

**LE BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
EN MAISON INDIVIDUELLE ET PETIT COLLECTIF**

Guide de prescription



**LE BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
EN MAISON INDIVIDUELLE ET PETIT COLLECTIF**

Guide de prescription

Les contributions à l'ouvrage

Ce document a été élaboré par un groupe d'experts de CIMBÉTON (Centre d'information de l'industrie cimentière), du SNBPE (Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi), du SYNAD (SYndicat National des ADjuvants) et du SNPB (Syndicat National du Pompage du Béton).

AVANT-PROPOS

● Ce document présente les innovations et les avantages techniques et environnementaux du matériau Béton Prêt à l'Emploi dans la construction des maisons individuelles et du petit collectif.

Il est conçu pour vous :

- acteurs du bâtiment, spécialistes de la construction des maisons individuelles et du petit collectif : artisans, constructeurs, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, industriels, experts...

Vous y trouverez l'ensemble des informations pour inscrire vos travaux dans une démarche environnementale, ainsi que les recommandations techniques pour prescrire des bétons parfaitement adaptés à leur usage.

- futurs propriétaires de maisons individuelles.

Vous y trouverez les solutions constructives à vos exigences d'usage et les réponses pour que votre projet soit une construction durable, respectueuse de l'environnement, inscrite dans une perspective de transmission patrimoniale.

Un matériau innovant

L'industrie du BPE travaille, chaque jour, à l'élaboration de matériaux performants d'un point de vue technique et environnemental. Les "nouveaux



bétons" sont des produits d'usage courant. Ils sont, pour la plupart, plus faciles à mettre en œuvre et présentent une incidence positive sur le coût global du chantier et sur l'environnement. À titre d'exemple, les bétons autoplacants (BAP) et les bétons fibrés facilitent la mise en œuvre,

optimisent les phasages du chantier et améliorent les conditions de travail.

Confort et respect de l'environnement

Ce Guide de prescription présente concrètement chacun des atouts du Béton Prêt à l'Emploi dans une démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE®). Il favorise les économies d'énergie et de matériaux, limite les rejets et préserve la santé des constructeurs et des occupants.

Avec le béton, l'habitation bénéficie d'un maximum d'inertie thermique : les parois lourdes participent au confort d'hiver et d'été, en écrétant les pointes de température par conduction. Par sa masse, le béton est un excellent isolant phonique.

Matériau inerte et minéral, il empêche le développement de micro-organismes. Naturellement inodore, le béton procure une atmosphère intérieure agréable.

Résultat : une maison individuelle et un logement en petit collectif en béton,

bien isolés, vieillissent mieux, nécessitent peu d'entretien, apportent un meilleur confort de vie et font réaliser des économies d'énergie.

Place à la créativité

Matériau caméléon, le BPE prend toutes sortes d'aspects, parfois surprenants, soit par le traitement des surfaces, soit par le choix de coffrages dont il retient l'empreinte...

Une infinie palette de couleurs et de textures sont disponibles : elles sont illustrées dans ce Guide.

Le béton est réputé pour sa résistance et sa durabilité ? C'est justifié ! Résistance au feu, au froid, à l'érosion, aux inondations, aux séismes, à l'intrusion, aux nuisibles...

Le béton est un matériau durable dans le temps, qui assure une réelle longévité de l'habitation sur plusieurs décennies et ce, avec un faible entretien.

Des garanties de qualité

Les entreprises de Béton Prêt à l'Emploi disposent d'outils de production modernes et automatisés pour garantir la qualité du matériau et en assurer la traçabilité : régularité et conformité de la composition, performances mécaniques et durabilité.

Les solutions constructives qui vous sont présentées s'inscrivent dans une démarche économique pour les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre. Elles facilitent la réalisation du chantier avec un matériau fiable et normalisé (norme NF EN 206-1 à

laquelle s'ajoutent les Documents Techniques Unifiés qui régissent l'exécution des ouvrages de bâtiments et la norme d'exécution des ouvrages en béton NF EN 13670).

Matérialisée par la marque NF, la certification des centrales NF - BÉTON PRÊT À L'EMPLOI (délivrée par AFNOR Certification) garantit l'autocontrôle du producteur de BPE et son système d'assurance-qualité.

Le matériel de pompage est régi par la norme NF EN 12001.

Le béton est le matériau idéal pour l'aménagement intérieur et extérieur d'habitations : sa modularité et ses performances techniques contribuent au confort de vie des habitants et concourent à rendre pérenne un patrimoine que l'on souhaite légitimement valoriser.

Enfin, le Béton Prêt à l'Emploi reste avant tout un matériau de proximité qui utilise les ressources locales et dont les unités de production respectent l'environnement.

Nous vous souhaitons une bonne lecture...



Sommaire

●	Chapitre 1 - Le marché des maisons individuelles et du petit collectif	9
	1.1 - Le Bâtiment, secteur majeur de notre économie	10
	1.2 - L'importance du logement individuel dans la construction	11
	1.3 - Le comportement des acquéreurs de maison individuelle	12
	1.4 - Les caractéristiques de la maison individuelle des primo-accédants	13
	1.5 - Pourquoi le Béton est-il plébiscité ?	14
●	Chapitre 2 - Le Béton Prêt à l'Emploi et la Construction durable	19
	2.1 - Les enjeux environnementaux et sociétaux du bâtiment	21
	2.2 - Définitions	22
	2.3 - Les atouts du matériau Béton Prêt à l'Emploi	27
●	Chapitre 3 - Les solutions actuelles et innovantes du Béton Prêt à l'Emploi	51
	3.1 - L'offre BPE	53
	3.2 - Des services qui facilitent la mise en œuvre	67
●	Chapitre 4 - Les solutions constructives	73
	4.1 - Les solutions constructives	74
	4.2 - Les techniques facilitant la mise en œuvre	87
●	Chapitre 5 - Recommandations générales	95
	5.1 - L'interdiction de tout rajout d'eau	96
	5.2 - La cure du béton	96
	5.3 - La vibration	97

5.4 - Les produits décoffrants	98
5.5 - La livraison	98

● Chapitre 6 - Annexes	101
6.1 - La Norme NF EN 206-1	102
6.2 - La marque NF	105
6.3 - La Norme NF EN 12001	106
6.4 - Le DTU 21 et l'exécution des ouvrages en béton	107
6.5 - Le DTU 13-3	108
6.6 - Le DTU 20-12	108
6.7 - La qualification des BAP	109
6.8 - Prévention des risques lors de la mise en œuvre	113
6.9 - Glossaire	115
6.10 - Bibliographie	130

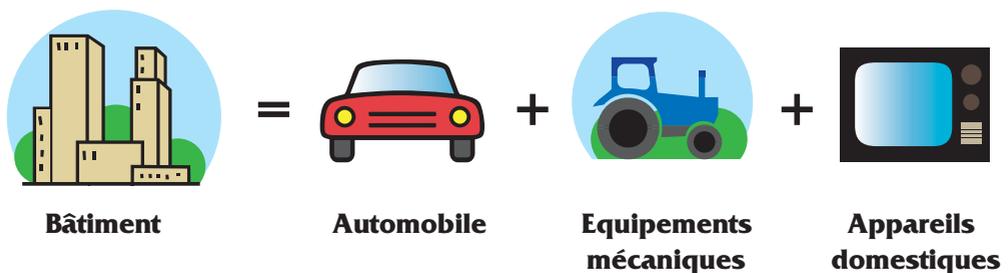
Le marché des maisons individuelles et du petit collectif

- 1.1 - Le Bâtiment, secteur majeur de notre économie**
- 1.2 - L'importance du logement individuel dans la construction**
- 1.3 - Le comportement des acquéreurs de maison individuelle**
- 1.4 - Les caractéristiques de la maison individuelle des primo-accédants**
- 1.5 - Pourquoi le Béton est-il plébiscité ?**

1.1 - Le Bâtiment, secteur majeur de notre économie

Le secteur du Bâtiment représente 356 000 entreprises artisanales et 56 000 PME et grandes entreprises, dont le grand public apprécie le personnel parfaitement qualifié et formé à la mise en œuvre du béton.

Depuis 1993 (après une phase de déclin 1980 - 1993), le marché est en constante progression. En 2007, il représente 117 milliards d'euros de chiffre d'affaires, soit l'équivalent des trois secteurs regroupés de l'automobile, des équipements mécaniques et des appareils domestiques !



C'est un secteur fortement créateur d'emplois, avec 35 000 nouveaux postes salariés permanents créés sur les deux dernières années, auxquels il faut ajouter près de 4 000 postes d'intérim en équivalent-temps plein. Entre 1997 et 2007, le secteur du Bâtiment a créé plus de 150 000 emplois salariés.

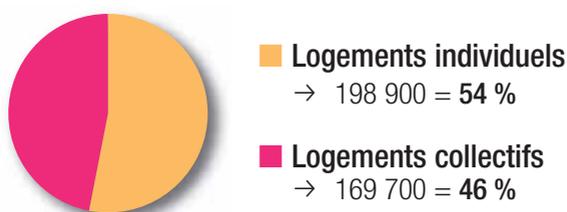
Cette activité nécessite des matériaux et des modes de construction qui s'adaptent aux évolutions des attentes liées au confort de vie, au respect de l'environnement et à l'économie des entreprises de construction.

C'est toute la filière béton qui accompagne les professionnels de ce marché spécifique par l'innovation et la recherche de solutions plus modernes, tant pour faciliter la mise en œuvre que pour développer les qualités du produit fini.

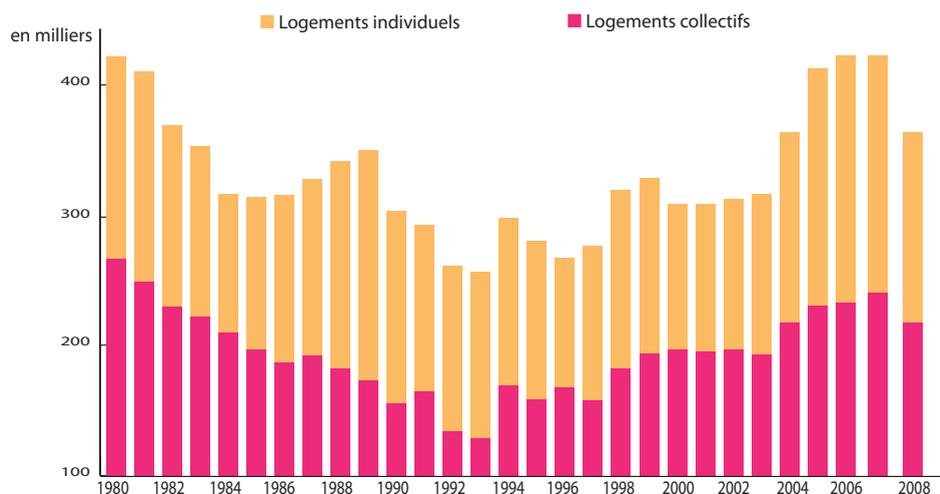
1.2 - L'importance du logement individuel dans la construction

Pour l'année 2008, les statistiques du Commissariat général au Développement durable indiquent que le nombre des mises en chantier s'élève à 368 600, en repli de 15,3 % par rapport à 2007 qui était une année record (435 300). Ce nombre de 368 600 se situe cependant à un niveau élevé, comparable à celui de 2004.

En 2008, le nombre de logements individuels mis en chantier est de 198 900 (54 %) pour 169 700 logements collectifs (46 %).



Un commentaire du ministère de l'Écologie précise : *“En 2008, les difficultés proviennent largement des conséquences de la crise financière, alors même que les professionnels de l'immobilier sont en mesure de répondre aux besoins de construction et que les besoins en logements restent forts”.*



(2) y compris les logements en résidence (cités universitaires, foyers pour personnes âgées, hôtels, motels...)
Source : Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, DAEI-SESP.

Les mises en chantier de logement individuel dépassent celles du collectif.

1.3 - Le comportement des acquéreurs de maison individuelle

L'enquête EDF, réalisée en 2006 par IPSOS/Caron Marketing, identifie le profil des acheteurs et leurs critères de choix lors de l'achat d'une maison individuelle.

Qui est l'acheteur de maison individuelle ?

41 % ont entre 30 et 39 ans au moment de l'accession, 94 % sont des couples, avec 1 ou 2 enfants, une double activité et un revenu mensuel de 2 000 € à 4 000 €. Ils habitent déjà en maison individuelle dans 70 % des cas et sont pour 60 % des primo-accédants, c'est-à-dire les ménages qui achètent pour la première fois.

Comment choisit-il le constructeur ?

Les acheteurs acquièrent majoritairement leur maison auprès d'un constructeur de maisons individuelles. Ils lui font confiance pour son professionnalisme et parce qu'ils peuvent concevoir le produit avec lui, avec une garantie tant sur le parfait achèvement que sur les performances et le prix.

Quelle est la surface de la maison ?

72 % des maisons construites font moins de 150 m² habitables. L'enquête révèle un rapport du simple au double entre la taille moyenne des terrains en lotissement (905 m²) et celle des terrains isolés (2 281 m²). Le prix moyen du lotissement reste pourtant supérieur : environ 50 000 € contre 40 000 € pour le terrain isolé.



Quel pouvoir d'achat ?

En 2007, l'étude de l'Union des Maisons Françaises précise que les primo-accédants, en particulier les ménages modestes, semblent confrontés à des prix de plus en plus élevés qui augmentent plus vite (+ 7 %) que leurs revenus (+ 2 %). L'Union des Maisons Françaises demeure pourtant confiante car le prix de la maison individuelle reste compétitif : en 2007, le prix moyen d'une maison neuve est de 120 000 € TTC pour une surface habitable de 115 m².

C'est la difficulté pour trouver du foncier qui constitue le principal frein à l'achat.

1.4 - Les caractéristiques de la maison individuelle des primo-accédants

L'enquête menée par le CREDOC (Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie) porte sur les Français qui n'ont pas encore acquis de maison individuelle et rêvent d'accéder au statut de propriétaire.

Un logement plébiscité

82 % des Français considèrent que la maison individuelle représente le logement idéal. Elle doit s'inscrire dans un environnement accueillant, sans nuisances, être bien desservie par les transports, riche en commerces et bénéficier d'une capacité d'accueil pour les enfants.

82 % des Français considèrent la maison individuelle comme le logement idéal.

Un bon placement financier

Pour 80 % d'entre eux, la maison individuelle constitue le placement financier le plus intéressant.

La qualité des matériaux est essentielle

60 % considèrent que le premier critère de choix est la qualité des matériaux utilisés, du chauffage et de l'isolation thermique. 78 % d'entre eux accepteraient de payer plus cher une construction qui respecte la démarche du développement durable.

Des aménagements spécifiques variés

L'étude du Groupe Century 21, parue en 2007 et intitulée "Le logement idéal des Français", apporte des précisions sur les aménagements souhaités :

- 85,5 % souhaitent que la maison, en cours d'usage, offre la possibilité d'augmenter le volume d'habitation (sous-sol, combles, véranda,...).
- 65,9 % estiment que le garage est indispensable.
- 62 % des futurs accédants à la propriété souhaitent que leur maison individuelle possède un terrain d'environ 1 000 m².
- Les souhaits d'aménagements de loisir sont variables : la terrasse et le balcon (61,2 %), la cheminée et la piscine (57,4 %)...



1.5 - Pourquoi le Béton est-il plébiscité ?

Le béton est présent dans les principaux éléments de la construction d'une maison individuelle ou d'un petit collectif :

- fondations et planchers bas : 100 %
- planchers hauts : 98 %
- murs : 75 %.

Le matériau apporte, en effet, des solutions pertinentes aux contraintes des prescripteurs et des entreprises.

La stabilité dans le temps

D'une excellente longévité, le béton requiert peu d'entretien et assure la bonne transmission patrimoniale du bien. Le matériau résiste à la plupart des agents agressifs et corrosifs, ainsi qu'aux intempéries et s'adapte à tous les types d'environnements.

La certification NF-BÉTON PRÊT À L'EMPLOI de conformité aux normes, matérialisée

par la marque NF et délivrée par AFNOR Certification est un gage de parfaite traçabilité.

La faible sinistralité

Les statistiques de l'Agence Qualité Construction (AQC), publiées dans la dernière étude "Sycodès" - intitulée "Les indicateurs d'évolution de la qualité des constructions" -, dressent un bilan pour la période entre 1995 et 2006.

La Fréquence d'Apparition des Désordres (FAD) mesure le rapport entre le nombre de désordres signalés à l'AQC et le nombre de mises en chantier sur une année donnée.

Les ouvrages en BPE ont un très faible taux de sinistralité.

La FAD des maisons individuelles s'est considérablement réduite, passant de 1,7 % en 1995 à 0,1 % en 2006 (soit le niveau général des bâtiments français).

On observe une évolution différenciée de la FAD selon la nature des ouvrages (comparatif valeur 1995 / valeur 2006) :

Nature des ouvrages	1995	2006
Fondations	0,13 %	0,02 %
Structure	0,10 %	0,02 %
Toiture Terrasse	0,09 %	0,03 %
Façade	0,25 %	0,07 %

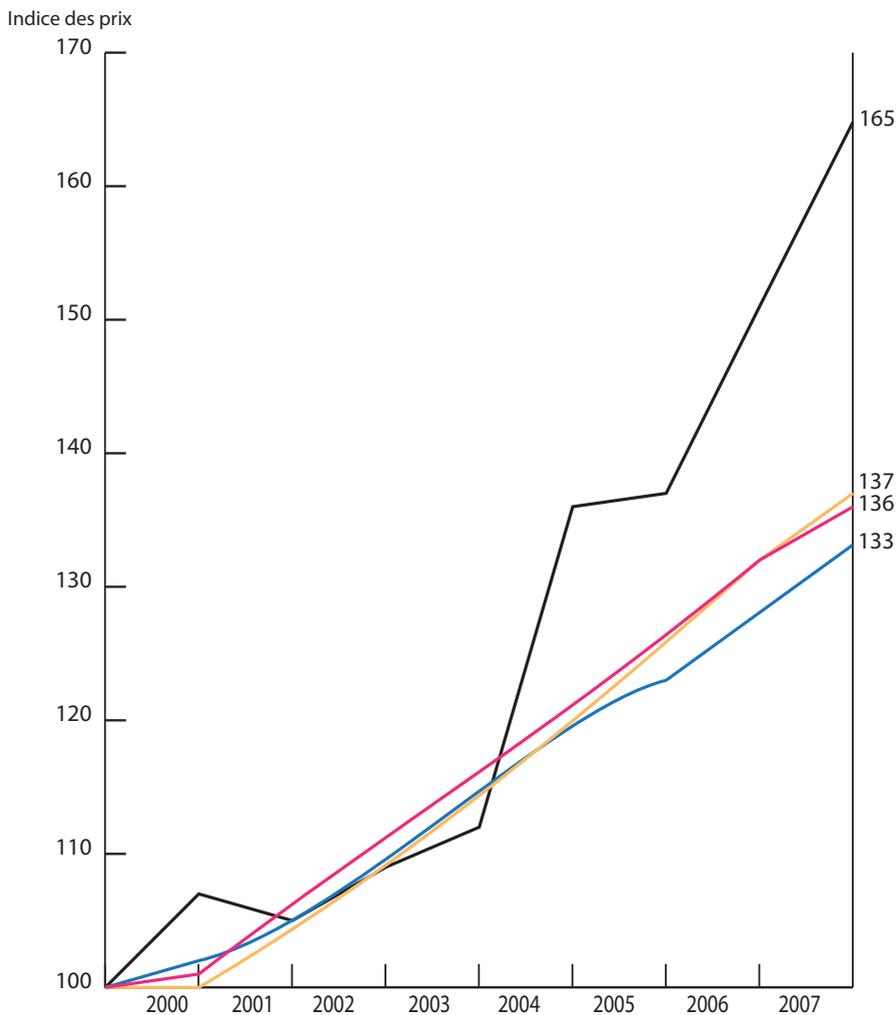
La FAD des ouvrages qui utilisent le BPE a régulièrement baissé pour atteindre des niveaux très bas : 0,02 % pour les fondations et la structure, 0,03 % pour la toiture terrasse. Cette performance est le résultat d'efforts de formation continue des acteurs et d'une plus grande maîtrise de la mise en œuvre des produits.

La maîtrise des coûts

Fabriqué à partir de composants locaux et transporté sur de courtes distances, le Béton Prêt à l'Emploi met les maîtres d'ouvrages et les constructeurs à l'abri d'évolutions de prix erratiques.

Depuis 2000, on constate que l'indice des prix à la construction des ossatures d'ouvrages en béton armé s'est nettement mieux comporté que les indices respectifs des briques et des pierres de construction, mais surtout que celui des ossatures de charpentes métalliques.

Indices des prix à la production des matériaux de construction (période 2000-2007)



Source : Indices INSEE

Briques : PVIC 264021

Ossatures charpentes métalliques : BT07

Ossatures ouvrages en béton armé : BT06

Pierres de construction : PVIC 1411

■ Ossatures charpentes métalliques

■ Pierres de construction

■ Briques de construction

■ Ossatures ouvrages en béton armé

Une solution économe en transports

Le Béton Prêt à l'Emploi est un matériau de proximité, fabriqué avec des composants locaux. Avec plus de 1 700 centrales réparties sur l'ensemble du territoire (dont plus de 1 200 certifiées NF), tout chantier se situe, en moyenne, à moins de 25 km du lieu de production du béton.

« *Le BPE, une profession très attachée à la maîtrise de ses coûts.* »



Le Béton Prêt à l'Emploi et la Construction durable

2.1 - Les enjeux environnementaux et sociétaux du bâtiment

- 2.1.1 - Consommation d'énergie et CO₂
- 2.1.2 - La déconstruction du Bâtiment

2.2 - Définitions

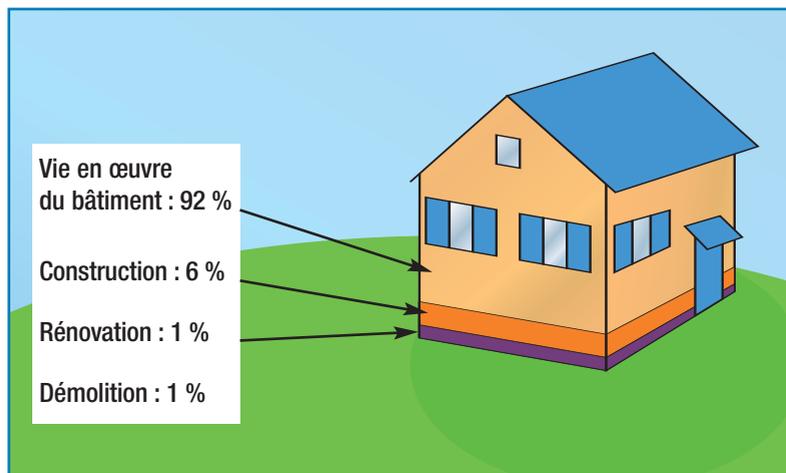
- 2.2.1 - Le Développement durable
- 2.2.2 - La démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE®)
- 2.2.3 - Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDE&S)
- 2.2.4 - La Réglementation Thermique (RT) et le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE)

2.3 - Les atouts du matériau Béton Prêt à l'Emploi

- 2.3.1 - Le BPE et le Développement durable
- 2.3.2 - Le BPE et la démarche HQE®
- 2.3.3 - Le BPE et le confort thermique
- 2.3.4 - Le BPE et le confort acoustique
- 2.3.5 - Le BPE et les exigences des Bâtiments "Basse Consommation" (BBC)

Introduction

Au cours de la durée de vie d'un bâtiment (construction, vie en œuvre, entretien, déconstruction), ce sont les consommations d'énergie engagées lors de la vie du bâtiment (chauffage, climatisation éventuelle, production d'eau chaude et sanitaire...) qui sont les postes les plus importants en émissions de CO₂.



Répartition des émissions de CO₂ au cours du cycle de vie d'un bâtiment.

La maîtrise de ces émissions passe par une conception intelligente des constructions (bioclimatique), avec des systèmes d'isolation performants.

Le choix du Béton Prêt à l'Emploi s'inscrit parfaitement dans cette démarche, car le matériau présente des atouts essentiels pour le bâtiment : inertie thermique et phonique, durabilité, recyclabilité.

En complément, les unités de production du BPE ont été considérablement améliorées, afin de tenir compte des enjeux environnementaux, en particulier la gestion de l'eau, du bruit et l'intégration dans le paysage.

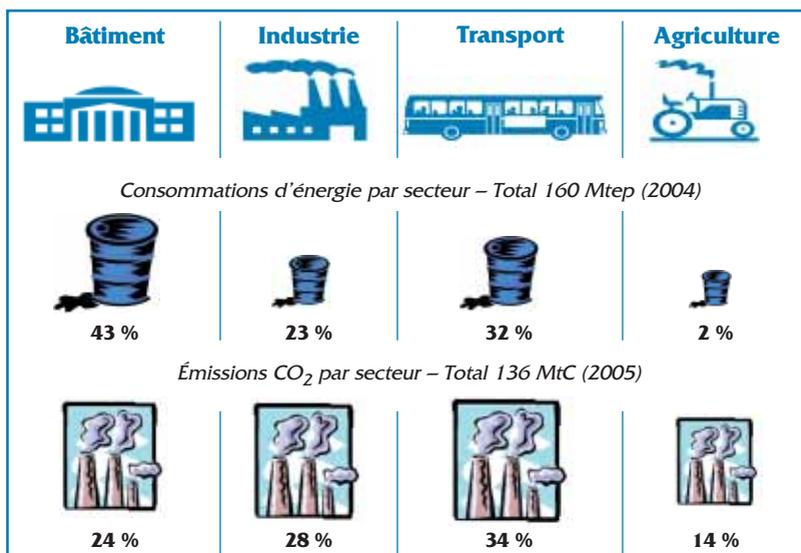
Enfin, l'approvisionnement local en matières premières et une répartition homogène des sites sur le territoire limitent l'impact transport de cette industrie.

2.1 - Les enjeux environnementaux et sociétaux du Bâtiment

■ 2.1.1 - Consommation d'énergie et CO₂

En matière de consommation des ressources, le secteur du Bâtiment, comparé à ceux de l'Industrie, du Transport et de l'Agriculture, présente les caractéristiques suivantes :

- il est le premier consommateur d'énergie (43 %) devant le secteur Transport (32 %),
- il vient en troisième position pour l'émission de CO₂ (24 %) derrière les secteurs Transport (34 %) et Industrie (28 %).



■ 2.1.2 - La déconstruction du bâtiment

En France, 90 % des déchets de chantiers proviennent des chantiers de réhabilitation ou de démolition, ce qui représente un volume supérieur à celui des ordures ménagères : il s'agit donc d'un enjeu majeur.

Il faut savoir que sur les 400 millions de tonnes de granulats produites en 2008, le BPE en a



consommé 90 millions, pendant que la déconstruction d'ouvrages en béton en a produit 14 millions, traitées à part égale entre centres de concassage et recyclage en place, ce qui représente un peu plus de 230 kg par habitant et par an.

Pour le béton, l'intérêt de la déconstruction est de générer de véritables matières premières, en vue de constructions futures, et ainsi de concourir à la préservation des ressources naturelles.

2.2 - Définitions

■ 2.2.1 - Le Développement durable

La notion de Développement durable (en anglais : *"Sustainable development"*) est apparue en 1987 dans le rapport Brundtland au Congrès de l'ONU sur l'environnement. Elle se définit comme *"le développement qui permet de satisfaire les besoins des générations présentes, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs"*.

Le Développement durable prend en compte les dimensions environnementale, sociale et économique d'une construction. Il comprend l'intégration dans l'environnement et le paysage, la gestion des nuisances sonores, l'économie d'énergie et des ressources, la limitation des rejets, la préservation de la santé des constructeurs et des occupants.

■ 2.2.2 - La démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE®)

La démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE®) est une référence pour mesurer les impacts du bâtiment sur l'environnement extérieur et créer un environnement intérieur confortable et sain.

C'est une démarche volontaire qui profite tant à l'utilisateur qu'à la planète. Elle est engagée par le maître d'ouvrage ou le constructeur.

L'Association HQE®, créée en 1996, regroupe les acteurs du bâtiment (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, industriels, experts, conseils), dans le but de développer, de manière concertée, la qualité environnementale des bâtiments.

La démarche s'appuie sur 2 outils :

- un système de management environnemental (SME)
- 14 cibles de la DEQE (Définition Explicite de la Qualité Environnementale).

Un projet labellisé HQE® retient au minimum 7 cibles prioritaires parmi 14 pré-définies :

- 3 au moins d'un niveau "très performant",
- 4 au moins d'un niveau "performant".

La démarche HQE® se concrétise par des référentiels de certification (NF MI - démarche HQE® pour la maison individuelle et NF logement - démarche HQE®).

La démarche HQE® est bénéfique pour l'occupant du logement et pour l'environnement.

	4 Groupes	14 cibles	Contenu
Impact sur l'environnement extérieur	Cibles d'éco-construction	Cible 1	Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat
		Cible 2	Choix intégré des procédés et produits de construction
		Cible 3	Chantiers à faibles nuisances (déchets, bruit, pollution)
	Cibles d'éco-gestion	Cible 4	Gestion de l'énergie
		Cible 5	Gestion de l'eau
		Cible 6	Gestion des déchets d'activités
		Cible 7	Gestion de l'entretien et de la maintenance
Créer un environnement satisfaisant	Cibles de confort	Cible 8	Confort hygrothermique
		Cible 9	Confort acoustique
		Cible 10	Confort visuel
		Cible 11	Confort olfactif
	Cibles de santé	Cible 12	Conditions sanitaires
		Cible 13	Qualité de l'air
		Cible 14	Qualité de l'eau

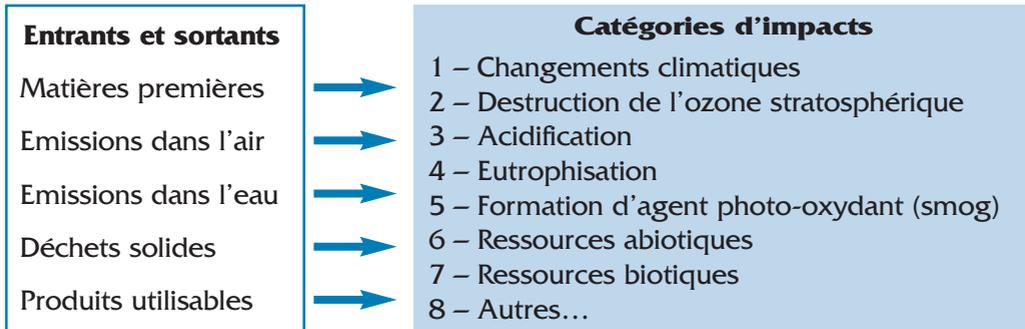
Nota

Une certification "NF Maison individuelle, démarche HQE®" a vu le jour en mai 2007. Cette certification s'ajoute aux labels existants, comme la certification "NF Maison individuelle", déjà en œuvre pour les constructeurs, ou le certificat Qualibat pour les entrepreneurs.

■ 2.2.3 - Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDE&S)

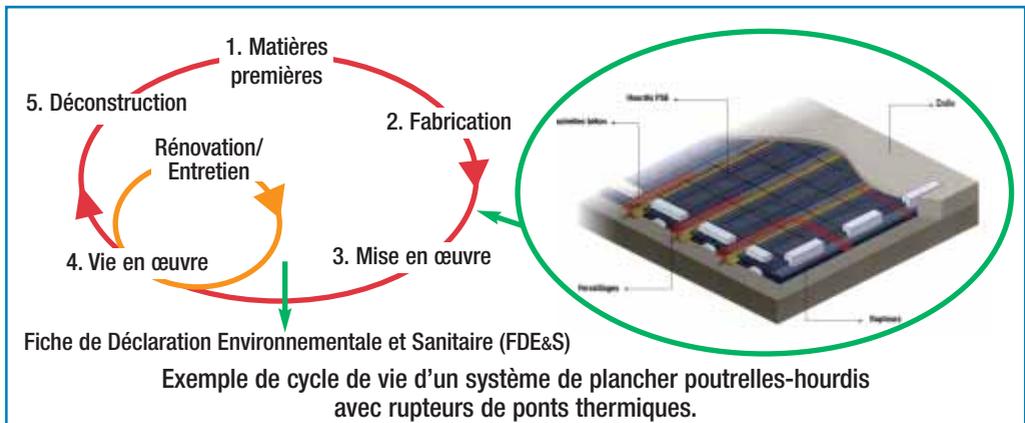
La fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDE&S) est un descriptif des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction. Elle évalue les impacts environnementaux des produits ou systèmes suivant 10 critères et permet au concepteur de positionner le bâtiment dans une démarche HQE®.

Pour bâtir une FDE&S, il est nécessaire d'effectuer un Inventaire de Cycle de Vie ou "ICV" qui permet d'élaborer une Analyse de Cycle de Vie ou "ACV". Celle-ci comptabilise les interactions avec l'environnement d'un produit ou d'un système constructif sur la base d'une unité définie (Unité Fonctionnelle = UF) pour un temps déterminé (Durée de Vie typique).



Analyse de Cycle de Vie (ACV).

Le Cycle de Vie comptabilise les interactions avec l'environnement d'un produit ou d'un système (constructif) avec une unité définie (Unité fonctionnelle), sur un temps déterminé (Durée de Vie typique).



La FDE&S évalue l'impact environnemental pour les éléments figurant dans le tableau suivant.

N°	Impact environnemental	
1	Consommation de ressources énergétiques : • Energie primaire totale, dont énergie récupérée • Energie renouvelable • Energie non renouvelable	
2	Indicateur d'épuisement de ressources (ADP)	
3	Consommation d'eau	
4	Déchets solides	Valorisés
		Éliminés Déchets dangereux Déchets non dangereux (DIB) Déchets inertes Déchets radioactifs
5	Changement climatique	
6	Acidification atmosphérique	
7	Pollution de l'air	
8	Pollution de l'eau	
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	
10	Formation d'ozone photochimique	

La norme NF P 01 010, appelée "Déclaration Environnementale et Sanitaire des Produits de Construction", publiée en décembre 2004, fournit la méthode de réalisation des FDE&S dans le domaine du bâtiment. C'est le seul moyen d'obtenir des informations objectives et non biaisées sur les caractéristiques environnementales des produits.

■ 2.2.4 - La Réglementation Thermique (RT) et le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE)



La réglementation thermique RT 2005, officiellement définie dans le décret n°2006-592 du 24 mai 2006 est l'une des traductions françaises de la directive européenne "Performance énergétique des bâtiments", issue du protocole de Kyoto.

Les objectifs

Ses principaux objectifs sont l'amélioration de la performance énergétique des habitations neuves (et existantes) et la limitation du recours à la climatisation, contribuant ainsi à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. De nouvelles

échéances, les RT 2010 et/ou 2012 (Grenelle), sont en préparation et des performances thermiques supérieures seront exigées. Le bâti sera, de nouveau, mis à contribution : généralisation du traitement des ponts thermiques et utilisation d'isolants aux performances accrues.

Depuis novembre 2006 pour les habitations mises en vente, et juillet 2007 pour les locations, le "Diagnostic de Performance Énergétique" (DPE) permet d'afficher la consommation d'énergie (sur la base des relevés du chauffage, d'eau chaude sanitaire, de climatisation, de ventilation) effectivement consommée, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre générées.

Comment se fait le diagnostic

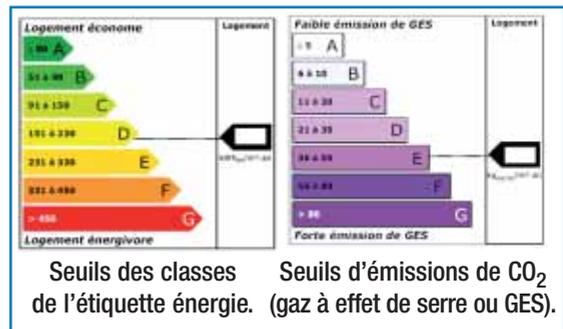
L'estimation des consommations d'énergie est établie sur la base d'un diagnostic effectué selon une méthode approuvée par le ministère ou bien sur la base des consommations constatées sur 3 années. Outre cette estimation, le diagnostic comprend également des recommandations techniques qui permettent à l'acquéreur, au propriétaire ou au locataire, de connaître les mesures les plus efficaces pour économiser l'énergie.

La lecture du diagnostic de performance énergétique est facilitée par une estimation chiffrée en euros et par l'utilisation d'une double étiquette :

- une "étiquette énergie" pour connaître la consommation d'énergie,
- une "étiquette climat" pour connaître l'impact de ces consommations sur l'effet de serre.

Les seuils des classes de l'étiquette énergie sont indiqués dans le graphique ci-contre (à gauche).

Les seuils d'émissions de CO₂ (gaz à effet de serre ou GES) liées aux usages sont précisés dans le graphique ci-contre (à droite).



Près de 6 000 professionnels sont déjà formés à la réalisation du Diagnostic de Performance Énergétique. Ils peuvent se déclarer auprès des intermédiaires immobiliers et des notaires qui pourront ainsi recourir à leurs services pour faire réaliser ces diagnostics et auprès des points Espaces Info Énergie de l'ADEME qui ont une grande expertise sur ces sujets et peuvent renseigner le public sur les modalités de réalisation et sur le contenu du DPE.

2.3 - Les atouts du matériau Béton Prêt à l'Emploi

■ 2.3.1 - Le Béton Prêt à l'Emploi et le Développement durable

Le schéma ci-après visualise les cinq phases fondamentales du cycle de vie du Béton Prêt à l'Emploi : l'approvisionnement en matières premières, la maîtrise des impacts sur l'environnement de la centrale, le transport du BPE en camion-toupie, l'impact du BPE dans l'ouvrage de bâtiment (mesuré par des FDE&S) et la recyclabilité à 100 % du matériau béton en fin de vie.



Les cinq phases fondamentales du cycle de vie du Béton Prêt à l'Emploi.

2.3.1.1 - L'approvisionnement en matières premières

Attentifs à la préservation des sites naturels, tout en préservant l'accès à la ressource en granulats, les producteurs de BPE ont fait évoluer leurs formulations de béton, afin de tenir compte de la nécessaire substitution des matériaux d'origine alluvionnaire par ceux de roches massives.



Pour limiter les rejets de CO₂ chaque fois que possible, les matériaux pondéreux sont approvisionnés par des modes de transports alternatifs à la route : voie d'eau ou ferroviaire. Pour faciliter l'utilisation de ces modes de transports entre lieu de production et zone de consommation, les acteurs ont créé des plateformes multimodales.

Une répartition homogène des cimenteries et des carrières sur le territoire fait de ces matériaux un marché de proximité : les courtes distances de transport limitent l'impact environnemental.

2.3.1.2 - Maîtriser les impacts environnementaux de la centrale

2.3.1.2.1 - Des sites qui respectent l'environnement

Afin de réduire les nuisances et l'impact paysager, la conception des centrales met l'accent sur leur intégration dans leur environnement : pose de bardages, réhabilitation de bâtiments industriels, plantations d'arbres, éclairages nocturnes...

« Les excédents de béton frais sont récupérés. »



Sur le plan de la maîtrise des rejets, les centrales de Béton Prêt à l'Emploi s'inscrivent pleinement dans une logique "zéro déchet". Les excédents de béton frais sont récupérés pour en extraire les granulats. Après lavage et retraitement dans un centre agréé, ces granulats sont réintégrés dans le cycle de production.

2.3.1.2.2 - Une gestion optimisée de l'eau

Les producteurs de BPE gèrent de façon optimale l'eau de gâchage, incorporée au mélange de ciment et granulats. Il est important de noter que l'eau utilisée pour la fabrication du Béton Prêt à l'Emploi respecte la norme NF EN 1008 de septembre 2006 (eau de gâchage).

Parce qu'ils sont respectueux de l'environnement et des normes en vigueur, les producteurs de BPE équipent leurs installations afin de recycler les eaux de process et de lavage des sites dans le circuit de fabrication.



2.3.1.3 - Le transport du BPE en camion-toupie

L'excellente couverture du territoire par les centrales BPE limite l'impact du transport et donc les rejets en CO₂. Le Béton Prêt à l'Emploi est disponible, en tout point, à moins d'une heure de route : cette proximité des chantiers évite également que les camions-malaxeurs (toupies) n'engorgent les réseaux urbains.



2.3.1.4 - L'impact du BPE dans l'ouvrage de bâtiment, mesuré par les FDE&S

Le calcul des FDE&S se fonde sur des données environnementales quantifiées, issues d'une analyse de cycle de vie (ACV) concernant le produit étudié, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du produit, ainsi que sur des données sanitaires.



L'unité fonctionnelle servant de fiche de référence des producteurs de BPE est un BPS XF1 C25/30 CEM II, pour un m² de mur porteur (structure et clos) destiné à un bâtiment de type R + 4 ou plus. Bien évidemment, un tel mur peut également être utilisé pour un bâtiment inférieur à R + 4, comme par exemple une maison individuelle ou un petit collectif.

Même si la Démarche Qualité Environnementale du Bâtiment doit être globale, une comparaison des données publiées par les FDE&S permet de positionner les impacts environnements des différents systèmes.

Par exemple, il est à noter que sur une durée de vie typique de 100 ans, pour une résistance mécanique meilleure et une performance thermique légèrement supérieure, le mur en béton avec isolation dégage près de 30 % de gaz à effet de serre de moins qu'un monomur en terre cuite, comme l'indique le tableau ci-après.

N°	Impact environnemental	Unité	Monomur en terre cuite rectifié pour pose à joint mince ⁽¹⁾	Mur banché B25 + isolation ⁽²⁾
			Valeur totale Cycle de Vie / UF par annuité	
1	Consommation de ressources énergétiques – Energie primaire totale	MJ	7,05	8,78
	Consommation de ressources énergétiques – Energie renouvelable	MJ	0,76	0,256
	Consommation de ressources énergétiques – Energie non renouvelable	MJ	6,29	8,53
2	Epuisement de ressources naturelles	kg Antimoine équivalent	0,00255	0,00333
3	Consommation d'eau	litres	4,42	3,35
4	Déchets solides valorisés	kg	0,025	1,68
	Déchets éliminés	kg		
	Déchets dangereux	kg	0,00000661	0,000739
	Déchets non dangereux	kg	0,256	0,25
	Déchets inertes	kg	2,39	2,42
	Déchets radioactifs	kg	0,000000416	0,0000474
5	Changement climatique	kg équiv^t CO₂	0,923	0,651
6	Acidification atmosphérique	kg équiv ^t CO ₂	0,0035	0,00283
7	Pollution de l'air	m ³	30,04	63,9
8	Pollution de l'eau	m ³	0,157	0,296
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	-	0	-
10	Formation d'ozone photochimique	kg équiv ^t	0,0000664	0,000917

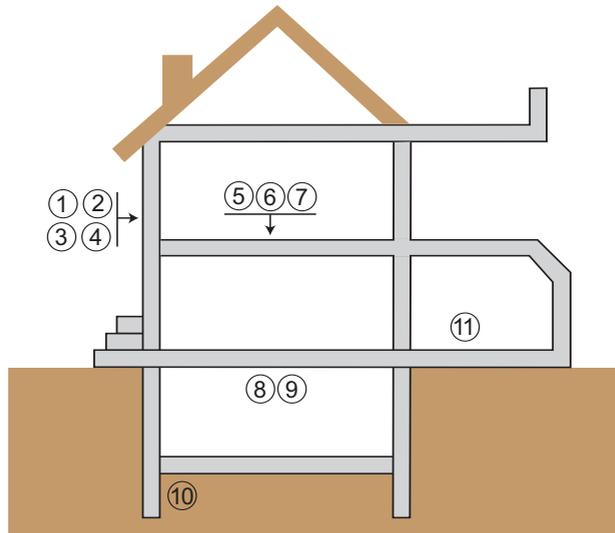
Impacts environnementaux comparés entre un monomur en terre cuite et un mur banché en béton pour une durée de vie typique de 100 ans.

Nota

(1) Monomur en terre cuite : épaisseur 30 cm – résistance thermique : 2,50 m²k/W.

(2) Mur banché B25 + isolation épaisseur 16 cm + PSE ThA 13+80 – résistance thermique : 2,63 m²k/W.

11 FDE&S du béton pour une maison individuelle



- ① FDE&S pour 1 m² de mur en béton armé, avec un BPE de classe d'exposition XF1, de résistance minimale 25 MPa mesurée sur cylindre ou 30 MPa mesurée sur cube, fabriqué selon la norme NF EN 206-1.
- ② FDE&S pour un mur de 16 cm en BPS 25/30, avec un complexe de doublage isolant composé d'une plaque de plâtre de 13 cm d'épaisseur et d'Ultra-ThA de 80 mm d'épaisseur.
- ③ FDE&S pour un mur de 16 cm en BAP, avec un complexe de doublage isolant composé d'une plaque de plâtre de 13 cm d'épaisseur et d'Ultra-ThA de 80 mm d'épaisseur.
- ④ FDE&S pour un mur en BAP de 16 cm, avec un complexe de doublage isolant composé d'une plaque de plâtre de 13 cm d'épaisseur et d'Ultra-ThA de 100 mm d'épaisseur et utilisant des rupteurs thermiques.
- ⑤ FDE&S pour un plancher bas de 6 cm en BPS C25/30, avec un entrevous PSE.
- ⑥ FDE&S pour un plancher bas de 6 cm en BAP, avec un entrevous PSE.
- ⑦ FDE&S pour un plancher bas de 6 cm en BAP avec un entrevous PSE, une plaque de PSE et l'usage d'une chape.
- ⑧ FDE&S pour une poutre en BPS C25/30, de section moyenne 35 x 20 cm et de portée 6,4 m qui diffèrent par la nature du béton.
- ⑨ FDE&S pour une poutre en BAP, de section moyenne 35 x 20 cm et de portée 6,4 m.
- ⑩ FDE&S pour 1 m linéaire de fondation 15 x 40 cm en BPS C25/30.
- ⑪ FDE&S pour 1 m² de dalle en BPS C25/30 sur 12 cm de terre-plein.

Toutes ces FDE&S sont consultables sur le site www.snbpe.org ou sur la base INIES.

2.3.1.5 - Le BPE : un matériau recyclable à 100 % en fin de vie

Au cours de sa mise en œuvre, un ouvrage en Béton Prêt à l'Emploi ne produit pas de déchets d'activité. En fin de vie, le BPE peut être recyclé.

Les déchets générés aux étapes de production et de chantier sont essentiellement du béton non mis en œuvre (surplus, retours,...), alors que les déchets en fin de vie sont principalement des déchets de déconstruction.

Pour éviter les surplus et retours, les producteurs de BPE invitent les donneurs d'ordre à calculer au plus juste les quantités de béton nécessaires à la réalisation de leurs ouvrages.

Ces déchets peuvent être valorisés. Le béton recyclé, concassé en granulats, entre dans la fabrication de bétons ou la composition de sous-couches routières.

■ **2.3.2 - Le Béton Prêt à l'Emploi et la démarche HQE®**

Le large choix de bétons proposés par le BPE contribue à de nombreuses cibles HQE®.

En s'appuyant sur la démarche HQE®, le concepteur de l'ouvrage mesure l'impact de la construction sur son environnement, optimise la consommation d'eau et d'énergie, et crée un environnement intérieur satisfaisant (confort, emploi de matériaux sains). Cette démarche lui donne des outils d'évaluation pour choisir les options architecturales, les matériaux et les équipements.

Nous avons vu que cette démarche se décline en 14 cibles, réparties en 2 familles principales (intérieur et extérieur du bâtiment) et 4 sous-groupes : éco-construction, éco-gestion, confort et santé. La diversité et les innovations des bétons apportent une contribution tant au niveau du process de production que des techniques de mise en œuvre et du rendu du produit fini, sur huit des 14 cibles HQE®.

Le tableau ci-après propose des solutions pour chacune de ces 8 cibles.

4 groupes	Cibles	Contenu	Contribution du BPE
Eco-construction	Cible 1	Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat	Bétons architectoniques Bétons de sols décoratifs
Eco-construction	Cible 2	Choix intégrés des procédés et des produits de construction	Impacts mesurés par les FDE&S Béton de fibres structurales (économie d'acier)
Eco-construction	Cible 3	Chantiers à faibles nuisances	Bétons autoplaçants
Eco-construction	Cible 4	Gestion de l'énergie	Bétons courants et architectoniques (inertie thermique)
Eco-gestion	Cible 5	Gestion de l'eau	Bétons courants pour toiture-terrasse
Eco-gestion	Cible 7	Gestion de l'entretien et de la maintenance	Béton architectoniques autonettoyants Béton de sols décoratifs
Confort	Cible 9	Confort acoustique	Bétons courants (affaiblissement 53-57 db) Bétons légers avec isolant phonique
Confort	Cible 10	Confort visuel	Bétons architectoniques Bétons cirés

Pour les autres cibles : gestion des déchets d'activités (cible 6), confort olfactif (cible 11) et santé (cibles 12, 13 et 14), le BPE n'apporte pas de contribution spécifique, positive ou négative.

■ 2.3.3 - Le Béton Prêt à l'Emploi et le confort thermique

2.3.3.1 - Principes

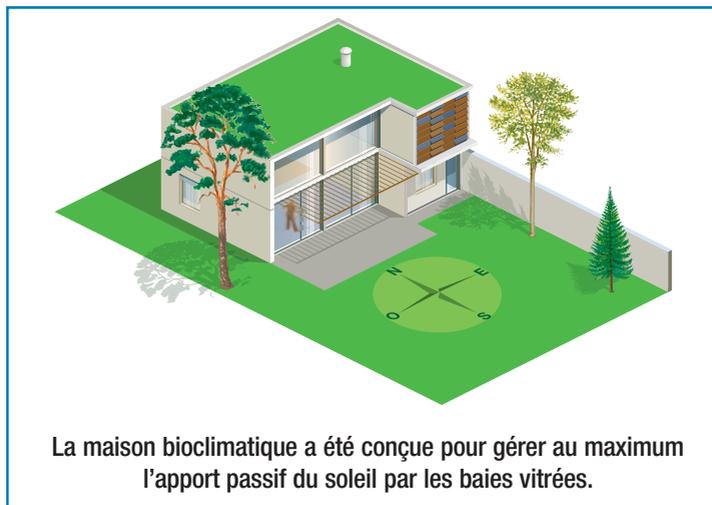
Dans un bâtiment, les postes les plus importants en émissions de CO₂ se répartissent actuellement de la façon suivante :

- vie en œuvre du bâtiment/consommation d'usage : 92 %
- construction : 6 %
- rénovation : 1 %
- démolition : 1 %

« Les consommations d'usage représentent 92 % des émissions de CO₂ d'un bâtiment. »

Pour réduire la consommation énergétique du bâtiment pendant sa durée de vie et atteindre le niveau de consommation fixé par la réglementation, il faut essentiellement agir sur les consommations d'usage.

Outre la conception "bioclimatique" du bâtiment qui tient compte, entre autres, de l'orientation, du relief et du rapport entre surfaces vitrées et opaques, les caractéristiques des systèmes constructifs et les équipements choisis sont déterminants.



Le contact du bâtiment avec le sol (terre-plein, vide sanitaire, sous-sol,...), la qualité thermique des murs et le traitement des liaisons entre planchers et mur sont les points les plus sensibles sur lesquels l'attention doit être portée et les études correctement menées.

L'utilisation de matériaux à forte inertie, associée à une ventilation efficace, permet d'atteindre un bon confort de vie sans faire appel à une climatisation consommatrice d'énergie, tout en garantissant des économies de chauffage significatives.

2.3.3.2 - Les leviers

2.3.3.2.1 - La conception bioclimatique des bâtiments

La démarche "bioclimatique" consiste à construire une habitation avec le climat, en recherchant le maximum d'apports solaires en hiver et en mi-saison, tout en se protégeant des apports d'été. Elle prend en compte, entre autres, l'orientation du bâtiment et des ouvertures et le choix d'équipements spécifiques, comme le puits canadien par exemple.

Le puits canadien

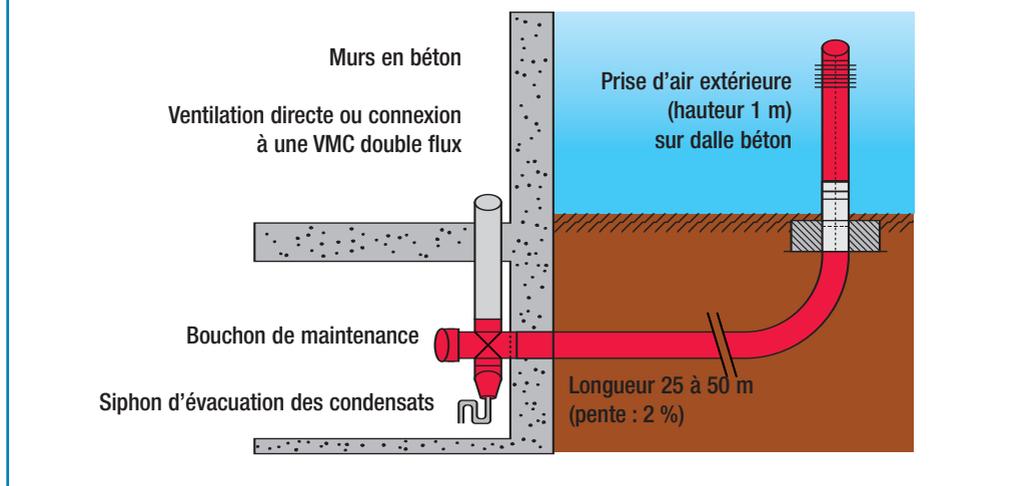
Le puits canadien, appelé aussi puits provençal, est un système géothermique dit de surface, qui permet de réaliser des économies non négligeables.

Ce système est fondé sur le constat que la température du sol à 2 mètres de profondeur est à peu près constante : environ 15° C en été et 5° C en hiver.

En faisant circuler à travers un conduit enterré l'air servant à la ventilation du bâtiment, il est possible en hiver de préchauffer l'air ainsi capté et en été de le rafraîchir, économisant par cet équipement une part très significative d'énergie.

Ce système trouve toute sa justification dans une construction en béton dont l'inertie thermique sera très favorable à son utilisation.

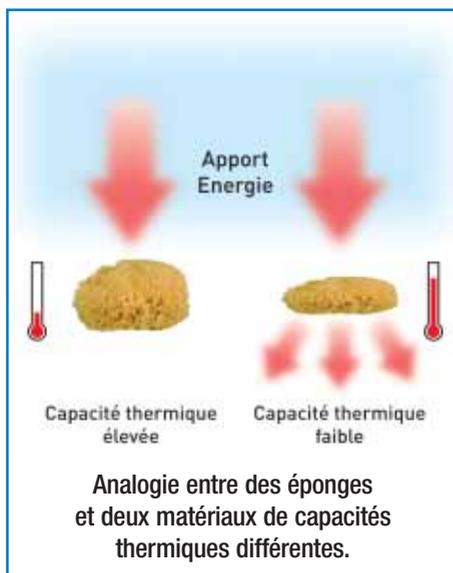
À condition de prévoir le puits canadien lors de la réalisation des tranchées dans le sol et de la gaine d'arrivée dans le logement, ou lors d'autres travaux de terrassement (extension de la maison, construction d'une piscine...), l'investissement initial sera faible.



2.3.3.2.2 - La réponse du béton : l'inertie thermique

L'inertie thermique est un concept très simple utilisé depuis les premières maisons. Elle exprime la faculté d'un matériau à absorber et à stocker de l'énergie (chaleur ou fraîcheur), dans ses murs et ses planchers.

Lorsqu'ils sont soumis à une sollicitation énergétique (par exemple une variation de température), les matériaux se comportent un peu comme des éponges, c'est-à-dire qu'ils absorbent une partie de cette énergie. Comme l'éponge gonfle en présence d'eau, le matériau, lui, se réchauffe en absorbant une partie de l'énergie reçue.



Tous les matériaux ne possèdent pas les mêmes capacités thermiques : pour un même apport d'énergie en un temps donné, ils ne vont pas subir le même échauffement.

Le tableau ci-après permet de comparer la capacité thermique de quelques matériaux usuels, exprimée en kilojoules (énergie) pour 1 m³ de matériaux et 1 degré de variation de température.

L'inertie thermique, qui permet de stabiliser la température à l'intérieur du bâtiment, sera donc conditionnée par le choix du matériau (sa capacité thermique) et son volume.

Matériau	Capacité thermique kJ/m ³ K
Béton	2 400 - 2 610
Bois de structure	960
Maçonnerie en briques	630 - 1 800
Pierre	2 520 - 2 790

Capacité thermique de quelques matériaux usuels.

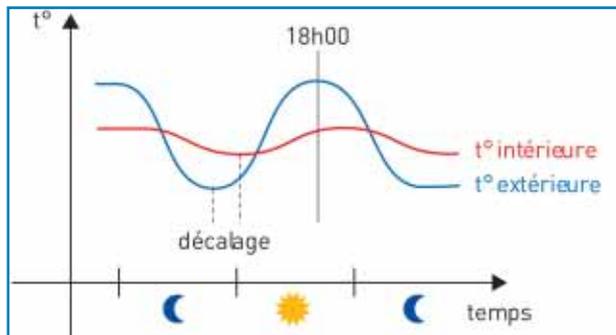
Cependant, si l'emploi de ce type de matériau "lourd" (à forte inertie thermique) est essentiel, ceci n'est pas suffisant. Reprenons l'exemple de l'éponge : quand elle est saturée, il est nécessaire d'évacuer l'eau qu'elle contient pour qu'elle puisse de nouveau se remplir.

Il en est de même pour les matériaux de construction : l'inertie thermique jouera son rôle à plein si les matériaux sont régulièrement "vidés" de l'énergie thermique qu'ils ont emmagasinée. Aussi, la capacité thermique doit pouvoir "échanger" avec l'ambiance intérieure. Une grande surface de contact est donc nécessaire.

Le béton restitue, avec un décalage important, la quantité de chaleur emmagasinée le jour, ce qui permet de la diffuser dans le logement pendant la nuit, généralement plus fraîche.

A contrario, grâce à une ventilation efficace, il permet d'emmagasiner la fraîcheur la nuit et de la restituer au moment fort de la journée, lorsque la température est généralement plus élevée.

On comprend bien, dès lors, l'avantage du béton pour le confort d'été, grâce au décalage de restitution de la température.



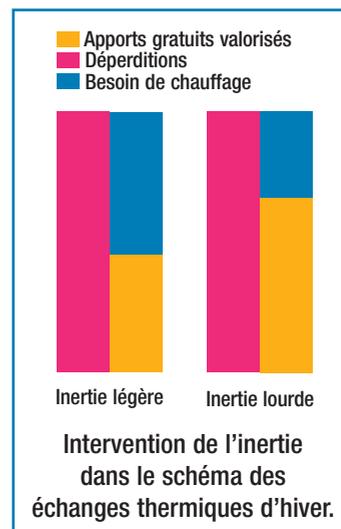
Principe d'évolution des températures de surfaces intérieure et extérieure d'une paroi à forte inertie.

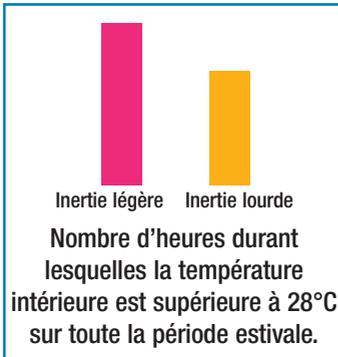
L'intérêt de l'inertie thermique du béton est double :

- **en hiver** (période de chauffe) : les apports solaires et internes (occupants, cuisson, éclairage, appareils électroménagers...) couvrent, en partie, les déperditions thermiques.

En début et en fin de saison de chauffe, mais aussi au cœur de l'hiver, il est fréquent que ces apports soient supérieurs aux déperditions. D'où apparitions de surchauffes, d'autant plus marquées que la structure du bâtiment ne peut tout stocker.

Ainsi, une partie seulement des apports gratuits (naturels) participera à couvrir les déperditions. L'occupant qui aura trop chaud évacuera les surchauffes inutiles en ouvrant la fenêtre.





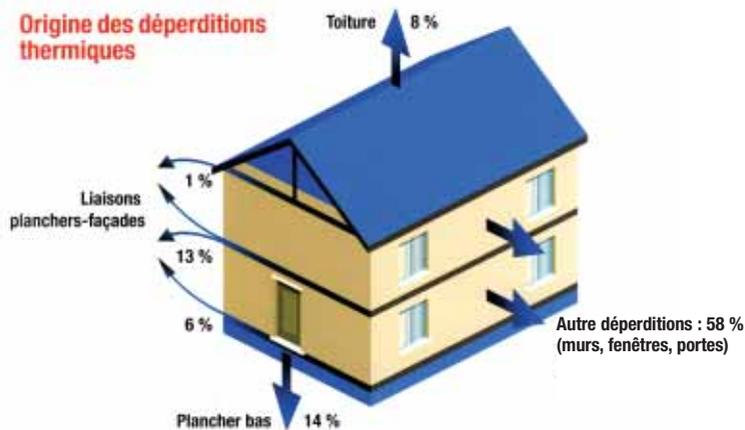
• **en été** : les apports internes, solaires et la température extérieure contribuent à accroître la température intérieure.

Pour des bâtiments à haut niveau d'isolation, les conditions de confort peuvent devenir fréquemment intenable.

L'inertie permet d'écrêter les pointes de température intérieure, en stockant les surchauffes ponctuelles et en les étalant dans le temps.

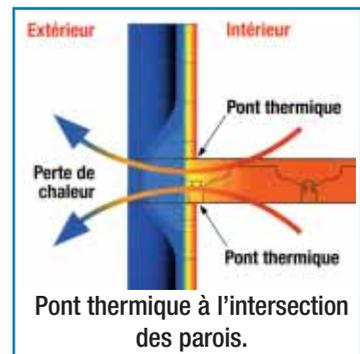
2.3.3.2.3 - Des systèmes constructifs performants

Les murs, les liaisons planchers-façades, les planchers bas et haut, la toiture sont des parties de l'ouvrage, non isolées thermiquement, qui provoquent des pertes de chaleur importantes et sont appelées "ponts thermiques".



Ces derniers se matérialisent par une déperdition importante de chaleur vers l'extérieur et par la création de points froids à l'intérieur, pouvant occasionner des problèmes de condensation et de moisissures (sans réelle solution curative a posteriori).

Ces ponts thermiques se situent plus particulièrement à l'intersection des parois, à la discontinuité de l'isolation, au droit des ossatures (métal, bois,...).



Le traitement des ponts thermiques

Les murs et les façades



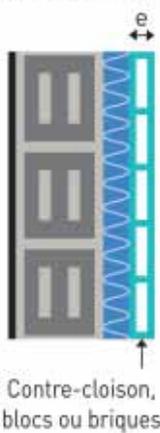
La réalisation de murs thermiquement performants devenant obligatoire, il existe deux techniques :

- l'Isolation Thermique par l'Intérieur (I.T.I.)
- l'Isolation Thermique par l'Extérieur (I.T.E.).

• L'Isolation Thermique par l'Intérieur (I.T.I.)

Exemple d'I.T.I. de murs lourds.

Lourd si $e > 5$ cm



Conditions de classement en "lourd", applicables aux parois verticales et horizontales.

Elle constitue un parti constructif classique, qui garde toute sa justification car elle permet de valoriser la durabilité du Béton Prêt à l'Emploi en façade. Elle peut être obtenue avec des isolants rigides, uniquement thermiques, ou avec des isolants souples thermo-acoustiques, de type polystyrène expansé élastifié (PSEE) ou laine minérale, par exemple.

Pour les constructions individuelles, les qualités du BPE (masse volumique importante, homogénéité des ouvrages...) permettent à cette solution constructive de répondre aux exigences de la RT 2012 (Niveau BBC).

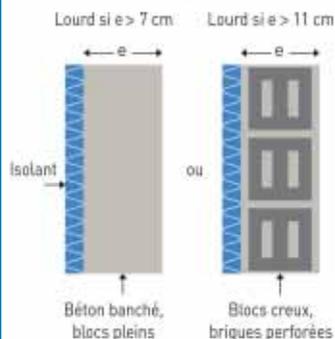
De même, grâce au traitement des ponts thermiques par rupteurs, l'I.T.I. atteint ce niveau BBC pour les bâtiments de plusieurs étages (voir tableaux paragraphe 2.3.5.3).

• L'Isolation Thermique par l'Extérieur (I.T.E.)

C'est un parti pris constructif qui trouve sa justification surtout pour les immeubles de plusieurs étages.

Cette isolation thermique peut être obtenue avec des isolants rigides, uniquement thermiques, de type PSE (polystyrène expansé) par exemple.

Exemple d'I.T.E. de murs lourds.

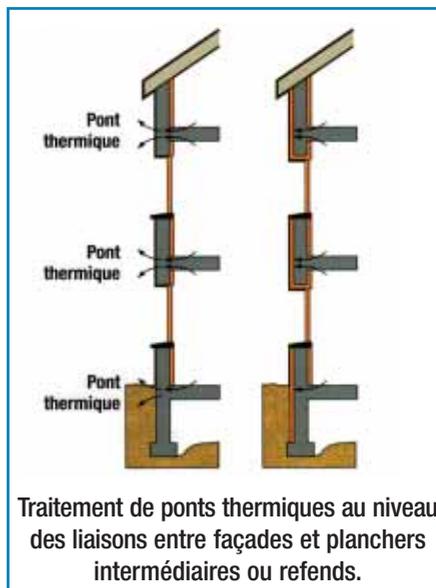


Conditions de classement en "lourd", applicables aux parois verticales et horizontales.

L'utilisation de ces techniques permet de traiter la plupart des ponts thermiques au niveau des liaisons entre façades et planchers intermédiaires ou refends.

En plus de sa réponse énergétique, le béton propose des qualités de parement qui permettent d'éviter la pose d'un enduit intérieur.

Traiter les ponts thermiques : une obligation pour être conforme aux nouvelles réglementations.



Les planchers

Les planchers sont un domaine d'utilisation privilégié pour le matériau béton dans la construction de maisons individuelles : 80 % des planchers sont à base de poutrelles béton.

Le système de poutrelles-hourdis léger, combiné avec des isolants efficaces (de type dalle flottante), présente plusieurs avantages : flexibilité, compatibilité avec tous les revêtements de sol et systèmes de chauffage par le sol, facilité de mise en œuvre.

Parfaitement conformes à la RT 2005, les solutions béton intègrent des entrevous isolants (à base de polystyrène expansé ou de composants de bois) et des rupteurs de ponts thermiques.

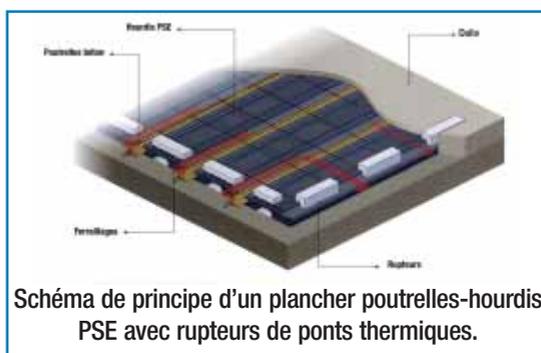


Schéma de principe d'un plancher poutrelles-hourdis PSE avec rupteurs de ponts thermiques.

Les planchers sont une importante source de ponts thermiques et donc de perte de chaleur. C'est le cas du plancher bas, responsable à lui seul d'environ 20 % des déperditions, mais aussi des planchers intermédiaires et supérieurs, sources de ponts thermiques importants en about de dalle et, pour le plancher supérieur, en acrotère.

Des rupteurs de ponts thermiques bien situés vont assurer la continuité de l'isolant des murs et permettre de corriger ce phénomène. Attention cependant : pour une efficacité maximale, l'utilisation d'un rupteur de pont thermique doit être prévue dès la conception du bâtiment.

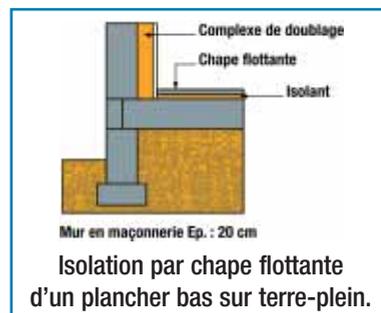
L'appréciation de la qualité thermique d'un plancher englobe la constitution du plancher, la nature des liaisons entre plancher et parois verticales adjacentes. et la présence d'un éventuel volume d'air sous le plancher.

Si l'humidité est maîtrisée, un plancher sur terre-plein n'occasionne que peu de déperditions : le sol stocke la chaleur des pièces et son inertie régule la température de la maison.

Une isolation (couche d'isolant sous dalle d'environ 5 cm) ne sera envisagée que si l'occasion de travaux de réfection de sol se présente et si l'effet de paroi froide devient une source d'inconfort.

• *Le plancher bas sur terre-plein*

Une couche d'isolant est posée sur la structure en béton du plancher et recouverte d'une chape mince de béton. Ce mode de traitement du pont thermique plancher bas/mur se distingue par son coût relativement faible.



• *Le plancher sur vide sanitaire*

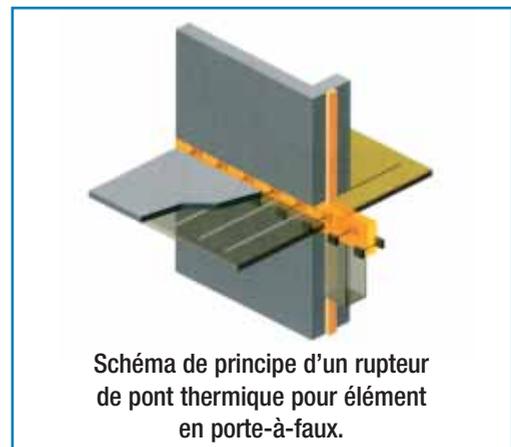
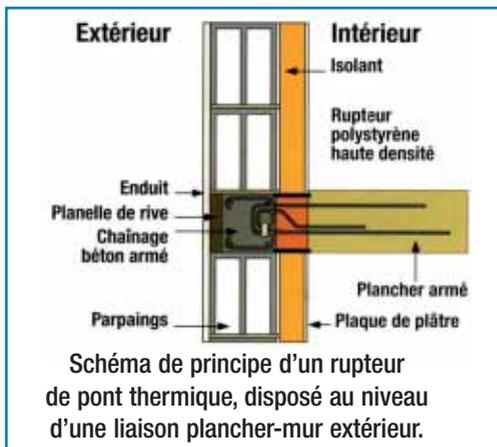
Adaptée au cas de la maison individuelle, cette solution permet d'isoler un plancher bas conçu sur un principe de poutrelles entre lesquelles sont disposés des entrevous. Ces entrevous peuvent être des entrevous béton (sans isolation) ou des entrevous isolants. Au-dessus de cette structure porteuse sont déposés des panneaux isolants. Après la mise en œuvre d'un film polyane, sont installés les treillis métalliques et éventuellement les éléments de chauffage par le sol, puis on coule la dalle béton. L'épaisseur totale est de 22 à 24 cm et les déperditions au droit de la jonction plancher – mur extérieur sont réduites, du fait de la chape flottante, mais les portées restent limitées à 4 mètres environ.



• *Les planchers intermédiaires*

La situation est sensiblement la même pour les planchers intermédiaires, dont les ponts thermiques en about de dalle représentent 13 % des déperditions de chaleur. Des rupteurs de ponts thermiques doivent donc être placés aux liaisons planchers intermédiaires / murs extérieurs et, le cas échéant, aux liaisons planchers intermédiaires / dalles balcon.

Ces dispositifs traitent environ 70 % des déperditions observées dans ces zones. Ils évitent également les moisissures et autres pathologies susceptibles d'apparaître avec le temps, et leur mise en œuvre est à la portée de toutes les entreprises, à condition de respecter les précautions d'usage.



Les toitures-terrasses

Il convient de les réaliser dans une épaisseur suffisante, afin de limiter les déperditions d'énergie, contribuer à l'isolation et réduire le facteur solaire pour l'été (considérer l'épaisseur totale).

Le toit est à l'origine de 8 % des déperditions thermiques d'une habitation. Une dalle en béton de 18 à 20 cm d'épaisseur, avec au moins 12 à 20 cm d'isolation, contribue à répondre aux exigences de confort thermique d'hiver et d'été, sans avoir recours à une climatisation consommatrice d'énergie.

De plus, en y plantant de la végétation, on améliore le cadre de vie et les performances thermiques du système.

Les avantages de la toiture-terrasse

Associée à un dispositif de retenue d'eau, la toiture-terrasse peut retenir jusqu'à 90 % des précipitations, puis permettre la redistribution de l'eau ultérieurement, d'où une gestion économique de l'eau.



Végétalisée, la verdure remplit aussi le rôle de filtre, en captant les particules qui se trouvent dans l'air ambiant et en absorbant le CO₂ présent dans l'atmosphère.

Autre avantage des toitures-terrasses en béton : elles apportent un confort acoustique indéniable en isolant les bruits venus de l'extérieur (-3 dB).

La durée de vie de l'étanchéité est de 60 ans, en moyenne, pour une toiture verte, à savoir le double de la durée de vie d'un toit traditionnel.

La couche de végétation protège l'étanchéité contre les rayons ultraviolets (U.V.) et solaires, et évite que le toit ne subisse des variations de température trop importantes et fréquentes, entre le jour et la nuit et entre les différentes saisons.

En relation avec le microclimat et la biodiversité, l'aménagement de toits verts contribue à la création d'habitats naturels pour les plantes et pour de nombreuses espèces animales.

Conclusion

Pour maîtriser les impacts énergétiques, il faut s'attacher à :

- développer une éco-conception des bâtiments,
- utiliser des matériaux adaptés,
- s'appuyer sur les atouts du matériau béton,
- opter pour des systèmes constructifs performants.

■ 2.3.4 - Le Béton Prêt à l'Emploi et le confort acoustique

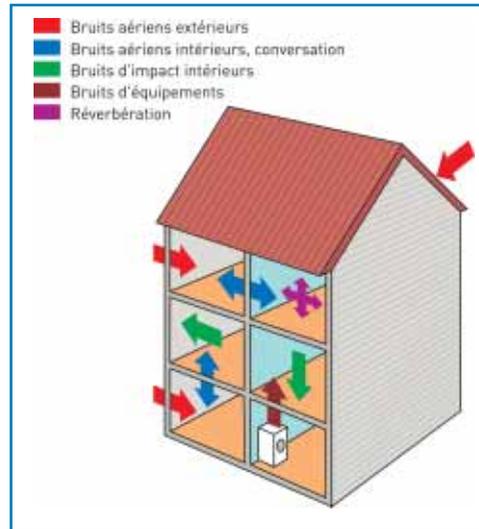
2.3.4.1 - Réglementation phonique

L'accroissement des nuisances sonores, engendrées par la vie moderne, est la cause de nombreux troubles : stress, fatigue, migraines, troubles de l'audition et du sommeil...

Le confort acoustique fait aujourd'hui partie intégrante de la qualité de vie. Ce phénomène conduit à prendre en compte, plus qu'auparavant, la qualité acoustique des constructions.

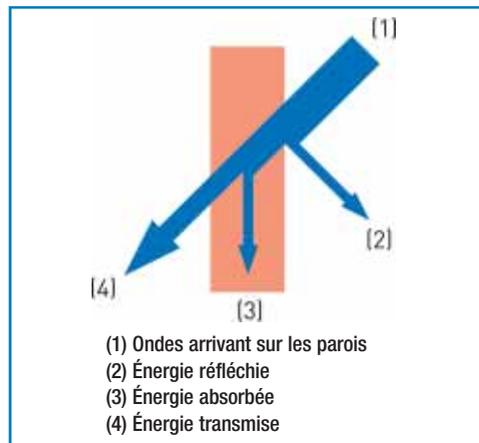
Les nuisances sonores sont classées en trois catégories :

- Les bruits aériens intérieurs et extérieurs : conversations, télévision, radio, chaîne hi-fi, trafics routier, ferroviaire et aérien...
- Les bruits d'impact intérieurs : ils sont générés par les vibrations dues aux chutes d'objets, aux déplacements de personnes ou de meubles...
- Les bruits d'équipements, appelés aussi bruits "solidiens" : chaudière, machinerie d'ascenseur, robinetterie, VMC, chasses d'eau...



Dans la réglementation des maisons individuelles isolées, seuls les bruits aériens extérieurs dus au trafic sont pris en compte.

Comme l'indique le dessin ci-contre, toutes ces nuisances sonores (1) subissent des phénomènes de réflexion (2), de dissipation (3) et de transmission (4) sur les surfaces intérieures des habitations (murs, planchers, plafonds).



Il faut s'efforcer de maîtriser :

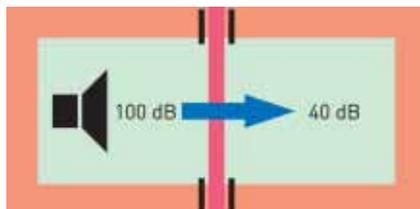
- L'énergie transmise (bruits aériens et bruits d'impacts) par une bonne isolation acoustique.
- Le niveau sonore réverbéré par une bonne correction acoustique.

L'isolation acoustique

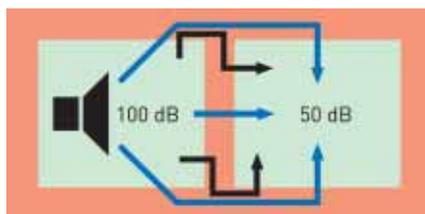
C'est l'ensemble des procédés mis en œuvre pour réduire le niveau sonore dans le local contigu d'un local d'émission.,

Deux données seront mesurées : l'indice d'affaiblissement acoustique et l'isolement acoustique.

- *L'indice d'affaiblissement acoustique* : noté R, il caractérise la qualité acoustique d'un élément de construction (parois, fenêtre, porte). Il est mesuré en laboratoire pour s'affranchir des transmissions du bruit par les parois latérales.



- *L'isolement acoustique* : noté D, il représente la valeur de l'isolation entre deux locaux ou entre un local et l'extérieur. Il est mesuré sur place en émettant un bruit de niveau élevé dans un local dit "d'émission" et en mesurant à l'aide d'un sonomètre, les niveaux de bruit dans ce local et dans un local voisin dit "de réception".



Remarque : l'isolement entre locaux (D) est égal à l'indice d'affaiblissement (R) de la paroi séparatrice, diminué des transmissions latérales (a), c'est-à-dire $D = R - a$. Cette notion est fondamentale car elle prend en compte les transmissions latérales qui sont, le plus souvent, prépondérantes.

2.3.4.2 - Les systèmes constructifs de protection phonique proposés par le béton



Les nouveaux textes réglementaires en application sont déterminés par l'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et aux modalités d'application de la réglementation acoustique.

Les performances acoustiques du bâtiment, élément de confort essentiel du cadre de vie, font partie de la démarche HQE®.

Le béton, matériau à masse volumique élevée, permet une bonne isolation acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs et intérieurs (loi de masse). Très schématiquement, on peut dire que l'isolation des murs et des cloisons répond à une loi physique, dite "loi de masse" : plus une paroi est dense et épaisse, plus elle freine

le bruit. Ainsi, un mur de béton de 20 cm d'épaisseur sera un isolant beaucoup plus efficace qu'un mur en brique ou en plâtre.

Plus une paroi est dense et épaisse, plus elle freine le bruit.

Une attention particulière sera portée aux traitements des ponts phoniques (endroits où l'isolation phonique est soit interrompue, soit affaiblie) comme, par exemple, aux jonctions façades/refends ou murs/planchers.

Pour bien isoler les sols, la technique des dalles flottantes (une chape de béton posée sur une sous-couche isolante thermo-acoustique) permet d'absorber les vibrations et les bruits de choc. Le résultat sera encore meilleur si l'on désolidarise complètement le sol des murs.

Le tableau ci-contre présente l'indice d'affaiblissement (R_A) d'un voile béton de 16 cm, doublé sur une ou deux faces, avec un doublage thermo-acoustique (PSEE 13 + 80).

Résistance acoustique.

Paroi	R_A	Gain*
Béton 16 cm	56 dB	–
Béton 16 cm + doublage 1 côté	65 dB	9 dB
Béton 16 cm + doublage 2 côtés	70 dB	14 dB

Le niveau de confort acoustique pour une habitation sera donc facilement atteint avec des solutions béton, pour peu que l'on respecte certaines précautions particulières (soulignons que les isolations thermiques et acoustiques doivent être étudiées conjointement, puisque certaines bonnes pratiques thermiques ne sont pas forcément de bonnes solutions phoniques et inversement).

* Par rapport au voile non doublé de 16 cm.

Dans tous les cas, l'emploi d'un isolant thermo-acoustique (laine de verre ou de roche, polystyrène souple) est à privilégier.

■ 2.3.5 - Le Béton Prêt à l'Emploi et les exigences des "Bâtiments Basse Consommation" (BBC)

2.3.5.1 - La Qualité Environnementale des Bâtiments (QEB)

Le Béton Prêt à l'Emploi ayant des impacts limités sur l'environnement, tant en production qu'en utilisation (murs en béton et isolants), il importe cependant de se

poser la question de l'impact environnemental des bâtiments construits en béton, et plus particulièrement de ceux qui sont composés d'éléments coulés en place.

Pour cela, il faut regarder la "trace environnementale" du bâtiment complet, dans toute sa complexité en se servant d'outils informatiques comme, par exemple, le logiciel Team Bâtiment. Pour un bâtiment donné, décomposé en éléments simples (produits ou systèmes constructifs), ce logiciel fait appel à une bibliothèque complète de fiches de déclarations environnementales et sanitaires (FDE&S), en les combinant entre elles afin d'obtenir l'empreinte environnementale de la construction.

Conscientes de l'importance de cette démarche, les filières du béton se sont associées pour mener une importante étude sur la qualité environnementale de trois bâtiments "types" : maisons individuelles de plain-pied (type "Mozart" de 100 m²), maisons individuelles à un étage (type "MI 2" de 117 m²) et logement collectif (type "LC2" R+3 de 1 073 m²).

Ces différents bâtiments sont placés dans des zones climatiques définies et sont constitués de systèmes constructifs "significatifs" du marché : murs branchés, murs en bloc béton, murs en bloc de béton cellulaire, murs en briques, monmur, ossature bois.

Des calculs sont alors effectués pour que ces bâtiments soient conformes au niveau BBC (bâtiment basse consommation), c'est-à-dire avec une consommation d'énergie (traduite en énergie primaire) de 50 kWh maximum pour la zone géographique de référence.

2.3.5.2 - Le référentiel du label BBC-Effinergie®

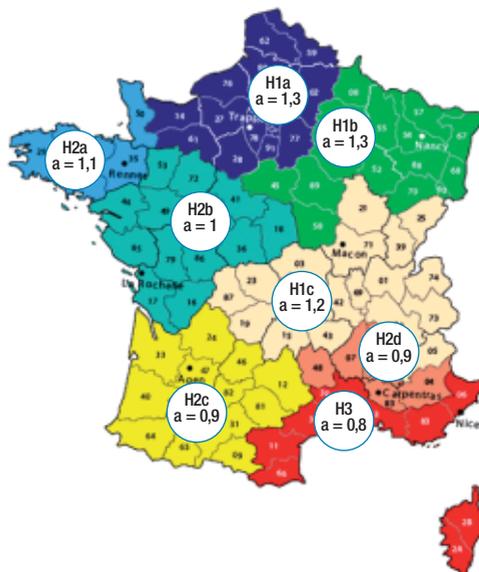


Le label BBC-Effinergie® est la marque de promotion du label officiel "Bâtiment Basse Consommation énergétique, BBC 2005", mis en place par l'arrêté du 8 mai 2007 publié au J.O. du 15 mai 2007.

L'objectif d'Effinergie® est de promouvoir, de façon dynamique, les constructions à basse consommation d'énergie en neuf et en rénovation, et de développer en France un référentiel de performance énergétique des bâtiments neufs ou existants.

Cet objectif est à moduler selon les régions, comme l'indique la carte ci-après.

La consommation conventionnelle d'énergie primaire (Cep) pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, les auxiliaires, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux doit être inférieure ou égale à une valeur en kWh/m² Shon (Surface hors œuvre nette) d'énergie primaire qui s'exprime sous la forme "50 (a + b)" définie dans l'arrêté du 8 mai 2007.



La valeur du coefficient "a" est fonction des zones climatiques définies dans l'arrêté du 8 mai 2007.

Zones climatiques	Coefficient a
H1a, H1b	1,3
H1c	1,2
H2a	1,1
H2b	1,0
H2c, H2d	0,9
H3	0,8

La valeur du coefficient "b" est fonction de l'altitude du terrain d'assiette de la construction.

Altitude	Coefficient b
≤ 400 m	0
> 400 m et ≤ 800 m	0,1
> 800 m	0,2

2.3.5.3 - Le Béton Prêt à l'Emploi et les "Bâtiments Basse Consommation"

Il est d'ores et déjà possible, en faisant un choix raisonné et équilibré entre isolation du bâti et équipement (chauffage, ventilation, eau chaude sanitaire...), d'obtenir un niveau de consommation énergétique correspondant au référentiel BBC, en utilisant des produits et systèmes courants.

Les tableaux ci-après donnent les épaisseurs et les natures des isolants à mettre en place pour obtenir le niveau de consommation énergétique requis pour un immeuble R+3 type LC 2, équipé soit d'une chaudière gaz à condensation, soit d'une pompe à chaleur, d'une ventilation Hygro B et d'une production d'eau chaude et sanitaire solaire avec appoint.

Petit collectif R+3 avec une isolation thermique par l'intérieur (I.T.I.),
isolant polystyrène expansé (PSE) et rupteurs thermiques.

I.T.I. PSE	Consommation d'énergie primaire en kWh _{ep} /m ² /an	Bloc de 20		Banche de 16		Brique de 20	
		Mur	Plancher	Mur	Plancher	Mur	Plancher
H1b	0,65	10 cm	15 cm	10 cm	15 cm	13 cm	15 cm
H2b	0,50	8 cm	12,5 cm	9 cm	12,5 cm	9 cm	15 cm
H3	0,35	8 cm	8 cm	8 cm	10 cm	10 cm	12,5 cm

Petit collectif R+3 avec une isolation thermique par l'intérieur (I.T.I.),
isolant laine de verre (LDV) et rupteurs thermiques.

I.T.I. LDV	Consommation d'énergie primaire en kWh _{ep} /m ² /an	Bloc de 20		Banche de 16		Brique de 20	
		Mur	Plancher	Mur	Plancher	Mur	Plancher
H1b	0,65	12 cm	18 cm	12 cm	18 cm	14 cm	20 cm
H2b	0,50	10 cm	10 cm	10 cm	16 cm	10 cm	20 cm
H3	0,35	9 cm	8 cm	10 cm	8 cm	9 cm	16 cm

Nota

- 1 - L'isolation des murs concerne les murs donnant sur l'extérieur et l'isolation des planchers concerne le plancher bas et le plancher haut du bâtiment.
- 2 - Les valeurs figurant dans ces deux tableaux, issues de l'étude QEB, sont données à titre indicatif et ne sauraient se substituer à une étude thermique du bâtiment considéré.
- 3 - Les trois zones H1b, H2b et H3 figurant dans ces tableaux correspondent à celles de la carte de France présentée dans le paragraphe 2.3.5.2.

Toutes choses étant égales par ailleurs (système de chauffage, ventilation, eau chaude et sanitaire solaire avec appoint...), le béton prêt à l'emploi permet d'atteindre les objectifs des bâtiments basse consommation (BBC) avec des niveaux d'isolation similaires, voire inférieurs, à ceux respectivement requis pour les blocs en béton et pour la brique.

Quant aux impacts environnementaux de ce type de bâtiment, on se reportera au document spécifique qui donne, pour les différents systèmes constructifs retenus dans cette étude, l'ensemble des valeurs des indicateurs prévus par la norme NFP 01-010.

**Le Béton permet aisément de répondre
aux exigences des Bâtiments à Basse
Consommation énergétique (BBC).**

Les solutions actuelles et innovantes du Béton Prêt à l'Emploi

3.1 - L'offre BPE

- 3.1.1 - Le Béton autoplaçant (BAP) pour les planchers, les dalles, les voiles et les fondations
- 3.1.2 - Les chapes autonivelantes
- 3.1.3 - Les bétons fibrés
- 3.1.4 - Les bétons décoratifs : un choix de coloris et de textures
- 3.1.5 - Les bétons dépolluants et autonettoyants

3.2 - Des services qui facilitent la mise en œuvre

- 3.2.1 - Le pompage
- 3.2.2 - Le tapis

Rappels

Le Béton Prêt à l'Emploi est un matériau qui profite, en permanence, des innovations effectuées par les services de Recherche et Développement des entreprises de la filière ciment-béton.

Cela permet aux acteurs de la construction de bénéficier d'avancées technologiques incontestables à deux niveaux :

• L'offre BPE :

- Les Bétons Autoplaçants (BAP) pour les planchers, les dalles, les voiles et les fondations,
- Les chapes auto-nivellantes,
- Les bétons fibrés,
- Les autres bétons techniques,
- Les bétons dépolluants et autonettoyants,
- Les bétons légers.

• Des services qui facilitent la mise en œuvre : pompage, tapis.

Les recherches sur de nouveaux bétons se poursuivent, tant pour améliorer encore leurs caractéristiques techniques et esthétiques que pour en faciliter la mise en œuvre : après les BHP (Bétons à Haute Performance) utilisés depuis déjà plusieurs années, les BFUP (Bétons Fibrés à Ultra Hautes Performances) sont aujourd'hui développés.

*De nouveaux bétons
pour une mise en œuvre plus facile.*

Le rôle des adjuvants

Les adjuvants permettent de créer des bétons adaptés aux préoccupations environnementales, comme les Bétons autoplaçants (BAP) et les Bétons Haute Performance (BHP).

Ce sont des produits organiques formulés, incorporés à faible dose (moins de 5 % de la masse du ciment dans le béton) afin d'améliorer certaines de ses performances. L'incorporation des adjuvants se fait en centrale à béton, au cours du malaxage.

L'impact environnemental des adjuvants est clairement pris en compte dans les "Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire" (FDE&S) du béton.

Selon l'effet recherché, on distingue trois grandes familles d'adjuvants :

- ceux qui agissent sur les délais de prise et de durcissement : les accélérateurs de prise et de durcissement d'une part et les retardateurs d'autre part,
- ceux qui agissent sur la plasticité et la compacité : les plastifiants, les plastifiants hauts réducteurs d'eau, les superplastifiants et les agents de viscosité,
- ceux qui agissent sur la résistance aux agents extérieurs : les entraîneurs d'air et les hydrofuges de masse.

Les adjuvants doivent être conformes à la norme NF EN 934-2.

3.1 - L'offre BPE

■ 3.1.1 - Le Béton autoplaçant (BAP) pour les planchers, les dalles, les voiles et les fondations

3.1.1.1 - Définition et règles d'utilisation



Le béton autoplaçant (BAP) est un béton qui n'a pas besoin de vibration pour être mis en place, du fait de sa grande ouvrabilité.

Cette nouvelle famille de bétons présente de nombreux avantages sur les chantiers :

- réduction des nuisances sonores,
- amélioration des conditions de travail du personnel,
- rapidité d'exécution,
- qualité des ouvrages finis.



Il existe différents types de BAP correspondant aux applications suivantes (voir annexe 6.7.2) :

- les applications horizontales courantes et les fondations,
- les applications verticales courantes,
- les applications spécifiques : ouvrages fortement ferrailés, de grande hauteur, de formes complexes, architectoniques,...



Les BAP sont :

- très fluides (classe de consistance S5, au sens de la norme NF EN 206-1),
- homogènes et sans ségrégation,
- mis en œuvre sans vibration,

Ils présentent des résistances et des durabilités analogues à celles des bétons traditionnels ou à hautes performances, mis en œuvre par vibration.

Les BAP sont couverts par la norme NF EN 206-9 qui complète, en ce qui les concerne, la norme NF EN 206-1.

Pour être utilisés en structure, ils doivent par ailleurs être conformes à la norme NF EN 206-1. Les prescriptions et normes de conception et de dimensionnement des structures s'appliquent aux BAP.



3.1.1.2 - La caractérisation des bétons autoplaçants

Trois principaux essais permettent de caractériser et de qualifier les BAP : la mesure d'étalement au cône d'Abrams (écoulement en milieu non confiné), l'essai de la boîte en L (écoulement en milieu confiné) et l'essai de stabilité au tamis (résistance à la ségrégation).

Les BAP sont qualifiés par les essais détaillés dans l'annexe 6.7.1., selon le type d'utilisation : horizontal, vertical, spécifique.

Nota

L'utilisation d'un BAP architectonique donne des possibilités accrues d'obtenir des parements de qualité. Par contre, il convient de vérifier, au tout début de l'opération, que les caractéristiques du béton et les moyens de mise en œuvre sont en adéquation avec les objectifs visés.

3.1.1.3 - La formulation des bétons autoplaçants

Les BAP font désormais partie des bétons de formulation courante proposés par les centrales de BPE.

Ils présentent une grande fluidité, s'écoulent avec un débit suffisant sans apport d'énergie externe (vibration), à travers des zones confinées (armatures).

Ils offrent une bonne résistance à la ségrégation "dynamique" (en phase de coulage), mais aussi une fois en place (ségrégation "statique", effet de la gravité).

Ils sont pompables.

La formulation des BAP, particulièrement étudiée, fait appel entre autres à :

- des superplastifiants pour obtenir la fluidité souhaitée et quelquefois à des agents de viscosité. Les superplastifiants permettent d'obtenir une meilleure répartition des grains de ciment et assurent le maintien de la fluidité. Les agents de viscosité empêchent le ressuage et limitent la ségrégation en rendant la pâte plus épaisse,
- un agent entraîneur d'air, en cas d'exposition au gel-dégel.

L'optimisation du squelette granulaire est indispensable pour obtenir les caractéristiques nécessaires à la fluidité et à l'écoulement en milieu confiné.



3.1.1.4 - La fabrication des bétons autoplaçants

La formulation des BAP requiert des procédures de fabrication et de contrôles adaptées.

La plupart des malaxeurs peuvent produire des BAP. Le temps de malaxage est toutefois légèrement supérieur à celui d'un béton classique. Le mélange, riche en éléments fins et en adjuvants, doit être le plus homogène possible.

Afin de garantir la régularité des performances, la fabrication des BAP nécessite un contrôle renforcé des constituants.

3.1.1.5 - La livraison des bétons autoplaçants

L'hyperfluidité du BAP conduit à prendre les dispositions spécifiques pour éviter les déversements et à adapter l'ouvrabilité aux temps et aux moyens de transports. Le BAP peut être livré sur chantier par tous les moyens de livraison du BPE : camions-toupies, mixo-pompes ou camions-tapis (si la pente du tapis est inférieure à 12 %).

3.1.1.6 - Les différents modes de mise en œuvre des BAP

- D'une manière générale, il est primordial que les équipes en charge de la mise en œuvre du béton aient été formées à celle du BAP. Les règles de l'art classiques, correspondant à la préparation des coffrages avant la mise en œuvre de bétons ordinaires, sont identiques pour les BAP.

Un soin particulier sera porté à la préparation du support (étanchéité) et au nettoyage (chutes de ligatures, débris).



- Pour les applications horizontales et les fondations, les BAP peuvent être mis en œuvre par déversement direct depuis la goulotte de la toupie (à la benne à manchette ou à volant), par camion-malaxeur équipé d'un tapis ou d'une pompe, ou encore par une pompe à béton indépendante.



La mise en place finale pour les dallages est effectuée au moyen d'une barre dite de "débullage".

- Pour les applications verticales en maison individuelle, les BAP seront surtout utilisés en remplissage de maçonnerie à bancher (voir paragraphes 4.2.1 et 4.2.2).
- Pour les utilisations en voiles béton, se reporter au paragraphe 4.2.4.



3.1.1.7 - La cure des BAP

Pour les applications horizontales, il convient d'appliquer une cure immédiatement après la mise en œuvre du béton afin d'éviter une évaporation trop importante, source de fissuration précoce et de diminution des propriétés de durabilité du béton d'enrobage.

Les précautions d'usage devront être prises avant la pose d'un revêtement.



3.1.1.8 - Les principaux atouts des bétons autoplaçants



L'aptitude des BAP à être mis en place sans vibration engendre toute une chaîne d'avantages en termes de délai d'exécution, de réduction du matériel de chantier, de facilité de mise en œuvre, d'optimisation du remplissage des coffrages et d'amélioration des conditions de travail et de sécurité des ouvriers.

Les larges temps d'ouvrabilité maîtrisés permettent de réaliser des ouvrages difficiles ou impossibles d'accès avec une solution classique de vibration.

La mise en œuvre sans vibration permet de supprimer les matériels de vibration (aiguilles vibrantes, vibreurs ...) et de réduire les nuisances sonores et vibratoires pour les ouvriers et l'environnement du chantier.

Les BAP sont particulièrement adaptés pour la réalisation d'ouvrages en zones sensibles, soumises à des exigences acoustiques.

« Les BAP renforcent la sécurité sur chantier. »

Le choix du BAP améliore les conditions de travail des ouvriers :

- Sécurité : suppression des postes de travail à risque dans les parties hautes des coffrages,
- Santé : absence de vibration et mise en place en station debout (protège les lombes).

Les BAP présentent une avancée importante : ils permettent d'optimiser l'organisation des chantiers, avec une amélioration de la productivité et une réduction des coûts de construction.

Ils réduisent, par exemple, le nombre de points de déchargement du béton lors de la réalisation des fondations.

L'emploi du BAP a déjà trouvé toute sa justification dans les dallages : ses propriétés de mise en place (planéité, absence de surfaçage) et l'inexistence sont largement appréciées par les entreprises, auxquelles il fait réaliser des économies de temps et de main d'œuvre.

Il convient de considérer la "solution BAP" dès la conception du projet afin que ces atouts aient réellement un impact significatif sur l'économie globale d'un chantier.



■ 3.1.2 - Les chapes autonivelantes

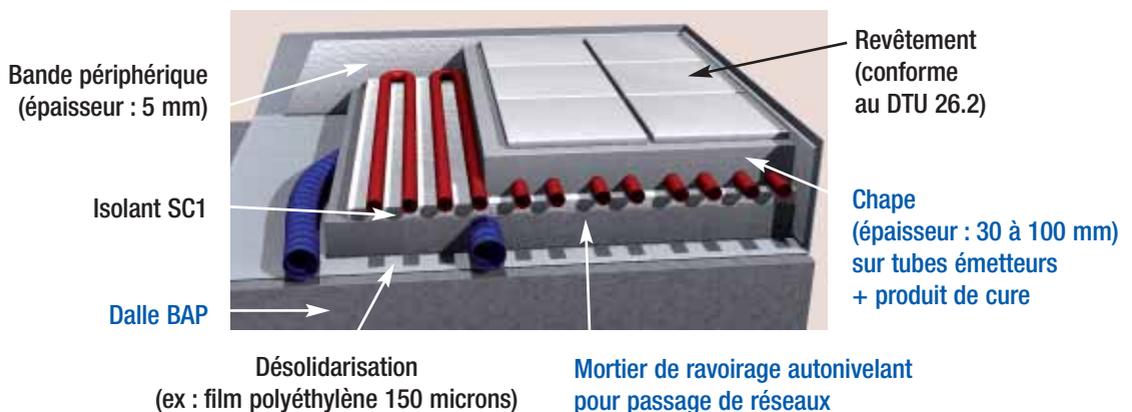
Les chapes autonivelantes sont constituées de matériaux à base de ciment ou de sulfate de calcium (anhydrite) et bénéficient d'un marquage CE. Fabriquées en centrale BPE agréées, livrées par camion-malaxeur, elles sont mises en œuvre par pompage. Elles nécessitent de respecter des conditions précises de mise en œuvre :

- Être réalisées exclusivement en intérieur : en chape adhérente, désolidarisée, flottante sur isolant thermique et/ou acoustique, flottante sur un système de chauffage par le sol (à eau chaude basse température, réversible/rafraîchissant ou rayonnant électrique),
- Les locaux doivent être hors d'eau, hors d'air, fenêtres et vitrages posés,
- Lors du coulage du béton, la température extérieure doit être comprise entre 5 et 30 °C et à l'abri du gel pendant 48 heures,
- Les chapes ne peuvent pas rester apparentes : un revêtement de sol doit impérativement les recouvrir.

3.1.2.1 - Les chapes autonivelantes à base de ciment

Les avantages d'une chape fluide sur plancher chauffant sont nombreux : un temps de séchage réduit, une planéité parfaite, un bon enrobage des éléments chauffants, la possibilité d'une pose de carrelage ou d'un revêtement de sol à partir de 14 jours (se référer aux différents CPT et DTU), une très grande résistance mécanique, un meilleur rendement des sols chauffants.

La chape permet une diffusion homogène, verticale et horizontale, de la chaleur dans la maison. Son inertie thermique génère des économies d'énergie. L'intégration de fibres métalliques évite la pose d'armatures métalliques et l'usage de fluidifiant.



Chape fluide sur plancher chauffant.

3.1.2.2 - Les chapes autonivelantes anhydrites

La chape anhydrite est recommandée tant en travaux neufs qu'en rénovation sur :

- un support en maçonnerie,
- un plancher Béton,
- des supports en bois ou en panneau dérivés bois,
- d'anciens revêtements non putrescibles de type carrelages, revêtements résilients,
- la chape asphalte.

Son application est possible dans les cas suivants :

- Chape désolidarisée par un polyane,
- Chape sur planchers chauffants à eau chaude basse température, réversible ou non,
- Chape flottante sur isolant thermique et / ou acoustique,
- Chape de grande superficie,
- Rénovation,
- Réhabilitation de planchers.

La chape est recommandée pour la réalisation d'une dalle devant recevoir un carrelage ou un revêtement fragile.



La chape permet de travailler en faible épaisseur, sans joint de fractionnement.

Elle présente de multiples avantages :

- Rapidité et facilité de mise en œuvre (produit livré prêt à l'emploi),
- Haut niveau de performances mécaniques à la compression et à la flexion : il est possible de travailler en faible épaisseur (2,5 à 7 cm), ce qui réduit la charge sur la structure,
- Planéité parfaite,
- Absence de joint de fractionnement (surface jusqu'à 1 000 m², hors plancher chauffant),
- Excellente réactivité du plancher chauffant grâce à une conductivité thermique élevée et à un enrobage idéal des tuyaux de chauffage,
- Accessibilité de la chape au bout de 3 jours par les autres corps d'état.

■ 3.1.3 - Les bétons fibrés

Les fibres améliorent certaines propriétés du béton ou lui confèrent des performances particulières.

Il est possible d'incorporer au béton des fibres de verre, métalliques ou polymères, dont la section est de l'ordre du millimètre et la longueur de quelques centimètres. Prévu dans la formulation, elles sont introduites lors de la fabrication en centrale, afin d'assurer une parfaite homogénéité du mélange.



3.1.3.1 - Les bétons avec fibres "structurelles"

Les fibres structurelles sont utilisées pour réaliser une dalle sur terre-plein, des planchers hourdis ou des fondations superficielles (semelles filantes).

Les fibres structurelles viennent en remplacement des armatures courantes. Elles renforcent la structure de façon multidirectionnelle et homogène. Elles évitent la manipulation et la découpe d'armatures, et améliorent le confort lors du coulage (absence d'armatures). Elles éliminent le risque de corrosion et suppriment aussi tout risque de vol des armatures sur le chantier.

Parce qu'ils sont faciles et rapides à mettre en œuvre, les bétons avec fibres structurelles permettent de réaliser une économie globale substantielle dans la réalisation d'un chantier.



Il convient de rester conforme aux avis techniques.

« Les bétons de fibres structurelles permettent de remplacer les armatures courantes. »

3.1.3.2 - Les bétons avec micro fibres anti-fissuration

L'apparition des fibres polypropylène dans les bétons date du milieu des années 80. Leur développement, depuis les années 90, en fait aujourd'hui une solution reconnue pour maîtriser le retrait plastique et limiter le risque de fissuration des premières heures.

La longueur des microfibrilles est généralement comprise entre 6 et 20 mm, pour un diamètre de 20 à 100 µm, et un module d'élasticité de l'ordre de 3,5 GPa. Toutes les études ont démontré que le dosage de 900 g/m³ permet, dans certains cas, de remplacer les treillis antifissuration dans les chapes et les bétons, à condition de maintenir les protections dans les angles saillants.

Aujourd'hui, ces microfibrilles synthétiques se divisent en deux catégories :

a) *Les microfibrilles fibrillées* : elles offrent la surface d'adhérence la plus élevée dans la matrice cimentaire et donnent de très bonnes performances. Elles sont généralement utilisées à raison de 900 g/m³ dans le béton.

Ces microfibrilles fibrillées limitent le tassement et la ségrégation. Elles sont généralement utilisées dans les dallages et les bétons de voirie.

b) *Les microfibrilles monofilamentaires* : elles sont généralement utilisées pour leur aptitude à remplacer, dans certaines applications, le treillis antifissuration. Leur faible diamètre (de l'ordre de 30 µm) les rend moins visibles, d'où leur utilisation dans les bétons décoratifs (bétons désactivés, balayés, cirés...).

De nouveaux marchés s'ouvrent aujourd'hui à ce type de fibres : les dernières études montrent, qu'à des dosages de l'ordre de 2 à 4 kg/m³, elles améliorent le comportement du béton au feu, en retardant de façon très efficace son éclatement. Les fibres synthétiques sont couvertes par la norme NF EN 14 889-2 concernant le marquage CE et parue en juin 2008.

Tableau d'utilisation des fibres synthétiques.

Type de fibres	Longueur	12 mm	12 mm	6 mm	12 mm	19 mm	38 mm	51 mm	30 à 50 mm
	Nature	Monofilamentaire	Monofilamentaire	Fibrillée	Fibrillée	Fibrillée	Fibrillée	Fibrillée	Macrofibre
	Dosage	600 g/m ³	900 g/m ³	2 à 10 kg/m ³					
Domaine d'application	Semelles filantes Maison Individuelle								
	Dallages terre-plein Maison Individuelle								
	Planchers VS Maison Individuelle								
	Dallages industriel et non industriel (suivant DTU 13-3)								
	Bétons de voirie (trottoirs, allées de garage...)								
	BAN / BAP								
	Sols cirés								
	Chapes								
	Chapes autonivelantes								
	Bétons en pente								
	Mortiers								
	Enduits								

■ **3.1.4 - Les bétons décoratifs : un choix de coloris et de textures**

Le béton laisse aujourd'hui au concepteur une liberté d'imagination. Il offre une large palette de couleurs et de multiples traitements de surface pour lui donner un aspect esthétique, antidérapant, facile à nettoyer...

Il joue sur de multiples tonalités avec le ciment gris ou blanc, les tons naturels des granulats et des sables, les pigments colorés ou les incrustations...

Grâce aux considérables progrès obtenus au niveau des formulations et des traitements, le béton s'expose dans l'architecture : façades et refends, poteaux, sols intérieurs, descentes de garage, terrasses, plages de piscines, escaliers, allées...

Le béton peut être désactivé, lissé, taloché, balayé, brossé, strié, poli, ciré, coloré, imprimé..., autant de traitements de surface en fonction de la destination de l'ouvrage.

Dans le salon d'une maison individuelle, un sol en béton poli ou ciré remplace le carrelage traditionnel ou le parquet.





Avec une large gamme de techniques de traitements de surface et l'utilisation de matériaux locaux (sables et granulats), le béton peut, à

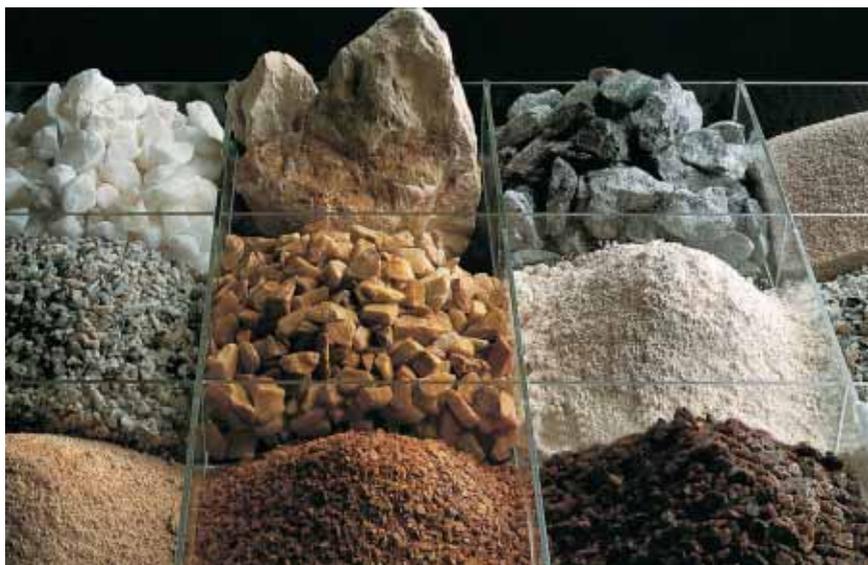
volonté, soit se fondre dans le paysage, soit en assurer un contrepoint des plus réussis.

Le béton trouve ses lettres de noblesse dans la réalisation des aménagements extérieurs des bâtiments, en permettant de différencier visuellement les espaces autour des habitations et de lieux publics.

Des textures et des couleurs... qui servent aussi la sécurité !



Ces réalisations peuvent être enrichies par l'intégration de matériaux locaux (sable, granit, porphyre, grès, basalte...), par l'association de bétons de différentes teintes empruntant aux pigments leurs plus belles nuances (jaune, rouge, brun, ocre...) et par le mariage avec les matériaux régionaux (pavés et dalles de pierres, éléments décoratifs en bois...).



Parce qu'il adopte toutes sortes de formes, le Béton Prêt à l'Emploi autorise une large palette de formes et de volumes, souvent évolutifs au gré de la vie de la cellule familiale. En permettant de grandes portances, le béton facilite la conception des bâtiments.

Il permet, en outre, toutes sortes d'aménagements pour le confort des personnes à mobilité réduite (volet "Bâtiment" de la loi du 11 février 2005 pour "l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées").



■ 3.1.5 - Les bétons dépolluants et autonettoyants

3.1.5.1 - Les bétons dépolluants

Les bétons dépolluants utilisés pour réaliser des façades de bâtiments, des voiries ou des aménagements contribuent à la réduction de la pollution atmosphérique en milieu urbain. Ces bétons piègent et dégradent les gaz polluants NO_x (oxydes d'azote) et COV (Composés Organiques Volatils).



3.1.5.2 - Les bétons autonettoyants



Les façades de bâtiments situées dans des environnements verdoyants, tels que jardins et parcs, sont propices au développement de salissures d'origines organiques.

Les bétons autonettoyants conservent, dans le temps, la qualité initiale de parement des façades. Ils empêchent la formation et le développement de salissures d'origines biologiques, telles que mousses, lichens ou algues.



3.2 - Des services qui facilitent la mise en œuvre

■ 3.2.1 - Le pompage

Le pompage du béton est une technique qui consiste à refouler le béton dans une tuyauterie par l'intermédiaire d'une pompe.

Lors de la conception et de la réalisation d'un projet, de nombreux paramètres doivent être maîtrisés pour obtenir un rendu final conforme aux attentes des maîtres d'ouvrages, des maîtres d'œuvre et des architectes.

Parmi ces paramètres, la mise en œuvre du béton occupe une place prépondérante. Le pompage du béton est l'une des solutions qui optimise la qualité de mise en œuvre.

3.2.1.1 - Le matériel de pompage

2 000 pompes sont disponibles en France.

Il existe trois types de pompes :

- Les camions-malaxeurs pompes,
- Les pompes automotrices à tuyaux ou à flèche de répartition,
- Les pompes stationnaires utilisées en poste fixe. Dans ce cas, le béton est transporté dans une tuyauterie posée au sol qui alimente un mât de bétonnage ou assure le remplissage d'un coffrage.



Camion malaxeur pompe.



**Pompe stationnaire
utilisée en poste fixe.**



**Pompe automotrice
à flèche de répartition.**

3.2.1.2 - Les atouts du bétonnage par pompage

Le bétonnage par pompage offre de nombreux atouts. Les caractéristiques initiales du matériau sont préservées. Le pompage permet de mettre en œuvre, dans les coffrages, des bétons frais de consistance et de caractéristiques plus homogènes.

La mise en œuvre du béton à la pompe évite les reprises de bétonnage et assure une meilleure homogénéité des parements.

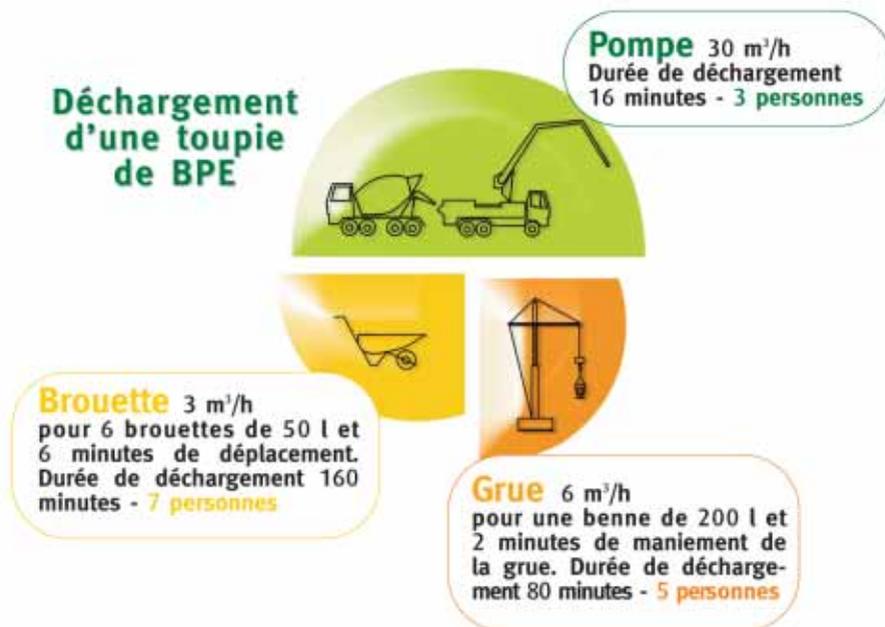
Pour un coulage vertical, la chute du béton de la sortie de la flèche au point de bétonnage est freinée par un tuyau flexible. Le béton coule en continu jusqu'à son emplacement définitif et conserve ainsi toute son homogénéité.

Dans un coffrage, le tuyau flexible est descendu au point bas du coffrage. Il est remonté avec le béton au fur et à mesure du remplissage du coffrage, ce qui évite toute chute au béton et sa ségrégation.

Dès que l'équipe béton atteint 3 personnes, la pompe est économiquement intéressante.

3.2.1.3 - Rentable même pour les petits chantiers

L'acheminement du béton au moyen d'une pompe, de la bétonnière portée vers le coffrage, est sensiblement plus rapide et économe en personnel que la pose traditionnelle.



La comparaison avec l'utilisation de bennes de grue courantes est éloquent :

- Une benne de grue d'un volume de 200 litres consomme 2 minutes par déplacement de benne, soit une capacité de coulage de 6 m³ (30 x 200 litres) de béton/heure.

Le coulage nécessite cinq personnes par benne de grue : le conducteur de grue, le conducteur de benne sur le lieu du coulage, le conducteur de benne lors du chargement et deux personnes pour répartir, compacter et lisser le béton.

Le bétonnage au moyen d'une benne requiert l'utilisation d'une grue pendant toute la durée de bétonnage.

- Une pompe à béton permet de couler au moins 30 m³ de béton/heure. Le travail est accompli par trois personnes de l'équipe de bétonnage, associées à la personne en charge de la pompe.

La pompe permet de couler la même quantité de béton avec seulement trois personnes : l'une se charge de répartir le béton avec l'embout du tuyau, les deux autres le compactent et le lissent. Le recours à la pompe permet d'affecter la grue à d'autres travaux durant le bétonnage.

Enfin, avec une pompe adaptée, on accède aux points de coulage de façon très précise.

Le pompage du béton est particulièrement performant sur un "petit" chantier doté d'une équipe de trois personnes. Par exemple, la construction de trois maisons mitoyennes avec un coulage pour les fondations.

3.2.1.4 - Commander une pompe à béton

Commander une pompe à béton est aussi simple que de commander du Béton Prêt à l'Emploi. C'est la centrale de BPE qui propose ce service et donne l'assurance que le béton commandé est compatible avec le pompage.

En cas de questions ou de travaux spéciaux, adressez-vous au producteur de BPE. Les conseillers technico-commerciaux définiront avec vous le déroulement du coulage et les dimensions de mât requises.

■ 3.2.2 - Le tapis

Les tapis améliorent significativement les performances et la rentabilité de la manutention du béton :

- Auto-porté, le béton est immédiatement disponible,
- C'est une solution économe en main d'œuvre. Le chauffeur gère toute la livraison : un seul camion, un seul chauffeur,
- Le temps de livraison est réduit par la rapidité du déversement du béton,
- Adapté aux bétons fluides, le tapis peut mettre en place des BAP sur une pente à concurrence de 12 %.





Chapitre

4

Les solutions constructives

4.1 - Les solutions constructives

- 4.1.1 - Fondations et sous-sol
- 4.1.2 - Dallage, chape autonivelante et sols en bétons esthétiques
- 4.1.3 - Murs, poteaux, poutres de structure, escaliers et accès
- 4.1.4 - Les aménagements extérieurs principaux
- 4.1.5 - Les autres aménagements extérieurs

4.2 - Les techniques facilitant la mise en œuvre

- 4.2.1 - Le bloc à bancher
- 4.2.2 - Les autres maçonneries à bancher
- 4.2.3 - Les banches
- 4.2.4 - Le Béton autoplaçant en petit collectif

4.1 – Les solutions constructives

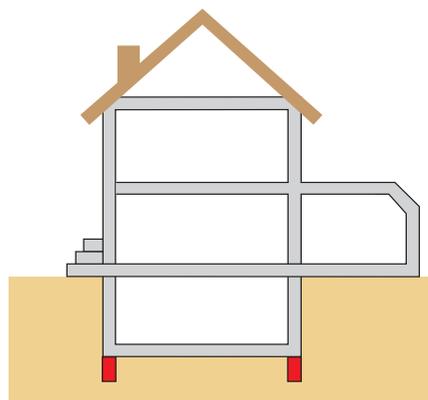
La plupart des solutions constructives définies pour la maison individuelle conviennent également pour le petit collectif. Il faut cependant préciser que le BPE est particulièrement adapté, dès lors que :

- le bâtiment comporte des ouvertures de grandes largeurs (le BPE permettant de grandes portances),
- l'accès au chantier est délicat et requiert du pompage (notamment en milieu urbain),
- le matériau de structure doit rester apparent (le BPE constitue une solution de prédilection).

■ 4.1.1 - Fondations et sous-sol

4.1.1.1 - Les fondations

Avec une excellente résistance au feu, au froid, à l'érosion, aux inondations, aux séismes, à l'intrusion et aux nuisibles, le béton en fondation 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.



Le béton autoplaçant (BAP) est particulièrement adapté à la réalisation de fondations.

Autonivelant, moins pénible à mettre en œuvre et sans vibration, il facilite la réalisation de l'ouvrage et améliore de manière significative la productivité du chantier. D'autant plus que les professionnels du pompage du béton se sont dotés de moyens sophistiqués et performants pour mettre en place ce matériau à la pompe. Par exemple, une semelle filante (fondation la plus courante qui court le long des murs), réalisée en béton autoplaçant et mise en œuvre à la pompe, requiert très peu de main d'œuvre.

Du fait de l'extension continue des zones urbanisées, il est de plus en plus fréquent que la maison soit construite sur un terrain inadapté aux fondations classiques.

La réalisation de longrines en béton permet de supporter le plancher du vide sanitaire. Outre sa rapidité de mise en œuvre, la fondation en béton réduit le travail de décaissement : les longrines béton prennent appui sur des plots et reçoivent les poutres et éléments isolants, l'ensemble servant de support au plancher bas.

Innovation

Hors des zones sismiques, les bétons fibrés (avec fibres sous avis techniques) évitent l'incorporation d'armatures courantes. L'homogénéité du renforcement par les fibres améliore la qualité de l'ouvrage.

Le choix du BAP assure aux entrepreneurs une meilleure productivité, une gestion rationnelle des intempéries et une plus grande sécurité sur chantier : pas de découpe ni de manutention des aciers et suppression du stockage des aciers.

Nota

- Lorsque le terrain est en pente ou de mauvaise qualité, le béton est le matériau idéal pour construire des pilotis solides et imperméables qui stabiliseront l'habitation.

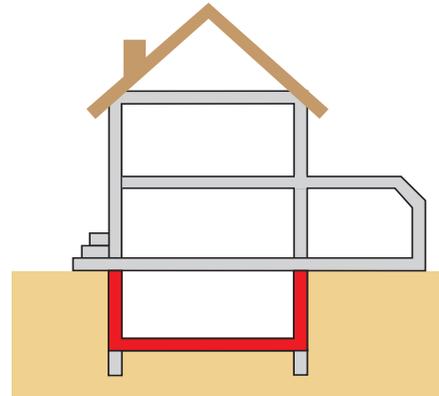
- Les bétons de fondations doivent impérativement résister aux environnements agressifs, tels que définis dans la norme NF EN 206-1 et dans le fascicule P 18 011.



4.1.1.2 - Le sous-sol

La construction d'un sous-sol constitue une alternative qui aura le double avantage de stabiliser la maison et de créer des espaces complémentaires utiles.

Alternative au vide sanitaire pour faire passer les réseaux, la création d'un sous-sol permet d'augmenter la surface d'usage avec un minimum de dépense supplémentaire.



Cet espace peut être utilisé en local technique dédié aux équipements d'énergie renouvelable (géothermie, par exemple), de rangement ou en surface d'habitation : salle multimédia, atelier, bureau, chambre complémentaire, salle de sport, cellier... En cas de revente de la maison, la plus-value apportée par le volume du sous-sol peut être importante.

La création d'un sous-sol avec dalle et parois en béton procure un avantage foncier incontestable : maximum de bâti sur un minimum de terrain. Elle renforce la stabilité de la maison, en particulier en zone sismique ou dans le cas d'un terrain de médiocre qualité, et isole l'habitation du sol, générant une substantielle économie d'énergie.

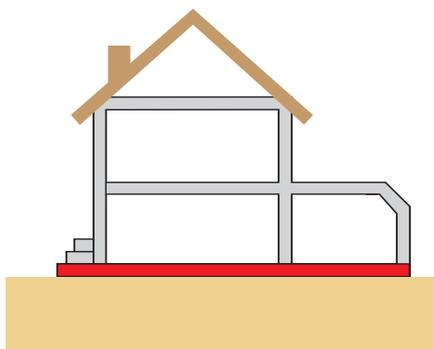
Le dallage en béton sert à stabiliser le sol d'une cave ou d'un sous-sol. L'épaisseur de la dalle dépendra de la charge à supporter et de la nature du sol.



■ 4.1.2 - Dallage, chape autonivelante et sols en bétons esthétiques

4.1.2.1 - La dalle sur terre-plein

Cette dalle est directement posée sur le sol, à condition qu'il soit homogène, compact et sans risque de tassement ou de gonflement. Conformément au DTU 13.3 partie 3, elle doit avoir une épaisseur minimale de 12 cm et être renforcée par une armature en treillis ST 25C.



Innovation

Il est désormais possible de remplacer le treillis ST 25C par un béton de fibres structurales (éventuellement un béton autoplaçant fibré).

Associé à une chape et à un isolant, ce béton constitue une solution économique et répond aux exigences de la RT 2005.



4.1.2.2 - La dalle de compression sur plancher poutrelles hourdis

C'est une dalle d'une épaisseur minimale 4 cm et armée de treillis soudés, coulée sur des éléments poutrelles et hourdis qui constituent l'ossature fermée ou les nervures du plancher.

Innovation

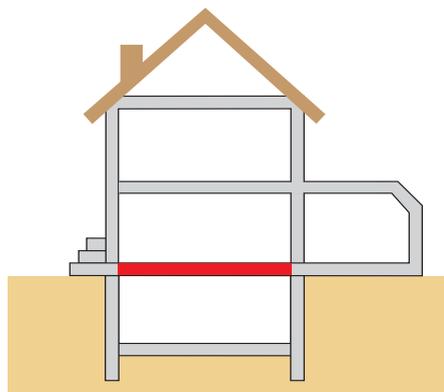
Le béton autoplaçant fibré horizontal évite la pose du treillis soudé (emploi hors zone sismique, sous avis technique).



4.1.2.3 - Les planchers bas

14 % des déperditions thermiques d'une habitation sont issues des planchers bas sur sous-sol ou sur vide sanitaire, moins utilisés et par conséquent moins chauffés.

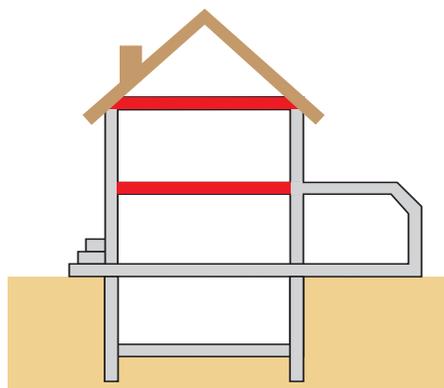
Les systèmes constructifs, qui associent plancher en béton, isolant thermo-acoustique et chape, assurent une excellente isolation de la construction, en séparant les pièces habitables des fondations ou sous-sols.



4.1.2.4 - Les planchers hauts

Les combles habitables représentent la partie de construction située sous une toiture inclinée.

En créant une dalle en béton sous le toit, on obtient un volume supplémentaire qui permet d'aménager les combles en fonction de l'évolution des besoins des habitants.



Ce type de plancher augmente l'inertie thermique de la construction, en particulier en régulant la température l'été.

4.1.2.5 - Les chapes

La chape est un ouvrage en mortier de ciment, coulé en faible épaisseur sur un plancher, afin d'en assurer la planéité. Elle permet la mise à niveau de la dalle et la régularité de sa surface. Elle peut constituer le support d'un revêtement de sol ou d'étanchéité. Enfin, la chape améliore l'isolation thermique et acoustique des locaux, en regard de la réglementation en vigueur. La chape doit présenter une résistance suffisante pour assurer la transmission des charges à la structure.



Innovation

La chape autonivelante est un mortier prêt à l'emploi qui se pose sur tous types de supports : béton, bois, panneaux isolants thermiques ou acoustiques. Elle peut recevoir tous les revêtements de sol : chape pour carrelage, parquet, moquette, marbre, revêtement plastique, résine de sol, pierre ou terre cuite...

4.1.2.6 - Les sols en bétons esthétiques

Qu'il s'agisse de projets de construction ou de rénovation, le béton est le matériau qui offre, à l'architecte et au particulier, la possibilité de réaliser des espaces et des volumes aussi variés que personnalisés, voire évolutifs au gré de la vie de la cellule familiale. Dans le salon d'une maison individuelle, par exemple, un sol en béton poli ou ciré remplace le carrelage traditionnel ou le parquet. Il se suffit par lui-même, avec une esthétique qui le dispense d'être recouvert d'un autre matériau. Un sol en béton poli ou ciré stocke l'énergie thermique et régule les variations de température, créant ainsi un agréable confort dans la maison. Enfin, il est d'un entretien facile.

Pour des constructions anciennes, des coulis colorés, à base de ciment, permettent des travaux de rénovation sur des sols existants, en apportant un aspect esthétique.



■ 4.1.3 - Murs, poteaux, poutres de structure, escaliers et accès

4.1.3.1 - Les murs

Le Béton Prêt à l'Emploi permet une grande liberté de choix esthétique pour les murs d'habitation, aussi bien au niveau des formes (rectilignes ou courbes) qu'au niveau des parements (brut, poli, coloré...).

Ses performances techniques offrent la possibilité de concevoir des réservations pour la création d'ouvertures intérieures, constituant ainsi de vastes espaces à vivre, ou extérieures, comme de larges baies. Les portances peuvent être plus grandes.

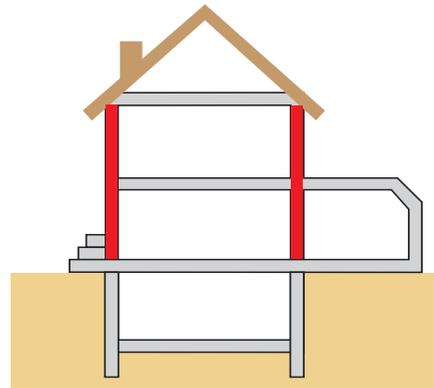
La qualité du parement, en particulier s'il s'agit d'un béton autoplaçant architectonique, permet de laisser le matériau brut ou de le couvrir directement d'une lasure qui dotera l'habitation d'une touche de modernité.

Les bétons autoplaçants conviennent particulièrement à la réalisation de murs : il suffit d'adapter la mise en œuvre par le renforcement des coffrages et de leur étanchéité.

Les murs extérieurs sont à l'origine de 58 % des déperditions thermiques de l'habitation. L'inertie thermique et phonique (bruits aériens) du matériau béton et son excellente résistance au feu assurent confort, sécurité et qualité de vie.

4.1.3.2 - Les poteaux et poutres de structure

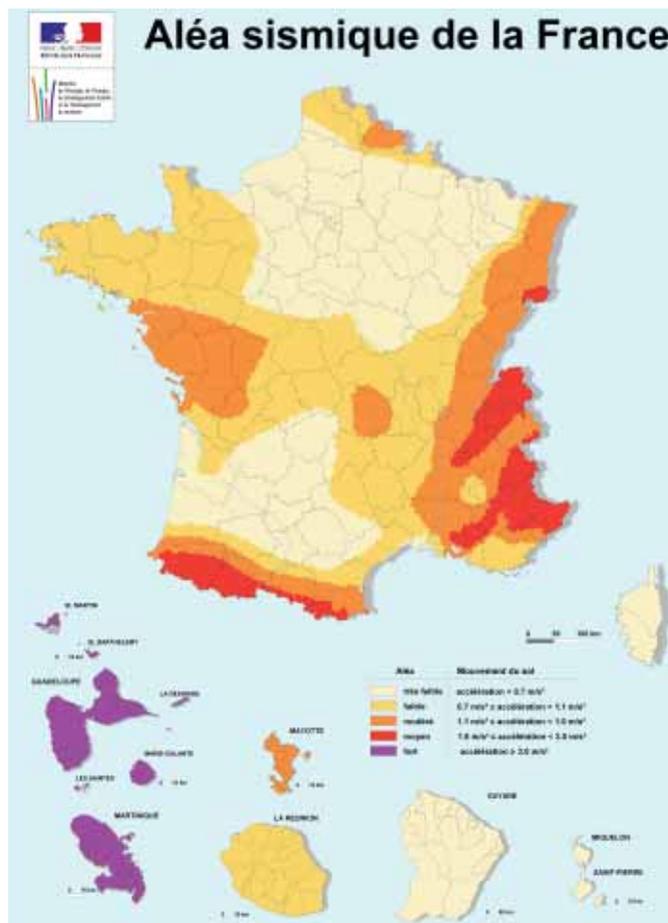
Dans un bâtiment, la fonction structure est particulièrement bien assumée par le béton : en plus de sa résistance mécanique, sa souplesse d'utilisation favorise les efforts dans les éléments porteurs que sont les poteaux et les poutres.



Même si la France n'est pas un pays à risque sismique élevé, des séismes de forte intensité se sont produits et se produiront encore. C'est pour cette raison qu'il est indispensable de prendre en compte ce risque et d'adapter les dispositifs parasismiques à mettre en place, en fonction de la région et du sol sur lequel est construit le bâtiment.



La nouvelle carte sismique, publiée par le Ministère de l'Écologie et du Développement durable, est fondée sur une approche probabiliste prenant en compte les périodes de retour des ondes sismiques. Elle découpe le territoire en cinq zones de sismicité : très faible, faible, modérée, moyenne et forte.



20 000 communes, au lieu de 5 000 précédemment, sont aujourd'hui concernées par ce nouveau découpage.

Pour les maisons individuelles et le petit collectif, il est donc nécessaire de mettre des protections parasismiques sur les éléments structuraux comme les murs, les planchers, les poteaux et les poutres dans les zones à risque modéré, moyen et fort.

En cas de survenance d'un séisme, les règles parasismiques visent à assurer la protection des vies humaines, la limitation des dommages aux structures et la continuité opérationnelle des bâtiments importants pour la sécurité civile. Pour ce faire, elles imposent des méthodes de justification des bâtiments et des conditions minimales sur les propriétés mécaniques des matériaux à employer.

Plus l'architecture du bâtiment est simple et compacte, avec une configuration en plan régulière, sans variations importantes en élévation, plus la justification sera aisée à mettre en œuvre et moins les protections parasismiques seront onéreuses. Par exemple, les bâtiments avec des géométries complexes nécessiteront la mise en place de joints sismiques et les maisons sur pilotis obligeront à renforcer de manière importante les poteaux.

Des dispositions constructives supplémentaires sont demandées : ainsi, un nombre plus important d'armatures transversales est requis, afin d'éviter tout flambement des armatures comprimées.

Enfin, les longueurs d'ancrages et les recouvrements des armatures sont plus contraignants.



4.1.3.3 - Les escaliers intérieurs et accès

Avec le béton, une large gamme de couleurs, de formes et de textures (lisse, polie, sablée, lavée...) sont possibles. Le matériau apporte de nombreux avantages : solidité, durabilité, résistance au feu, confort acoustique et faible entretien.



■ 4.1.4 - Les aménagements extérieurs principaux

C'est dans la réalisation des aménagements extérieurs des maisons individuelles que le béton trouve ses lettres de noblesse : il permet de différencier visuellement l'affectation des espaces : entrées de garages, allées de jardins, bordures de piscines...



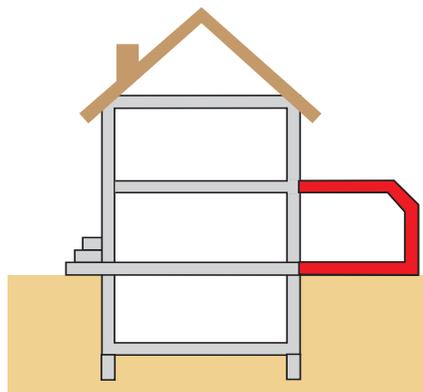
Ces réalisations peuvent allier des bétons de différentes teintes, composés de granulats locaux (sable, granit, porphyre, grès, basalte...), ou intégrer des matériaux bruts : pavés et dalles de pierres, éléments décoratifs en bois.

Avec de multiples combinaisons de formes, de couleurs et de textures, le béton imprimé donne un aspect de surface qui peut rappeler la brique, les pavés ou l'ardoise...

Différentes techniques de traitement rendent le matériau esthétique, antidérapant ou facile d'entretien : béton désactivé, lissé, taloché, balayé, brossé, imprimé, strié, poli, ciré, coloré, bouchardé...

4.1.4.1 - Le garage

Construit attenant à la maison, le garage crée un volume supplémentaire. Réalisée en béton désactivé coloré, la descente de garage présente le triple avantage d'être antidérapante, de résister aux sels de déverglaçage en cas de gel et de compléter l'esthétique de l'habitation.



4.1.4.2 - Les escaliers extérieurs

Le béton permet la construction d'escaliers aux formes multiples, résistant aux agressions extérieures (pluie, neige, gel, soleil...) et procure, par un traitement de surface adapté (désactivation ou sablage), une qualité antidérapante aux marches.



4.1.4.3 - La terrasse extérieure

Créer une terrasse ouvre l'habitation sur l'extérieur et crée des espaces de vie supplémentaires. Les nombreuses possibilités de traitements de surface du béton permettent d'intégrer l'environnement de façon harmonieuse et donnent une touche personnalisée.



4.1.4.4 - La toiture-terrasse



Une toiture-terrasse en béton présente de réels intérêts :

- elle crée, en dépit d'un foncier limité, un espace supplémentaire de vie et de confort,
- en y plantant de la végétation, elle améliore le cadre de vie et augmente l'inertie thermique du béton (pour rappel, le toit est à l'origine de 8 % des déperditions thermiques d'une habitation),
- elle permet de récupérer les eaux de pluie dans une citerne (pouvant aller jusqu'à plusieurs milliers de litres par an).



■ 4.1.5 - Les autres aménagements extérieurs

4.1.5.1 - La piscine

Construire une piscine en béton (BAP, blocs à bancher...) est un gage de durabilité et de plus-value sur la maison.

Les abords en béton coloré, désactivé ou imprimé assurent une parfaite intégration à tout type de terrain environnant et rendent le sol humide antidérapant.

4.1.5.2 - Les abords et allées

Pour valoriser l'esthétique d'une maison individuelle et créer un espace d'accueil chaleureux, il peut être judicieux de réaliser un accès en béton.

« Jouer sur les couleurs
pour délimiter les espaces. »



Le choix des couleurs, textures et formes détermine l'intégration de l'aménagement dans son environnement paysager. On pourra réaliser des bordures pour délimiter les parterres des espaces de circulation.

Enfin, les variations de textures et de surfaces constituent une aide au repérage pour les malvoyants.



4.1.5.3 - Les réseaux

Les tranchées qui mènent les réseaux à l'habitation gagnent à être remblayées en matériau auto-compactant.

Rigide, le matériau auto-compactant évite tout affaissement extérieur. Réexcavable, le béton préserve l'accès aux réseaux.

Judicieusement conçues et ainsi remblayées, ces tranchées pourront être recouvertes et servir de chemin d'accès.

4.1.5.4 - Les cuves et citernes

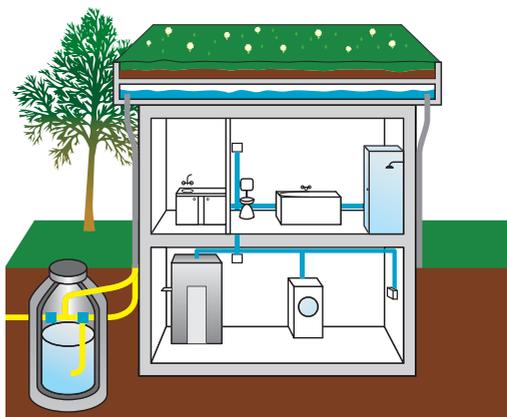


Il est à la fois économique et écologique de réaliser une cuve ou une citerne pour récupérer les eaux de pluie destinées à l'arrosage du jardin, aux sanitaires ou au nettoyage. Cuves et citernes peuvent être situées dans le sol, à proximité de l'habitation, intégrées dans le sous-sol ou sur la toiture-terrasse.

Elles seront simplement réalisées en béton coulé en place, en respectant les règles de l'art.

Le béton neutralise l'acidité naturelle de l'eau de pluie, car il contient de la chaux et de la magnésie.

En outre, l'eau de pluie ne contient pas de calcaire, ce qui évite d'entartrer les canalisations et les appareils ménagers, et leur assure une plus grande longévité.



4.2 - Les techniques facilitant la mise en œuvre

■ 4.2.1 - Le bloc à bancher

Le procédé de blocs à bancher consiste à empiler à sec des blocs coffrages en béton à joints verticaux décalés d'un rang sur l'autre. L'ensemble est ensuite solidarisé par un remplissage de Béton Prêt à l'Emploi.

Le procédé est destiné à la réalisation de murs (porteurs ou non) de maisons individuelles, d'immeubles d'habitation, de bâtiments scolaires, industriels, de bureaux et à la réalisation de murs de sous-sol.



4.2.1.1 - Mise en œuvre

Les blocs sont empilés à sec. Ils sont ensuite remplis par le béton de remplissage en coffrant l'espace libre. L'aplomb sera vérifié tous les 5 rangs.

La pose peut aussi être réalisée traditionnellement en utilisant un mortier à maçonner.

4.2.1.2 - Remplissage

Le béton de remplissage est un béton de granulats courants, de classe C20/25 au minimum, et dont la granulométrie est comprise entre 0 et 10 pour faciliter le remplissage. La consistance du béton doit être fluide.

• *Hauteur de remplissage*

Le coulage du béton peut être effectué sur une hauteur d'étage courant lorsque l'ouvrage ne comporte pas de baies et lorsque des éléments raidisseurs, de type angle ou mur perpendiculaire, assurent la stabilité du mur.

Dans le cas contraire, il est préférable de réduire la hauteur de coulée à une demi-hauteur d'étage au moins, en arrêtant à mi-hauteur. Les éléments de grande hauteur non contreventés devront être étayés (exemple : pignons).

• *Mise en place des armatures*

Dans le cas où des armatures sont nécessaires, par exemple pour des ouvrages soumis à des sollicitations particulières (efforts horizontaux...), le dimensionnement et la mise en œuvre de ces armatures seront réalisés conformément au DTU 23-1.

Les armatures seront mises en place à l'avancement, en veillant à les écarter des parois internes et externes de façon à assurer leur enrobage correct.

Une attention particulière sera apportée au remplissage du béton lorsque les ouvrages nécessitent une densité d'armatures importante. Lorsque le béton n'est pas auto-plaçant, la mise en place par vibration (aiguille vibrante) est obligatoire.

4.2.1.3 - Réalisation des murs de sous-sol

Les murs enterrés de sous-sol sont liés par armatures : en pied avec les longrines de fondation, en tête avec le plancher et latéralement avec les murs de refend éventuels.

Ils sont, le cas échéant, complétés par un revêtement extérieur selon les règles du DTU 20.1 ("Environnement de la construction et catégorie d'utilisation des locaux").

■ 4.2.2 - Les autres maçonneries à bancher

4.2.2.1 La maçonnerie isolante à bancher

C'est un système constructif constitué de deux panneaux en polystyrène (ou autre matériau isolant) de différentes épaisseurs et de pièces de liaison, avec un assemblage final des panneaux sur le chantier. Le béton est ensuite coulé à l'intérieur de ce système.



4.2.2.2 - Le mur à bancher

La maçonnerie à bancher est constituée de deux parois minces en béton, liées par des raidisseurs. Des aciers de liaison sont insérés en œuvre dans le béton coulé sur place.

Les panneaux de coffrage peuvent être associés à des éléments structuraux complémentaires – coulés sur place ou préfabriqués – auxquels ils peuvent être reliés par des aciers de continuité afin de constituer des poutres-voiles, poutres ou poteaux.

Installée sur chantier, la maçonnerie à bancher permet de coffrer facilement et rapidement le béton : le béton mis en œuvre sur chantier est coulé dans le mur pré-coffré. Les parois minces de béton assurent la fonction des banches traditionnelles.

■ 4.2.3 - Les banches

Le mur banché est la façon la plus courante de réaliser un voile directement sur l'ouvrage de façon industrielle. Les faces du voile sont coffrées par des banches reliées entre elles par des tiges filetées qui reprennent la poussée du béton frais. Les banches métalliques donnent une excellente qualité de parement.

Les hauteurs de banches sont conçues pour des hauteurs de voile standard (2,5 mètres). Les banches peuvent être assemblées pour réaliser des voiles d'une plus grande hauteur.



Les banches lourdes sont levées par une grue, de façon isolée ou assemblées en train de banches. Les banches métalliques (densité moyenne : 130 kg/m²) seront facilement levées par une grue récente. En utilisant des engins spécifiques de ce type, toute entreprise peut réaliser une mise en œuvre simple et soignée.

Recommandation

Il est indispensable de vibrer le béton traditionnel.

■ 4.2.4 - Le Béton autoplaçant en petit collectif

Les bétons autoplaçants réduisent les temps de réalisation des ouvrages.

Le BAP présente de nombreux atouts en petit collectif pour trois applications principales (voir annexe 6.7.2 - La classification des BAP) :

- *applications horizontales courantes, de type dalles et fondations* : l'absence de vibration réduit le temps de mise en œuvre, améliore les conditions de travail et donne une bonne planéité des surfaces sans opération de surfaçage,
- *applications verticales courantes, de type voiles courants* : le BAP réduit la durée des opérations de bétonnage. Fluide et de bonne cohésion, il autorise la réalisation d'arêtes nettes. Grâce à l'absence de vibration, une personne suffit pour couler un voile à partir d'un unique poste de coulage. La réduction des déplacements limite les risques d'accidents,
- *applications architectoniques* : les BAP offrent aux architectes de nouvelles libertés de construction et d'expression, en rendant possible la réalisation de géométries complexes. Les formulations des BAP sont adaptées aux exigences d'esthétisme : uniformité des parements, choix et homogénéité des teintes. La faible porosité de surface améliore la résistance des parements aux salissures.

Recommandations

Pour que le choix du BAP soit effectivement pertinent, il est nécessaire que l'ouvrage soit conçu avec une approche globale (conception, organisation du chantier et réalisation) et que l'entrepreneur, le fournisseur de coffrage et le fournisseur de béton organisent ensemble les procédures et phasages du bétonnage, dans un esprit de partenariat et avant le démarrage du chantier.

Pour obtenir des parements de bonne qualité, il convient d'utiliser des banches en bon état, vérifier leur étanchéité et employer une huile de décoffrage adaptée.

Pour plus de précisions, se reporter au paragraphe 3.1.1, intitulé : "Le béton autoplaçant (BAP) pour les planchers, les dalles, les voiles et les fondations".

4.2.4.1 Les techniques de mise en œuvre

• La benne à manchette en haut de coffrage

La mise en œuvre d'un béton autoplaçant par déversement en tête de coffrage (même en respectant une hauteur de chute inférieure à 5 m) peut donner des résultats peu satisfaisants au niveau de la qualité d'aspect des parements (bullage).

La benne à manchette peut être utilisée pour la mise en place du BAP, à condition de limiter la hauteur de chute du béton dans le coffrage en réduisant le diamètre de la manchette (80 à 100 mm au maximum).



• La benne avec tube plongeur

Proche de la technique utilisée pour le bétonnage de fondations profondes, cette méthode consiste à introduire un tube plongeur en immersion dans le béton, afin d'éviter la chute du béton frais dans les coffrages.

Elle présente l'avantage de couvrir systématiquement toutes les précautions de mise en œuvre (paragraphe ci-dessus). Le maintien du tube dans le béton, pendant le coulage, limite l'introduction d'air.

Recommandations

Le diamètre du tube plongeur doit être adapté à la géométrie des coffrages (hauteur et épaisseur), à la densité des armatures en place (prévoir des cheminées de bétonnage) et à la taille maximale des granulats qui entrent dans la composition du BAP pour réduire le risque de formation de bouchon dans le tube (règles de pompage usuelles).

Un entonnoir doit être installé à l'entrée du tube pour faciliter l'introduction du béton dans le tube.

• *La pompe avec tube plongeur*

Alternative à la benne, la pompe permet d'optimiser les cadences de mise en œuvre du béton.

Cette méthode est, a priori, adaptée aux BAP qui sont pompables par principe de formulation. Cependant, leur fluidité doit être surveillée, car elle évolue lors du passage à la pompe.

• *En bas de coffrage : pompe avec une pipe d'injection*

Cette méthode, qui consiste à mettre en place le béton à la pompe par le bas des coffrages, nécessite l'utilisation de coffrages équipés de pipes d'injection en partie basse. Elle évite la chute du béton et limite le personnel de chantier : une personne contrôle la pompe.

Le système d'injection du béton en pied de banche doit être étudié de manière à limiter le rebond du béton sur la face opposée du coffrage (incliner la pipe d'injection ou interposer une plaque de déflexion dans le coffrage en face de la pipe) et fermer aisément la réservation à la fin du bétonnage (trappe coulissante).

Le BAP peut être injecté dans la banche par le sommet (la hauteur de chute doit être inférieure à 5 mètres pour éviter toute ségrégation) ou par la base du coffrage avec des pipes d'injection.

4.2.4.2 - Les coffrages

• *Préparation des coffrages*

Compte tenu de la consistance très fluide des BAP, une attention particulière doit être portée sur l'étanchéité des coffrages, notamment en pied : elle peut être assurée au moyen de talonnettes ou de joints spéciaux.

Comme pour les bétons vibrés, lorsqu'un aspect soigné de parement est souhaité, la propreté des coffrages est déterminante : la peau coffrante doit être exempte de graisse, de laitance et de rouille (coffrages métalliques).

Il est conseillé d'appliquer une huile de décoffrage de qualité par pulvérisation, en déposant un voile uniforme et non ruisselant. Le surplus d'agent de démoulage peut être éliminé par passage d'un chiffon, d'une raclette ou par un autre système adapté (un excès d'huile peut favoriser le bullage et une désactivation du béton en surface).



• *Résistance des coffrages à la poussée des BAP*

Le dimensionnement des coffrages permettra de résister à la pression des BAP, pendant et après le coulage du béton.

Le choix du BAP permet d'augmenter les cadences de bétonnage. La vitesse élevée de montée du béton dans les coffrages réduit le caractère éventuellement thixotrope du béton (liquéfaction par agitation). L'étude réalisée sur le site expérimental du PN B@P (Projet National BAP) de Guerville (78) montre que, lorsque la vitesse de montée du béton dans l'ouvrage est supérieure ou égale à 12 m/h, la pression exercée par les BAP sur les coffrages est égale à la pression hydrostatique (pression maximale que peut exercer un béton sur une paroi).

Sauf étude particulière, il est fortement recommandé de dimensionner les coffrages et de vérifier l'aptitude de ces coffrages, de l'étalement et du renforcement à résister à la pression, en particulier en partie basse du coffrage où elle est la plus élevée.

Dans le cas de béton pompé et injecté par le bas, en plus de la pression exercée par le béton, il faut considérer les effets dynamiques locaux dus à l'injection. L'inclinaison des pipes d'injection est recommandée : elle limite le rebond du béton sur la face opposée du coffrage.

Il est également indispensable d'utiliser des mannequins et des réservations renforcées et étanches. Les réservations, fourreaux et boîtiers, doivent être convenablement fixés afin de ne pas bouger pendant le coulage.





Chapitre

5

Recommandations générales

5.1 - L'interdiction de tout rajout d'eau

5.2 - La cure du béton

5.3 - La vibration

5.4 - Les produits décoffrants

5.5 - La livraison

5.1 - L'interdiction de tout rajout d'eau

Produit hautement technique, s'il est correctement prescrit, le Béton Prêt à l'Emploi ne doit subir, sur le chantier, aucun rajout d'eau qui modifierait sa formulation et réduirait ses performances.

Très important

Le rajout d'eau fait perdre au béton ses caractéristiques normalisées.



5.2 - La cure du béton

La cure du béton consiste à maintenir le béton dans un environnement propice à sa prise, afin d'éviter toute évaporation de l'eau (par temps chaud et/ou venteux en particulier), ce qui empêcherait la réaction chimique de prise et pourrait nuire à la résistance du produit fini.



La cure du béton est très importante au début de sa prise.

Il convient d'analyser le contexte pour choisir une solution de cure pertinente parmi les suivantes :

- humidifier la surface du béton,
- projeter un produit de cure adapté,
- recouvrir la surface du béton d'une feuille de polyane dès la mise en place du béton,
- fermer les ouvertures si le béton est coulé en intérieur (éviter les courants d'air),
- ériger temporairement des paravents et des pare-soleil pour réduire respectivement la vitesse du vent ou la température à la surface du béton frais.
- en cas d'utilisation d'un hélicoptère (chantier de bâtiment), la cure ne peut être appliquée qu'après passage de celui-ci (sauf humidification légère).

5.3 - La vibration

Le béton, à l'exception des BAP, est vibré pour obtenir un matériau homogène et le plus compact possible, avec un minimum d'air, de vide et sans agrégation. Le béton vibré remplit intégralement les coffrages.

Une vibration adaptée apporte une compacité du béton plus élevée et une porosité plus faible et, par conséquent, un gain en résistance mécanique et en durabilité.

La vibration facilite la mise en œuvre plus aisée, améliore le rendu esthétique des parements et l'adhérence entre béton et armatures.



Il existe trois procédés de vibration :

- la vibration externe : transmise au béton par le coffrage,
- la vibration interne : transmise directement dans la masse du béton par des aiguilles vibrantes,
- la vibration de surface : transmise au béton par sa surface au moyen d'une règle vibrante.

5.4 - Les produits décoffrants

Il s'agit de produits tels que les huiles minérales, les résines, les cires ou des agents chimiques, qui empêchent le béton de coller au coffrage et facilitent ainsi le décoffrage et la réutilisation des coffrages. Ils sont appliqués sur les banches ou sur les peaux de coffrage à la brosse ou pulvérisés avant le coulage.

Dans un objectif de respect de l'environnement, des huiles végétales de décoffrage sont aujourd'hui disponibles.

Le SYNAD (SYndicat National des ADjuvants pour bétons et mortiers) propose un guide permettant de choisir des produits décoffrants (www.synad.fr).

5.5 - La livraison

Le béton est livré sur chantier prêt à l'emploi, sur commande du client, au moment et en quantité souhaités, par camions-malaxeurs ou mixo-pompes. Il simplifie considérablement l'organisation du chantier, puisqu'il permet d'user de façon optimale de l'espace et de planifier les travaux.

Le béton a l'avantage unique d'être livré sous forme liquide pour prendre la forme du moule sur le chantier. Il offre ainsi, au concepteur et à l'entreprise, de larges possibilités pour la réalisation de formes les plus complexes.

Les formulations sont adaptées à chaque phase de la construction : fondations, murs, poutres, colonnes, sols, constructions étanches, béton brut de décoffrage...

Quel que soit le mode de livraison retenu (mise en place à la goulotte, au tapis ou à la pompe), il convient que l'entreprise prévoie un accès adapté au chantier, ainsi que des aires de lavage et de stationnement stables pour les véhicules.



Annexes

6.1 - Norme NF EN 206-1

6.1.1 - Le Béton Prêt à l'Emploi : un produit normalisé

6.1.2 - Les classes d'exposition courantes

6.1.3 - Application à une maison individuelle

6.2 - La marque NF

6.3 - La Norme NF EN 12001

6.4 - Le DTU 21 et l'exécution des ouvrages en béton

6.5 - Le DTU 13-3

6.6 - Le DTU 20-12

6.7 - La qualification des BAP

6.7.1 - Les essais de qualification

6.7.2 - La classification des BAP

6.7.3 - L'ouvrabilité des BAP

6.7.4 - Les spécifications des BAP à l'état frais

6.8 - Prévention des risques lors de la mise en œuvre

6.9 - Glossaire

6.10 - Bibliographie

6.1 - La Norme NF EN 206-1

■ 6.1.1 - Le Béton Prêt à l'Emploi : un produit normalisé

Les différents acteurs de l'acte de construction (architectes, concepteurs, constructeurs, fournisseurs...) garantissent au client final un ouvrage durable et performant, grâce au respect des différentes normes (produits et exécution selon les règles de l'art).

L'application de ces normes fait l'objet de contrôles par des organismes agréés et ouvre droit aux garanties conformément au code des assurances.

La norme européenne NF EN 206-1, parue en avril 2004 et d'application effective en France depuis le 1^{er} janvier 2005, a introduit l'exigence de durabilité des bétons, en fonction de l'exposition des ouvrages dans leur environnement.

En plus des exigences de résistances mécaniques liées à l'utilisation du bâtiment, les bétons doivent résister aux agressions auxquelles ils sont soumis : humidité, risque de corrosion, gel, agressivité des sols et de l'eau, chlore des piscines...

Selon l'exposition de l'ouvrage (sec, humide...) et sa situation géographique (montagne, bord de mer...), le béton aura une composition adaptée. L'objectif de durabilité permet de conférer aux bâtiments en béton des durées de vie exceptionnelles. Si on ajoute son faible coût d'entretien, le béton est la solution constructive la plus économique.

■ 6.1.2 - Les classes d'exposition courantes

La norme NF EN 206-1 définit des classes d'exposition, regroupées par risque de corrosion, d'attaques ou d'agressions dépendant des actions et conditions environnementales auxquelles le béton de l'habitation, ou d'une partie de l'habitation, est soumis :

- Classe XC : intérieur de bâtiment, fondations, murs protégés,
- Classe XF : parties extérieures exposées à l'humidité et au gel-dégel avec ou sans sels de déverglaçage,
- Classe XS : corrosion induite par les chlorures (bords de mer),
- Classe XA : agressions chimiques (sols et eau),
- Classe XD : corrosion induite par les chlorures non marins (piscines).

Classes d'exposition courantes

Aucun risque de corrosion ou d'attaque

X0 : béton non armé ne subissant aucune agression

Corrosion induite par carbonatation (béton armé)

XC1 : sec (faible humidité de l'air ambiant)

XC2 (en France, cas assimilé à XC1) : humide, rarement sec (un grand nombre de fondations)

XC3 (en France, cas assimilé à XF1) : humidité modérée (humidité de l'air ambiant moyenne ou élevée)

XC4 (en France, cas assimilé à XF1) : alternance d'humidité et de séchage

Attaque gel/dégel (béton non protégé, soumis à des cycles gel/dégel)

XF1 : zone de gel faible ou modéré

XF2 : zone de gel faible ou modéré + sels de déverglaçage

XF3 : zone de gel sévère

XF4 : zone de gel sévère + sels de déverglaçage

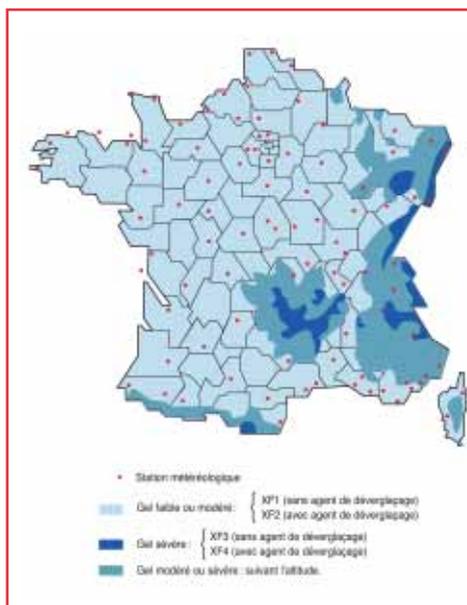
Nota

Pour les autres classes d'exposition, se référer à la norme NF EN 206-1.

La carte ci-contre fournit les zones de gel, selon que celui-ci est faible, modéré ou sévère, et précise les classes correspondantes selon qu'un agent de déverglaçage est utilisé ou non.

La norme NF EN 206-1 doit être appliquée dès que le béton coulé en place est destiné à une structure. En renforçant les contrôles chez le producteur, elle assure la durabilité du béton et sa traçabilité.

Associée aux règles de mise en oeuvre (DTU), la norme apporte une assurance de qualité, limite les risques de désordres et permet l'obtention des garanties prévues par le code des assurances.



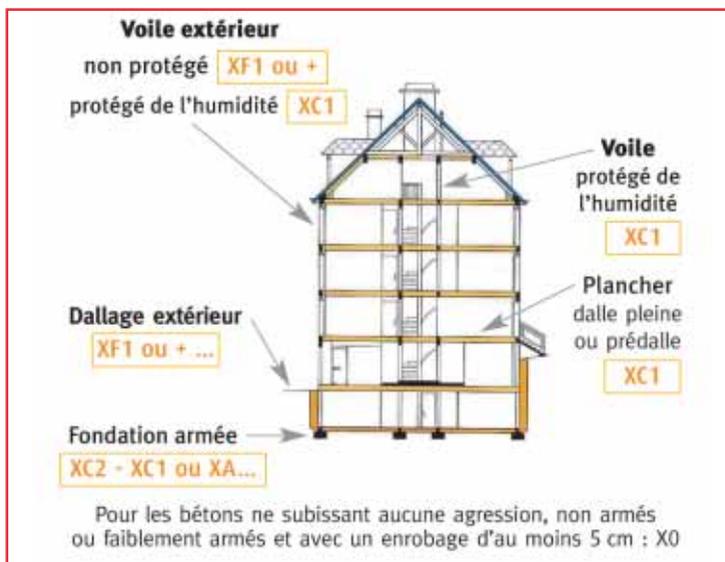
■ 6.1.3 - Application à une maison individuelle

Le tableau ci-après indique les spécifications de formulation en fonction des classes d'exposition : rapport eau efficace/liant équivalent, classe de résistance minimale, teneur minimale en liant équivalent (kg/m³) et teneur minimale en air entraîné (%).

Spécifications selon la classe d'exposition

	X0	XC1-XC2	XF1-XC3-XC4	XF2
Rapport Eau efficace / Liant équivalent		0,65	0,60	0,55
Classe de résistance minimale		C20/25	C25/30	C25/30
Teneur minimale en liant équivalent (kg/m³)	150	260	280	300
Teneur minimale en air entraîné (%)				4

Les principales classes d'exposition d'une maison individuelle sont indiquées sur le dessin ci-après.



Important

La responsabilité du choix de la classe d'exposition incombe au client-prescripteur, en d'autres termes à l'entreprise qui commande et met en œuvre le béton.

Pour en savoir plus, le SNBPE met à la disposition des concepteurs :

- une brochure de 132 pages , intitulée “Norme Béton NF EN 206-1 - Commentaires et textes”.
- un logiciel adapté aux exigences de la norme NF EN 206-1, contenant : la présentation générale des grandes lignes de cette norme et une aide à la réalisation d'un CCTP Type Béton Prêt à l'Emploi (Bâtiments et aménagements) avec texte Word fourni. Le fichier est consultable et téléchargeable sur le site Internet www.snbpe.org



6.2 - La marque NF



Le Béton Prêt à l'Emploi est fabriqué par du personnel qualifié dans des installations fixes performantes : les centrales à béton, véritables unités de production industrielle. En France, sur les 1 700 centrales de Béton Prêt à l'Emploi existant en 2007, les 2/3 environ sont certifiées NF BPE.

La marque NF - BÉTON PRÊT À L'EMPLOI est une marque de qualité volontaire, créée le 27 janvier 1967. Elle atteste de la conformité des produits aux normes, sur la base d'un référentiel de certification qui a été révisé pour intégrer la norme NF EN 206-1. La certification NF - BÉTON PRÊT À L'EMPLOI de conformité aux normes, matérialisée par la marque NF, délivrée par AFAQ AFNOR Certification, apporte la garantie que le producteur BPE met en place un système d'assurance-qualité et vérifie, par des essais sur constituants et sur bétons, que les caractéristiques normalisées sont respectées et que le système d'assurance-qualité du producteur, ainsi que son autocontrôle, sont vérifiés.

L'utilisation de produits certifiés NF, préconisée dans les DTU, constitue un prérequis pour les marchés publics.

Lors des audits périodiques, les vérifications permettent de donner à l'utilisateur du béton et au client final, l'assurance de la qualité et de la conformité du béton :

- Sur l'application effective des procédures définies dans les documents qualité,
- Sur l'aptitude à confectionner un béton conforme aux exigences normatives.

6.3 - La Norme NF EN 12001

Publiée en France par l'AFNOR en août 2004, la norme européenne NF EN 12001 de décembre 2003, s'intitule "Machines pour le transport, la projection et la distribution de béton et mortier par tuyauterie".

Le Syndicat National du Pompage de Béton (SNPB) a décidé de porter à la connaissance de tous les acteurs de la filière de la construction, les commentaires qu'il a faits de cette norme et de ses prescriptions.

Cependant, aussi précise soit-elle, la norme NF EN 12001 n'évoque pas les risques électriques et ne préconise donc aucun équipement de sécurité pour, si ce n'est les éviter, du moins aider à leur détection.

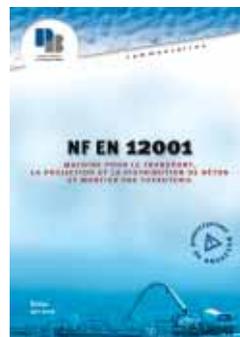
Or le SNPB s'est fixé comme priorité de prévenir les risques susceptibles de survenir sur les chantiers lors des opérations de pompage, étant conscient que les premiers, et les plus graves d'entre eux, sont d'origine électrique pour les conducteurs de pompes à béton et le personnel appelé à travailler à proximité.

Sur le chantier, il est indispensable de procéder à une "Évaluation sécurité", qui se présente sous la forme d'un document à remplir, au moment de la livraison, par le pompiste avec le responsable du chantier.

L'objectif de ce document sera de déterminer la nature des risques, s'ils existent, et d'indiquer les mesures prises pour y répondre avec, en cas de risque électrique, l'obligation de suspendre la livraison et de demander aux responsables de l'entreprise de production de BPE et du chantier d'établir un plan de prévention des risques.

Afin que le pompage du béton constitue un véritable atout dans la mise en œuvre du BPE, le SNPB recommande :

- aux entreprises de pompage d'équiper leurs machines de détecteurs de lignes électriques ; ces équipements n'empêchent pas l'accident, mais il n'existe à ce jour aucune autre aide à sa prévention,
- aux conducteurs de pompes à béton de respecter scrupuleusement les mesures de sécurité recommandées ; la motivation aux changements de comportement reste la meilleure mesure de prévention des risques,
- aux donneurs d'ordre de s'assurer des mesures de prévention des risques mises en place par l'entreprise de pompage qu'ils solliciteront ; aucune économie en la matière ne peut justifier la mise en jeu de vies humaines,
- aux responsables du chantier, de respecter le droit de retrait d'une entreprise de pompage.



Parce qu'il ne peut pas tolérer que des accidents liés aux risques électriques se reproduisent, le SNPB demande aux professionnels du pompage du béton et, au-delà, à l'ensemble des acteurs de la filière de la construction, de mettre en œuvre tous équipements, actions de formation et procédures de sécurité pour, non seulement prévenir, mais aussi éviter les accidents d'origine électrique.

6.4 - Le DTU 21 et l'exécution des ouvrages en béton

En mars 2004 est parue une version nouvelle du DTU 21 "Exécution des ouvrages en béton" (norme NF EN P18-201, dont la version précédente datait de 1993). Cette version met le DTU en conformité avec la norme NF EN 206-1, qui régit la conformité du béton en tant que matériau (Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité).

Ce DTU 21 définit les conditions de conformité du béton dans l'ouvrage et celles de l'ouvrage lui-même, ainsi que les conditions d'exécution des ouvrages en béton et en béton armé de granulats courants, justiciables des règles de conception

et de calcul aux états-limites (Règles BAEL) ou de celles de normes NF-DTU particulières faisant référence à ce document. Il fixe les contrôles techniques minimaux qui incombent à l'entreprise.

6.5 - Le DTU 13-3

Ce DTU se compose de trois parties :

- la partie 1, qui comporte les exigences les plus élevées, correspond aux dallages industriels,
- la partie 2 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 3 concerne les dallages des maisons individuelles.

Le DTU 13.3 est le document de référence pour la conception et l'exécution des travaux de dallage.

6.6 - Le DTU 20-12

Les toitures-terrasses, avec isolation thermique au-dessus de l'élément porteur, doivent être conformes au DTU 20-12 qui précise le respect des règles des joints de fractionnement du gros œuvre.

Le DTU 20-12 précise aussi que, lorsque les murs du dernier étage sous toiture terrasse comportent de la maçonnerie d'éléments (porteuse ou de remplissage) ou des voiles en béton non armé, l'isolation thermique surmontant l'élément porteur doit, indépendamment de toute autre exigence réglementaire, avoir une résistance thermique au moins égale à 1 m² °C/W.

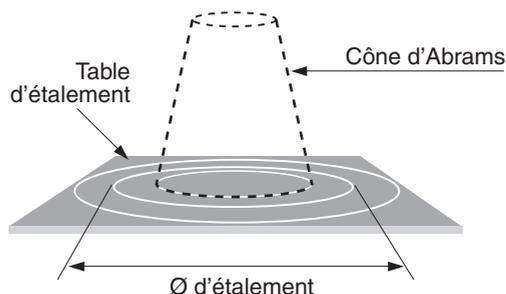
6.7 - La qualification des BAP

■ 6.7.1 - Les essais de qualification

6.7.1.1 - La mesure d'étalement au cône d'Abrams

La fluidité des BAP peut être caractérisée par la mesure de l'étalement au cône d'Abrams (essai d'étalement ou *slump flow*).

Des valeurs cibles de l'ordre de 600 à 750 mm correspondent à l'étalement moyen conseillé d'un BAP. La valeur cible d'étalement doit être définie en fonction des caractéristiques de la formulation et des conditions et méthodes de mise en œuvre.



Cet essai caractérise la mobilité du BAP en milieu non confiné. Il permet, en particulier, de vérifier la fluidité du béton lors de sa réception sur chantier.

Le matériel utilisé pour pratiquer cet essai est constitué d'un cône d'Abrams posé sur une plaque métallique. L'essai consiste à remplir le cône d'Abrams en une fois, puis à le soulever et à mesurer le diamètre moyen de la galette d'étalement obtenue.

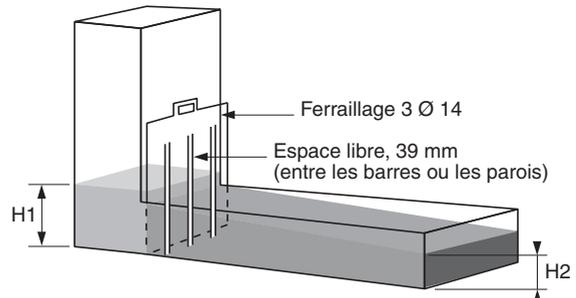
6.7.1.2 - L'essai de la boîte en L, écoulement en milieu confiné

La cohésion du béton, sa mobilité en milieu confiné et son aptitude à traverser une zone fortement armée peut se mesurer avec l'essai de la boîte en forme de L. Cet essai permet de vérifier que la mise en place du béton ne sera pas contrariée par des blocages de granulats en amont des armatures.

La méthode consiste à remplir de BAP la partie verticale d'une boîte, puis en levant une trappe à laisser le béton s'écouler dans la partie horizontale à travers un ferrailage (le nombre et le diamètre des armatures peuvent être adaptés pour

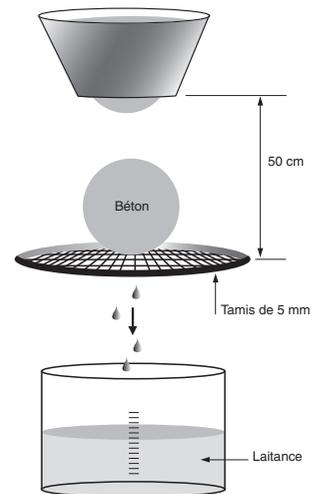
traduire le ferrailage réellement présent dans la structure, ferrailage complexe ou simple). Après écoulement du béton, on mesure la différence de hauteur dans les parties verticale (H1) et horizontale (H2).

Le résultat de l'essai s'exprime par le taux de remplissage $H2/H1$ qui traduit la capacité à circuler en milieu confiné. Une valeur de ce rapport supérieure à 0,8 traduit un bon écoulement du BAP.



6.7.1.3 - L'essai de stabilité au tamis

Cet essai permet d'étudier la résistance à la ségrégation et au ressuage du BAP, qui doit être stable sous l'effet de la gravité. Il consiste à déverser une quantité de béton (2 litres) sur un tamis (de maille 5 mm) avec une hauteur de chute de 50 cm. Puis au bout de 15 minutes, on pèse le volume de laitance qui a traversé le tamis. Le pourcentage en poids de laitance par rapport au poids de l'échantillon initial exprime la stabilité du béton. Ce rapport doit être compris entre 10 et 20 %.



■ 6.7.2 – La classification des BAP

Les BAP se distinguent des bétons ordinaires principalement par leurs propriétés à l'état frais et leur capacité de moulage, d'enrobage et de compaction par le seul effet de la gravité.

Les BAP sont classés en trois catégories (numérotées de 1 à 3) suivant leur domaine d'utilisation.

Le classement s'effectue suivant la valeur de l'intervalle d'écoulement, le type d'application (horizontal ou vertical) et l'épaisseur (dans le cas d'application horizontale) et selon le tableau ci-dessous :

	Application horizontale		Application verticale
	Épaisseur \leq 300 mm	Épaisseur $>$ 300 mm	
$I \geq 100$	①	②	②
$80 \leq I < 100$	②	②	②
$I < 80$	③	③	③

La catégorie ① correspond aux BAP utilisés dans le cas de coulages horizontaux de faible épaisseur (inférieure ou égale à 300 mm) et ayant un intervalle d'écoulement I supérieur à 100 mm (anciennement appelés BAN : bétons autonivelants).

La catégorie ② couvre principalement les BAP utilisés pour des applications horizontales de forte épaisseur (supérieure à 300 mm) ou pour des coulages courants en vertical. L'intervalle d'écoulement I est supérieur ou égal à 80 mm.

La catégorie ③ est réservée aux BAP pour lesquels l'intervalle d'écoulement I est inférieur à 80 mm (parties d'ouvrage exigües ou fortement ferrillées).

Pour les catégories ② et ③, on distingue deux sous-classes (2a, 2b et 3a, 3b) en fonction de la longueur maximale de cheminement horizontal du BAP dans le coffrage (5 m pour 2a et 3a, 10 m pour 2b et 3b).

L'entrepreneur doit définir la catégorie de BAP correspondant au type d'ouvrage (ou partie d'ouvrage) et au mode de mise en œuvre.

■ **6.7.3 – L’ouvrabilité des BAP**

L’ouvrabilité des BAP se décompose en trois caractéristiques principales :

- la mobilité en milieu non confiné (décrite par l’essai d’étalement au cône d’Abrams),
- la mobilité en milieu confiné (décrite par l’essai d’écoulement à la boîte en L),
- la stabilité (résistance à la ségrégation décrite par l’essai de stabilité au tamis).

Les modes opératoires d’essai sont en cohérence avec les projets de normes européennes sur le sujet (EN 12350 - Parties 8, 10 et 11).

■ **6.7.4 – Les spécifications des BAP à l’état frais**

Les propriétés requises pour le BAP coulé en place, en fonction de la catégorie, sont données ci-après :

	Cat. 1	Cat. 2a	Cat. 2b	Cat. 3a	Cat. 3b
Valeur maximale au tamis⁽¹⁾	20 %	20 %	15 %	15 %	10 %
Valeur minimale à la boîte en L	Pas de prescription particulière	0,80 avec 2 barres	0,80 avec 2 barres	0,80 avec 3 barres	0,80 avec 3 barres

(1) La valeur limite autorisée au tamis ne peut, en aucun cas, être supérieure à 30 % : elle peut être supérieure à la valeur spécifiée dans le tableau si l’on dispose de mesures probantes de non-ségrégation pour des applications similaires (voir annexe E). Il ne doit pas y avoir de signe de ressuage lors de l’essai.

Les contrôles de réception sont essentiellement fondés sur l’essai d’étalement. La fourchette d’étalement à la réception peut être définie, suite à l’essai de qualification, sur la base d’une valeur cible ou bien par désignation d’une classe d’étalement selon le tableau ci-après.

Dans tous les cas, les BAP ne doivent présenter aucun signe visible de ségrégation ou de ressuage lors de l'essai d'étalement.

Classe	Etalement (mm)
SF1	550 à 650
SF2	660 à 750
SF3	760 à 850

6.8 - Prévention des risques lors de la mise en œuvre

Elle concerne le contact direct du béton frais avec la peau ou avec les yeux.

Le ciment sec doit être manipulé en respectant les conseils de prudence figurant sur l'emballage. Le ciment est une poudre. Mélangé à l'eau, il forme une pâte. Mélangé à l'eau et à d'autres constituants, il forme du mortier ou du béton. Ces préparations sont naturellement fortement alcalines, donc caustiques.

Le contact de ces préparations avec la peau peut conduire à des irritations, voire à des brûlures, ainsi qu'à des lésions allergiques.

Que vous réalisiez vous-même la préparation contenant du ciment ou que vous utilisiez du béton ou du mortier livrés en camion-toupie par exemple, le respect des conseils ci-après est indispensable.

Quatre gestes sont à proscrire :

- manipuler du ciment ou du béton à mains nues,
- lisser la pâte de ciment avec les doigts,
- prendre à mains nues un outil imprégné de ciment, de mortier ou de béton frais,
- s'agenouiller dans le béton frais ou dans un milieu humide contenant du ciment.



Voici les quelques précautions simples à prendre :



- porter des lunettes de protection (et n'oubliez pas que, même lorsqu'il n'est pas obligatoire, le port d'un casque est recommandé pendant vos travaux),

- porter des gants imperméables (en PVC, néoprène, latex ...) doublés de coton (pas de gants de cuir),



- utiliser, avant et après le travail, des crèmes protectrices, notamment pour les mains et les avant-bras,

- porter des vêtements imperméables couvrant tout le corps, que vous retirerez et laverez à la fin du travail,



- porter des bottes étanches et des genouillères imperméables, au cas où pieds et genoux risquent d'entrer en contact avec le béton ou le mortier frais (lors de la réalisation d'une chape, par exemple).

Si, malgré ces précautions, un contact direct a lieu avec la peau et les yeux, il faut rincer immédiatement avec de l'eau froide et claire, pendant au moins 10 à 15 minutes.

Les vêtements qui ont été imprégnés de béton frais doivent être retirés rapidement et la partie de la peau en contact avec le béton doit être nettoyée correctement. Il convient aussi de prendre garde au produit pouvant subsister entre la peau et les vêtements, la montre, les chaussures...

En cas d'irritation ou de douleur persistantes, ou s'il y a eu ingestion accidentelle, consulter un médecin. En cas de contact avec les yeux, consulter rapidement un spécialiste.

Enfin, tenir les enfants éloignés des lieux de stockage et d'utilisation.

6.9 - Glossaire

A

Accélérateur de durcissement

Adjuvant. Introduit dans l'eau de gâchage, il raccourcit la durée de la phase de durcissement du béton.

Accélérateur de prise

Adjuvant. Introduit dans l'eau de gâchage, il diminue les temps de début et de fin de prise du ciment dans le béton, en favorisant l'hydratation du liant.

ACV

Abréviation pour "Analyse de cycle de vie". L'ACV est la mesure des ressources nécessaires pour fabriquer un produit ou un dispositif destiné au bâtiment et la quantification des impacts de cette fabrication sur l'environnement. Elle s'exprime en France suivant la norme NF P 01-010, selon 10 critères qui quantifient les impacts du produit ou du système sur l'environnement : consommation d'énergie, de matières premières, d'eau, production de déchets...

Addition

Matériau minéral utilisé dans le béton afin d'améliorer certaines propriétés ou lui conférer des propriétés particulières.

Par exemple, la fumée de silice pour améliorer la résistance des bétons à certains types d'agressions.

Adjuvant

Produit ajouté au béton durant le processus de malaxage en quantité inférieure à 5 % au poids de ciment pour modifier les propriétés du béton frais ou durci.

Selon l'effet recherché, on peut distinguer trois grandes familles d'adjuvants :

- action sur les délais de prise et de durcisse-

ment : ce sont d'une part les accélérateurs de prise et de durcissement, d'autre part les retardateurs ;

- action sur la plasticité et la compacité : ce sont les plastifiants et les plastifiants hauts réducteurs d'eau ;

- action sur la résistance aux agents extérieurs : ce sont les entraîneurs d'air et les hydrofuges de masse.

Affaissement au cône d'Abrams (voir aussi ouvrabilité)

Valeur exprimée en millimètres, obtenue par un essai normalisé, dit "essai d'affaissement" ou "essai au cône d'Abrams" (du nom de son inventeur), ou encore "slump test", effectué sur un moule tronconique rempli de béton frais. On apprécie ainsi la consistance, donc l'ouvrabilité, selon 5 classes du béton. Par exemple : un béton très ferme de classe S1 aura un affaissement compris entre 10 et 40 mm, un BAP sera de classe S5, supérieur ou égal à 220 mm.

Aiguille vibrante : voir pervibrateur

Architecte

La loi fait obligation à tout Maître d'ouvrage de recourir aux services d'un Architecte (inscrit à l'Ordre) ou d'un bureau d'étude agréé en architecture pour toute construction de surface supérieure à 170 m² pour une habitation.

L'Architecte est l'homme de l'art qui assurera l'intégration dans le site et établira les plans de distribution de la construction.

Armatures

Éléments métalliques noyés dans le béton afin de lui conférer une résistance à la traction et à la flexion. L'ensemble des armatures d'un élément de construction en béton armé constitue le ferrailage.

Assurance du Maître d'ouvrage

Assurance Dommage-Ouvrage

Obligation d'assurance (loi Spinetta)

L'assurance Dommage-Ouvrage (D.O.) est obligatoire pour certains travaux de bâtiment pouvant entraîner une responsabilité décennale. Elle est contractée par celui qui fait réaliser les travaux (Maître d'ouvrage) avant le démarrage des travaux.

Effets de l'assurance

- Principe : en règle générale, cette assurance dommage-ouvrage, bien que souscrite avant le démarrage du chantier, ne peut être mise en oeuvre qu'après l'expiration du délai de garantie de parfait achèvement.
- La garantie expire au bout de dix ans, à compter de la date de réception des travaux (fin de la garantie décennale).

Types de garanties

- Garanties légales ou obligatoires (G.O.). La loi impose les garanties minimales que doit couvrir l'assurance D.O. ; elles concernent :
 - les malfaçons compromettant la solidité des ouvrages ;
 - les malfaçons rendant l'ouvrage, ou une partie de l'ouvrage, impropre à sa destination ;
 - les malfaçons affectant la solidité de l'un des éléments d'équipement indissociables de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert.
- Garanties complètes (D.O.+ G.A.). En plus de la garantie obligatoire, il peut être proposé des garanties annexes (G.A.) qui peuvent porter sur :
 - une garantie de bon fonctionnement (équipements non indissociablement liés aux ouvrages) ;
 - une garantie des dommages immatériels consécutifs (préjudices subis suite à un sinistre) ;
 - une garantie des dommages intermédiaires.

Délais de mise en oeuvre des garanties

- Déclaration du sinistre. Le sinistre étant constaté, l'assuré n'a pas de délai pour faire la déclaration, qui doit cependant être faite pendant la période de validité de l'assurance. Par ailleurs, si un délai trop long devait être constaté entre le sinistre et la déclaration, l'as-

suré serait probablement tenu pour responsable d'une partie des dégâts secondaires. Tous les délais courent à compter de la date de déclaration qui doit être faite en envoi recommandé avec accusé de réception.

Autres assurances du Maître d'ouvrage

Police tous risques chantiers (TRC)

- Objet : apporter au Maître d'ouvrage une couverture financière pour pallier les dommages qui peuvent survenir lors de la construction d'un ouvrage de bâtiment ou de génie civil, qu'il s'agisse des :
 - dommages causés à l'ouvrage lui-même ;
 - dommages aux installations de chantier.
- Caractéristiques :
 - la garantie concerne un ouvrage (ou un ensemble d'ouvrages) défini dans le marché d'entreprises ;
 - elle prend effet à l'ouverture du chantier et cesse à la réception ou à la mise en service de l'ouvrage ;
 - elle est souscrite par le Maître d'ouvrage.

Police unique par chantier (PUC)

- Objet : il est de garantir les divers risques techniques d'une construction, bâtiment ou ouvrage de génie civil, au moyen d'un contrat unique souscrit par les Maîtres d'ouvrage, qui regroupe :
 - l'assurance dommage-ouvrage ;
 - les assurances de responsabilité des divers intervenants.

Garantie

Selon l'arrêté du 7 janvier 1987 et l'annexe I de l'article 243-1 du Code des assurances : "... l'assuré est déchu de tout droit à garantie, en cas d'inobservation inexcusable des règles de l'art, telles qu'elles sont définies par les réglementations en vigueur, les documents techniques unifiés ou les normes établis par les organismes compétents à caractère officiel ou dans le marché de travaux concerné. Pour l'application de cette déchéance, il faut entendre par assuré, soit le souscripteur personne physique, soit le chef d'entreprise ou le représentant statutaire de

l'entreprise s'il s'agit d'une entreprise inscrite au répertoire des métiers, soit les représentants légaux ou dûment mandatés de l'assuré lorsque celui-ci est une personne morale. Cette déchéance n'est pas opposable aux bénéficiaires des indemnités".

Avis techniques à valeur de cahier des charges

Précisent les techniques de mise en œuvre plus récentes à appliquer.

B

Banche

Élément modulaire de coffrage, généralement vertical, utilisé pour réaliser des murs, voiles, refends ou éventuellement des poteaux.

Béton

Matériau de construction formé par le mélange de ciment, de granulats et d'eau, éventuellement complété par des adjuvants et des additions. Ce mélange, qui est mis en place sur le chantier ou en usine, peut adopter des formes très diverses parce qu'il est moulable ; il durcit progressivement pour former finalement un monolithe. Selon sa formulation, sa mise en œuvre et ses traitements de surface, ses performances et son aspect peuvent considérablement varier.

Béton apparent

Béton dont la peau n'est revêtue d'aucun parement qui viserait à occulter son aspect.

Béton architectonique

Béton qui, par sa forme, sa teinte et sa texture, participe pleinement de la qualité architecturale d'un ouvrage, par opposition à un béton caché, dont le rôle ne serait que structurel.

Béton armé

Béton dans lequel des armatures d'acier - fils, ronds, barres, treillis soudés, etc. - judicieusement disposés, reprennent les efforts de traction et de flexion.

Béton autoplaçant (BAP)

Béton qui n'a pas besoin de vibration pour être mis en place, du fait de sa grande ouvrabilité.

Béton balayé

Béton (utilisé en sols, dallages ou chaussées) ayant subi, avant durcissement, un traitement mécanique superficiel par brossage ou balayage.

Béton banché

Béton coulé puis vibré (à l'exception des BAP) entre deux banches de coffrage.

Béton blanc

Béton de teinte claire dont le liant est du ciment blanc, c'est-à-dire contenant très peu d'oxydes métalliques, et qui comporte également des sables blancs, auxquels sont éventuellement ajoutés des fines blanches ou de l'oxyde de titane.

Béton bouchardé

1. Sur le béton frais d'une chape, il s'agit d'un motif imprimé au rouleau.
2. Sur la peau d'un béton durci, c'est un traitement mécanique par martelage à l'aide d'un outil à pointes : la boucharde. Les aspects de surface varient alors selon la profondeur de frappe et le type de boucharde utilisée.

Béton brossé

Béton dont la peau a subi, avant durcissement, un traitement mécanique par passage d'une brosse métallique dégageant les granulats.

Béton brut

Béton dont la peau n'a reçu aucun traitement de surface après le décoffrage.

Béton coloré

Béton dont la teinte dépend de celles du ciment et des granulats qui le composent, auxquels peuvent être ajoutés des pigments colorants.

Béton désactivé

Béton, soit coulé dans un coffrage sur la peau duquel on a appliqué un produit désactivant,

soit lorsqu'il est coulé à plat, à la surface duquel on a appliqué, à l'état frais, un tel produit. La prise du béton est ainsi retardée en surface, ce qui permet de mettre à nu superficiellement les granulats, par lavage à l'eau, puis par brossage.

Béton de fibres

Matériau composite formé de béton ou mortier mélangé avec des fibres métalliques, de verre ou de synthèse, dont la section est de l'ordre du millimètre et la longueur de quelques centimètres. Les bétons de fibres présentent une très bonne résistance aux chocs et un comportement à la rupture, supérieur à celui des bétons courants.

Béton fluide : béton d'une grande ouvrabilité.

Béton frais

Béton dans la phase qui suit le malaxage et précède la prise, c'est-à-dire dans un état plastique qui permet son transport et sa mise en place. On apprécie l'ouvrabilité d'un béton durant cette phase de sa fabrication, en soumettant un échantillon à un essai à l'affaissement au cône d'Abrams.

Béton grenailé

Béton dont la peau a subi, après durcissement, une projection violente de grenaille, c'est-à-dire de petites billes d'acier de dimension inférieure à 1 mm. Ce procédé décape le parement et produit un effet qui rappelle celui du sablage, en plus rugueux.

Béton grésé

Béton dont la peau a subi, après durcissement, un grésage, c'est-à-dire une abrasion à la meule. Ce procédé uniformise le parement en supprimant les irrégularités superficielles dues au coffrage. Le grésage est l'une des premières opérations du processus de polissage.

Béton imprimé

Béton frais sur la peau duquel on a appliqué un durcisseur de surface, éventuellement coloré, puis une matrice pour reproduire en négatif le motif

qu'elle porte en positif. On peut ainsi obtenir, par exemple, un effet de pavés à la parisienne.

Béton au jeune âge

Phase au cours de laquelle les propriétés chimiques et physiques du béton, en cours de prise et en début de durcissement, évoluent rapidement. Cette terminologie ne fait pas l'objet d'une normalisation.

Béton lavé

Béton dont la peau a subi, avant durcissement, un lavage par jet d'eau à faible pression, qui enlève la laitance superficielle et dégage les granulats.

Béton léger

Béton dont la masse volumique est comprise entre 300 et 1 800 kg/m³ (contre 2 300 kg/m³ pour un béton courant), soit par une formulation recourant à des granulats légers, soit par la création de vides dans le matériau en provoquant une réaction chimique avec dégagement gazeux. Les bétons légers connaissent de nombreuses applications dans le bâtiment, que les éléments de la structure aient été produits industriellement ou coulés en place.

Béton pompé

Béton préalablement "agité" dans la trémie de réception de la pompe, dès sa sortie du camion-toupie. Il existe 3 types de pompes à béton : le camion malaxeur pompe, la pompe automotrice à tuyau ou à flèche de répartition et la pompe stationnaire en poste fixe.

Béton prêt à l'emploi

Souvent abrégé en "BPE". Béton frais malaxé dans une centrale à béton, extérieure au site de construction. Il est livré sur le chantier, dans des camions-toupies, prêt à être mis en œuvre.

Béton de propreté

Béton maigre (c'est-à-dire peu dosé en ciment), étalé sur le sol naturel ou en fond de fouilles pour réaliser une aire de travail plane et non terreuse.

Bullage

Aspect de surface caractérisé par la présence de petites cavités sur la peau du béton à l'issue du décoffrage, lié à la persistance de bulles d'air dans le mélange.

C

Calage d'armatures

Opération consistant à positionner les armatures conformément aux plans d'exécution, afin que lors du coulage elles ne bougent pas, et de s'assurer notamment que leur enrobage reste suffisant. On a recours à des petites pièces en béton ou en plastique – nommées “cales”, ou encore “distanciers” – qui sont ensuite noyées dans le béton. Dans des cas très particuliers, les cages d'armature peuvent être suspendues pour éviter tout contact avec le coffrage ou le moule.

Calepinage

Établissement d'un calepin, c'est-à-dire d'un ensemble de dessins où sont réglés, pour les murs, l'implantation des divers joints et trous de serrage des banches, ainsi que les éventuelles plages d'enduit ; pour les sols, l'organisation des dalles et joints.

Capillarité

Phénomène physique se traduisant par la progression d'un liquide à travers les canaux les plus fins d'un corps ou dans des tubes fins ; ce phénomène est dû à la tension superficielle d'un liquide au contact d'une paroi.

Carbonatation

Réaction chimique entre la chaux (libérée par l'hydratation du ciment contenu dans le béton) et le gaz carbonique de l'air.

Centrale à béton

Équipement fixe de production industrielle de Béton prêt à l'emploi (BPE).

Certification

La certification NF-BÉTON PRÊT À L'EMPLOI de conformité aux normes, matérialisée par la marque NF délivrée par AFNOR CERTIFICATION, apporte la garantie que le producteur met en place un système d'assurance qualité, qu'il vérifie, par des essais sur constituants et sur bétons, le respect des caractéristiques normalisées, et que le système d'assurance qualité du producteur, ainsi que son autocontrôle, sont vérifiés.

Chaînage

Élément de construction en béton armé qui solidarise les parois et les planchers d'un bâtiment. On distingue le chaînage horizontal, qui ceinture chaque niveau au droit des planchers, et le chaînage vertical, employé aux angles d'une construction et au droit des refends.

Chape

Ouvrage en mortier de ciment, coulé en faible épaisseur (3 à 5 cm) sur un plancher afin d'en assurer la planéité.

Chaux

Liant obtenu par la calcination de calcaires plus ou moins siliceux. On distingue les chaux aériennes, dont le durcissement s'effectue sous l'action du gaz carbonique de l'air, et les chaux hydrauliques, dont la prise s'effectue au contact de l'eau.

Cheminée de coulage

Espace réservé dans le ferrailage d'un élément de construction en béton pour permettre le passage du manchon de la benne à béton.

Ciment

Liant hydraulique en poudre. Mélangée avec de l'eau, la poudre fait prise et, en durcissant, solidarise sables et granulats pour constituer les bétons ou mortiers. Le ciment Portland, mis au point au début du XIX^e siècle, résulte du broyage d'éléments où domine le clinker (minimum 95 %) : c'est un “Portland” ciment appelé CEM I ; d'autres constituants - laitier, cendres

volantes, fumées de silice – peuvent être associés en remplacement du clinker pour obtenir les ciments de type CEM II/A ou B, les ciments de haut fourneau CEM III/A ou B et CEM III/C, les ciments pouzzolaniques CEM IV/A ou B, et les ciments composés CEM V/A ou B.

Classe d'exposition

Élément d'un classement normalisé (norme NF EN 206-1) permettant d'apprécier l'agressivité physique et chimique d'un environnement auquel les constructions en béton sont exposées.

Classe de résistance d'un ciment

Élément d'un classement normalisé, défini par la valeur minimale de résistance à la compression (exprimée en N/mm²) d'un ciment. Elle est mesurée, 28 jours après sa confection, sur une éprouvette de mortier de ciment. Il existe trois classes : 32,5 ; 42,5 ; 52,5.

Clinker

Constituant du ciment qui est commun à tous les ciments courants, et qui prend la forme de granules durs, résultant de la cuisson d'un mélange composé principalement de calcaire et d'argile, dans des proportions voisines respectivement de 80 % et de 20 %.

Coffrage

Moule dans lequel est coulé le béton, qui est retiré après la prise et le durcissement de ce dernier.

Compacité

Qualité témoignant du rapport entre le volume théorique absolu, c'est-à-dire sans vide, d'un corps sec et son volume apparent. Une compacité de 0,95 indique que 5 % de vides subsistent dans le matériau considéré.

Compactage (voir aussi serrage)

Opération consistant à tasser mécaniquement un béton, par vibration ou pilonnage, afin d'éliminer les vides présents dans le mélange, donc d'en augmenter la compacité.

Composition (du béton) : voir formulation.

Consistance : voir ouvrabilité.

Constituant du béton

Élément entrant dans la formulation d'un béton : ciment, granulat, eau, adjuvant ou addition.

Constituants du ciment

Ensemble de matériaux définis par la norme NF 15-301 entrant dans la composition du ciment dans une proportion variant selon le type de ciment. Les différents constituants sont le clinker Portland, le laitier granulé de haut fourneau, les pouzzolanes naturelles, les cendres volantes, les schistes calcinés, les calcaires et les fumées de silice.

Corrosion des armatures

Phénomène chimique d'oxydation altérant la surface des armatures d'acier, dû soit à une trop grande porosité du béton, soit à un enrobage insuffisant.

Coulis de ciment

Mélange fluide de ciment, d'adjuvants et d'eau pour le remplissage des joints et des fissures, ou pour l'injection dans des gaines de précontrainte.

Cure

Opération de protection d'un béton pendant la phase de prise et de durcissement – par arrosage ou application de produits de cure – pour éviter sa dessiccation.

Cycle de vie (voir aussi ACV)

Le cycle de vie regroupe les étapes successives de la vie d'un produit ou d'un système : fabrication, exploitation ou vie en oeuvre, entretien, démolition et recyclage. Cette approche permet de mieux appréhender les flux entrants (ressources) et sortants (impacts) par rapport à l'environnement, local ou global, et à la santé. La mesure de ces flux s'exprime par une ACV.

D

Décoffrage

Opération d'enlèvement des coffrages dans lesquels a été coulé le béton, après durcissement de celui-ci.

Décoffrant

Produit anti-adhérent – huile minérale, résine, cire ou autre agent chimique – appliqué à la brosse ou pulvérisé avant le coulage sur les banches ou peaux de coffrage, afin de faciliter le décoffrage et la réutilisation des coffrages.

Démoulage : voir décoffrage.

Démoulant : voir décoffrant.

Dessiccation

Phénomène d'évaporation de l'eau contenue dans un béton. Cette phase ne doit pas intervenir trop vite, afin de ne pas interrompre les processus de prise et de durcissement.

Développement durable

Notion apparue en 1987 au congrès de l'ONU sur l'environnement (en anglais : "Sustainable development"). Elle prône une gestion saine des écosystèmes en intégrant les aspects sociaux, économiques et environnementaux. Concernant l'environnement, elle propose une utilisation réfléchie des ressources naturelles disponibles, de manière à les préserver au maximum pour les générations futures, et incite à recourir aux énergies renouvelables et non polluantes.

Distancier : voir calage d'armatures.

Dosage : voir formulation.

Durabilité

Qualité caractérisant la tenue dans le temps, sans altération ni détérioration, d'un matériau.

Durcissement

Étape dans l'évolution des mortiers et bétons ;

après la prise, le matériau passe de l'état plastique à l'état solide et acquiert sa résistance.

D.T.U. (Document technique unifié)

Définit les règles de l'art concernant la mise en oeuvre des produits normalisés.

E

E/C

Expression désignant le rapport entre le poids d'eau de gâchage et le poids de ciment d'un béton.

Eau de gâchage

Eau incorporée au mélange liant et granulats afin d'enclencher sa prise et conférer au béton sa plasticité, donc son ouvrabilité. La qualité de l'eau de gâchage doit répondre à une norme.

Efflorescence (du béton)

Défaut d'aspect affectant la peau des bétons, mortiers et enduits, qui consiste en l'apparition d'un dépôt cristallin, souvent blanchâtre, dû à la carbonatation de la chaux.

Enrobage des armatures

Épaisseur de béton (généralement de 2,5 à 4 cm en bâtiment) entre une armature et la peau de la paroi coulée, qui permet d'assurer la protection contre la corrosion du ferrailage.

Entraîneur d'air

Adjuvant. Introduit dans l'eau de gâchage, il provoque dans le béton ou le mortier la formation de microbulles d'air. Réparties uniformément dans le mélange, elles améliorent la résistance au gel du béton après son durcissement.

Entreprise

Réalisateur, possédant les moyens nécessaires en personnel et en matériels, qui exécute l'ouvrage ou la partie d'ouvrage projeté, conformément aux plans des concepteurs.

Epaufrure

Défaut de surface dû à un choc accidentel sur le parement ou à l'arête d'un élément de béton durci.

ES

Notation pour "Eaux séléniteuses". Caractéristique complémentaire normalisée de ciment pour les travaux en environnements à forte teneur en sulfates.

Eurocode

Norme européenne de calcul de dimensionnement des structures. L'eurocode s'applique notamment à la définition de l'enrobage.

F

Faïençage

Phénomène de microfissuration régulière et superficielle de la peau des enduits et bétons, dû à un retrait superficiel trop important ou rapide.

FDE&S

Abréviation pour "Fiche de déclaration environnementale et sanitaire" : elle regroupe l'ensemble des éléments concernant les impacts environnementaux d'un produit ou d'un système, issus d'une ACV, et les informations d'ordre sanitaire inhérentes à l'utilisation de ce produit ou de ce système. Initialement réalisées pour pouvoir comparer les impacts environnementaux et sanitaires d'un bâtiment, ces fiches restent difficilement comparables entre elles, car les Unités Fonctionnelles diffèrent selon les solutions en compétition et ne sont par directement comparables. La seule comparaison possible ne peut se faire qu'au niveau du bâtiment complet, en situation, en mettant en vis-à-vis les résultats obtenus pour chaque solution envisageable.

Ferraillage

1. Ensemble des armatures métalliques d'un élément de construction en béton armé.

2. Opération de mise en place de ces armatures dans les coffrages avant le coulage.

Fissuration

Apparition de petites fentes à l'intérieur ou sur la peau d'un enduit, d'un mortier ou d'un béton, dues aux phénomènes de dessiccation et de retrait ou à des sollicitations excessives. Des fissures prévues et contrôlées n'affectent pas la durabilité d'un béton.

Fluage

Déformation lente et irréversible d'un corps sous l'effet d'une force extérieure ou de son propre poids. Pour le béton, le risque de fluage – qui peut se manifester au jeune âge – diminue très rapidement dans le temps, avec l'accroissement des résistances. Les règles de calcul du béton armé prennent en compte forfaitairement les effets du fluage.

Fluidifiant : voir superplastifiant.

Formulation

Opération consistant à définir le dosage – en poids plutôt qu'en volume – des divers constituants d'un béton, afin de satisfaire aux exigences de résistance et d'aspect souhaitées.

Fournisseur

Fabricant ou revendeur de matériaux ou de matériels, le fournisseur ne participe pas directement à l'acte de construire et n'a pas de lien direct avec le Maître d'ouvrage, sauf s'il y a autoconstruction ou si le cahier des charges stipule précisément que les sous-traitants sont gérés par le Maître d'œuvre.

Fumées de silice

Constituant éventuel des ciments et/ou addition éventuelle des bétons, composé de particules très fines (de l'ordre de 0,001 mm, soit 1 μ) présentant une très forte teneur en silice amorphe.

G

Gâchage : voir malaxage.

Gâchée

Quantité de béton frais obtenue en une seule opération de malaxage.

Gélivité

Sensibilité d'un matériau au gel. La durabilité des bétons peut être affectée par les cycles de gel et dégel ainsi que par les sels de déverglaçage, du fait de leur porosité plus ou moins importante. L'utilisation d'un entraîneur d'air permet d'améliorer la tenue au gel d'un béton.

Goulotte

Plan incliné à rebords latéraux formant toboggan, placé à l'arrière des toupies, qui permet d'alimenter le chantier en béton.

Granularité

1. Distribution dimensionnelle des grains d'un granulats.
2. Distribution et proportion relative des différents granulats composant un béton.

Granulat

Constituant du béton. Ensemble de grains minéraux que l'on désigne, suivant leur dimension (comprise entre 0 et 125 mm) : fillers, sablons, sables ou gravillons. On distingue les granulats naturels issus de roches meubles ou massives lorsqu'ils ne subissent aucun traitement autre que mécanique, et les granulats artificiels lorsqu'ils proviennent de la transformation thermique ou mécanique de roches ou minerais. Les granulats naturels peuvent être roulés, de forme arrondie d'origine alluvionnaire, ou concassés, de forme angulaire, issus de roches de carrière. La nature des liaisons entre les granulats et la pâte de ciment influence fortement la résistance du béton. À noter que, depuis 1983, le terme de granulats a remplacé, dans les normes, celui d'agrégat.

Granulométrie

Mesure de la granularité d'un granulats, c'est-à-dire de l'échelonnement des dimensions des grains qu'il contient, par passage de celui-ci à travers une série de tamis à mailles carrées dont les dimensions sont normalisées.

Gravillon

Granulats constituant du béton, dont les grains ont une dimension comprise entre 1 et 125 millimètres.

H

HQE®

Abréviation pour "Haute qualité environnementale" : une démarche de management appliquée aux projets de construction des bâtiments. Le principe : limiter, de la construction à la fin de la vie des bâtiments, les impacts sur l'environnement et offrir des conditions de vie aussi saines que confortables aux occupants.

Homogénéité (du béton)

Caractère d'un béton qui désigne la qualité de cohésion entre ses divers constituants et la régularité de leur mélange. L'homogénéité conditionne l'uniformité des propriétés physiques et chimiques du béton (résistance, porosité, aspect de surface, etc.).

Huile (de décoffrage) : voir décoffrant.

Hydratation (des ciments)

Phénomène chimique par lequel un ciment fixe l'eau de gâchage et enclenche les processus de prise puis de durcissement. Cette réaction s'accompagne d'un dégagement de chaleur plus ou moins important selon le type de ciment.

Hydrofuge de masse

Adjuvant. Introduit dans l'eau de gâchage, il réduit, après le durcissement du béton, l'absorption de l'eau par capillarité, et donc améliore l'étanchéité.

Hydrofuge de surface

Adjuvant. Appliqué à la brosse ou pulvérisé sur la peau du béton après durcissement, il imperméabilise superficiellement.

J

Joint de dilatation

Joint de structure, qui divise un ouvrage en plusieurs parties indépendantes de dimensions limitées, afin de reprendre les divers mouvements de la construction et d'éviter ainsi une fissuration diffuse.

Joint de retrait

Joint dont la fonction est de reprendre le retrait lié à la prise du matériau, en concentrant la fissuration sur la ligne de faiblesse structurelle qu'il forme. Il est réalisé soit par réservation avant le coulage (baguette), soit par scellement de profilés perdus dans le support, soit par sciage a posteriori.

Joint de rupture

Joint de structure ménagé entre deux parties distinctes d'une même construction, afin que les divers mouvements de chacune d'elles ne soient pas transmis à l'autre.

L

Laitance

Mélange très fluide de ciment, d'éléments fins et d'eau, qui a tendance à migrer vers la peau et couler dans les irrégularités, trous et interstices des moules, créant en surface des taches et auréoles dues à l'enrichissement en grains de ciment.

Laitier

Sous-produit de la fusion en haut-fourneau du minerai de fer. Selon que l'on opère ensuite un refroidissement lent ou rapide à l'eau, on obtient du laitier cristallisé, que l'on utilise en granulats, ou du laitier granulé que l'on peut utiliser, après broyage, comme constituant du ciment ou addition du béton.

Lasure (parfois orthographié lazure)

Solution translucide, le plus souvent à base de copolymères, appliquée au rouleau, utilisée pour protéger et décorer le béton. Généralement colorée, elle laisse transparaître la matière de la peau du béton.

Liant

Matière ayant la propriété de passer – dans certaines conditions (en présence d'eau de gâchage pour les liants hydrauliques) – de l'état plastique à l'état solide, qui est donc utilisée pour assembler entre eux des matériaux inertes. Constituant du béton qui, à la suite du processus de prise, assure la cohésion des granulats.

M

Maître d'œuvre

Personne physique ou morale à qui le Maître d'ouvrage confie l'établissement du projet de construction envisagé et la direction des travaux.

Maître d'ouvrage

Personne physique ou morale (société privée, administration, collectivité publique, particulier) qui décide de la construction et qui en sera le propriétaire ou l'exploitant.

Malaxage

Phase de la fabrication des bétons, au cours de laquelle sont mélangés les divers constituants dans une bétonnière ou un malaxeur.

Malaxeur

Machine fixe servant à fabriquer du béton. Elle comporte une cuve équipée de palettes tournant sur un axe généralement vertical. Le malaxeur permet une meilleure homogénéité du mélange qu'une bétonnière.

Manchon

Tube souple (également appelé "manche") placé en partie inférieure d'une benne de chantier, qui permet de déverser le béton à l'intérieur de banches tout en limitant sa hauteur de chute.

Maniabilité : voir ouvrabilité.

Mannequin

Outil destiné à faire des réservations dans des éléments préfabriqués ou dans des pièces en béton banché.

Matrice

Panneau de matière plastique souple, doté de motifs décoratifs en creux ou en relief, servant en peau de coffrage ou en fond de moule pour couler des parois en béton architectonique.

Monotoron : voir toron.

Mortier

Mélange de ciment, de sables et d'eau, éventuellement complété par des adjuvants et des additions. Il se distingue du béton par son absence de gravillons. Préparés sur le chantier – à partir de mortier industriel sec prédosé ou en dosant et mélangeant tous les constituants – ou livrés sur place depuis une centrale, les mortiers sont utilisés pour la réalisation de joints, d'enduits, de chapes et divers travaux de scellement, reprise et bouchage.

N

Nettoyage du béton

Opération consistant à éliminer, après le décoffrage ou avant la livraison de l'ouvrage, les éventuelles salissures dues au chantier : ruissellements accidentels, projections de mortier, traces de rouille, etc.

Norme

Une norme de produit est un texte technique consensuel entre les producteurs et les utilisateurs, validé par les pouvoirs publics, qui définit les caractéristiques et les performances à atteindre ainsi que certaines règles de production à respecter, en fonction des différents usages possibles et qui garantit le respect d'exigences générales de la collectivité (stabilité, sécurité,

environnement...). Le code des assurances se réfère expressément au respect des règles de l'art, des DTU et des normes.

O

Ouvrabilité

Qualité rendant compte de l'aptitude d'un béton à être mis en oeuvre. Pour les bétons courants, on l'apprécie par une valeur de consistance, qui est déterminée par l'affaissement au cône d'Abrams. Les rajouts d'eau sont interdits car ils diminuent significativement les performances mécaniques des bétons, ainsi que leur compacité, et augmentent les risques de fissuration.

On distingue cinq classes de consistance dans la norme NF EN 206-1 :

- la classe S1 - affaissement de 10 à 40 mm ;
- la classe S2 - affaissement de 50 à 90 mm ;
- la classe S3 - affaissement de 100 à 150 mm ;
- la classe S4 - affaissement de 160 à 210 mm ;
- la classe S5 - affaissement \geq à 220 mm.

P

Parement

Face d'un élément de construction conçue pour rester apparente, qui peut faire l'objet de nombreux traitements mécaniques ou chimiques.

Peau de coffrage

Surface interne du moule dans lequel est coulé le mélange. Sa qualité et son aspect déterminent ceux de la peau du béton.

Peau du béton

Surface externe d'un élément de construction, qui peut faire l'objet de nombreux traitements afin de modifier l'apparence du béton.

Pervibrateur

Outil, couramment appelé "aiguille vibrante", permettant la vibration interne, sur le chantier,

d'un béton frais venant d'être coulé. Il s'agit d'un tube métallique (contenant un moteur et un élément vibrant), d'un diamètre de 25 à 100 mm, que l'on plonge manuellement dans le béton.

Pigment

Produit colorant broyé en poudre, introduit dans le mélange des constituants des mortiers et bétons pour les teinter dans la masse. Il s'agit essentiellement d'oxydes minéraux ou métalliques, ou de poudres organiques de synthèse.

Photocatalyse

La photocatalyse est un phénomène naturel dans lequel une substance, appelée photocatalyseur, accélère la vitesse d'une réaction chimique sous l'action de la lumière. Lors de cette réaction, le catalyseur n'est ni consommé, ni altéré.

En utilisant l'énergie lumineuse, l'eau et l'oxygène de l'air, les photocatalyseurs engendrent la formation de molécules très réactives, capables de décomposer certaines substances organiques et inorganiques.

Plastifiant

Adjuvant. Introduit dans l'eau de gâchage, il améliore l'ouvrabilité d'un béton en diminuant les frottements entre les grains du mélange. Il existe aussi des superplastifiants (voir ce mot) appelés "plastifiants hauts réducteurs d'eau".

PM

Abréviation pour "Prise mer". Caractéristique complémentaire normalisée de ciments pour les travaux réalisés en environnement marin.

Pompage

Procédé d'acheminement du béton, poussé depuis une trémie d'alimentation vers le lieu de coulage. Il existe 3 types de pompage :

- le camion malaxeur pompe,
- la pompe automotrice à tuyau ou à flèche de répartition,
- la pompe stationnaire en poste fixe.

Porosité

Volume des vides d'une matière poreuse. On la mesure par un pourcentage rapportant le volume de pores remplis d'eau ou d'air par unité de volume du matériau.

Prise

Étape de l'hydratation des pâtes de ciment, mortiers et bétons, d'une durée comprise entre quelques minutes et quelques heures, durant laquelle le mélange des constituants se raidit et commence à acquérir sa résistance.

Produit de cure : voir cure.

Puits canadien

Le principe consiste à utiliser l'inertie thermique du sol pour prétraiter l'air ventilant les bâtiments. L'air ainsi obtenu est plus chaud en hiver et plus frais en été. En hiver, l'objectif est de réchauffer l'air avant qu'il n'entre dans la maison : pour obtenir le maximum d'échange thermique l'air devra circuler à une vitesse de 1 m/s environ. En été, en cas de forte chaleur, l'objectif est de rafraîchir au maximum la maison.

La maison bioclimatique a été conçue pour gérer au maximum l'apport passif du soleil par les baies vitrées et donc créer des zones ombragées pour éviter un apport calorifique important en journée (store extérieur, plantation au sud...). Le puits canadien ne vient qu'en complément à toutes ces mesures.

Pour obtenir le maximum d'efficacité, le débit de l'air devra être plus important pour renouveler l'ensemble de l'air de la maison toutes les 2 heures.

On fait circuler l'air, à l'aide d'un ventilateur, dans un tuyau enterré à environ 2 mètres de profondeur. Le tuyau ne doit pas être d'un diamètre trop important, afin de faciliter les échanges thermiques : en moyenne de 15 à 20 cm. Sa longueur sera de 25 à 50 mètres.

Quelques précautions de mise en place doivent être prises : la partie active des tuyaux enterrés ne doit pas être placée sous la maison, ni le long des fondations, sous peine d'un "pom-

page” de la chaleur de la maison. Il convient aussi de protéger au minimum l’entrée du puits, à l’aide d’une fine grille, pour éviter que de petits animaux y pénètrent et il faut placer l’entrée du puits loin des sources de pollution (route, compost...) et à une hauteur suffisante (1,20 m) pour éviter l’aspiration de poussière. Un tuyau en béton permettra un échange thermique plus important qu’un tuyau en PVC, car la conductivité du béton est plus élevée : il faut juste s’assurer que la mise en œuvre soit soignée.

Enfin, le dimensionnement du puits canadien est fonction de plusieurs paramètres : volume de la maison, débit nécessaire en hiver et en été, choix de la ventilation de la maison (VMC, aération naturelle,...), architecture (bioclimatique, matériaux, isolation, serre,...), nature du sol (sablonneux, argileux, nappe phréatique,...), place disponible pour l’enfouissement du tuyau, localisation géographique et budget.

R

Ragréage

Opération d’enduction partielle d’une maçonnerie ou d’un voile à l’aide d’un mortier fin. On y a recours pour obturer le bullage, les épaufrures et les défauts de surface éventuels consécutifs au décoffrage, et obtenir un parement lisse.

Rapport E/C : voir E/C.

Réducteur d’eau (plastifiant)

Adjuvant. Introduit dans l’eau de gâchage, il réduit, à ouvrabilité constante, la teneur en eau et augmente par conséquent les résistances mécaniques des bétons, mortiers et coulis.

Règles de l’art

Désignent l’ensemble des techniques et procédés traditionnels de construction dont le bien-fondé, justifié par l’expérience, est admis par l’ensemble d’une profession.

Règle vibrante

Outil permettant la vibration externe de chapes et dalles de béton, constitué d’un profilé mécanique équipé d’un vibreur, que l’on fait glisser sur la surface à traiter.

Remontée capillaire

Phénomène physique de remontée d’humidité depuis les fondations par capillarité des constituants d’une paroi.

Reprise de bétonnage

Étape de la mise en place du béton, postérieure à l’arrêt de coulage. Elle donne souvent lieu à des dispositions particulières : armatures en attente, aciers de couture, repiquage de la surface.

Réservation

Cavité ou décaissé ménagé, dans une paroi ou une dalle, avant ou lors du coulage, en prévision du passage des conduits ou de la pose d’un équipement.

Résistance d’un béton

Ensemble des caractéristiques de comportements sous les sollicitations de compression, traction et flexion. En France, elle est conventionnellement vérifiée, pour les ouvrages en béton, 28 jours après leur mise en place. Aux États-Unis, ce délai est de 56 jours.

Ressuage

Phénomène d’exsudation de l’eau de gâchage d’un béton avant le début de prise. Ce processus est souvent dû à une formulation insuffisante en fines.

Retardateur de prise

Adjuvant. Introduit dans l’eau de gâchage, il augmente les temps de début et de fin de prise du ciment dans un béton, un mortier ou un coulis.

Retrait

Contraction du béton, due à des phénomènes hydrauliques (évaporation ou absorption de l’eau de gâchage avant et au cours de la prise)

et/ou thermiques, du fait du refroidissement postérieur à l'élévation de température qui accompagne l'hydratation du ciment, ou de variations climatiques.

Rhéologie

Étude des caractéristiques de viscosité d'un matériau fluide, et donc, pour le béton, de son ouvrabilité.

S

Sablage

Technique d'abrasion du parement d'une paroi, durcie par projection à l'air comprimé d'un jet de sable. Selon la durée, la pression et la distance de cette opération, généralement pratiquée manuellement, l'érosion des granulats, donc l'homogénéité de la peau du béton, est plus ou moins importante. Le sablage peut être utilisé pour le nettoyage et l'entretien des ouvrages.

Sable

Granulat constituant du béton, résultant de la désagrégation naturelle d'une roche ou de son concassage mécanique, dont les grains sont de dimension inférieure à 6 mm.

Séchage (du béton) : terme impropre (voir durcissement).

Ségrégation

Phénomène de séparation des constituants d'un béton frais, qui peut être provoqué par un malaxage insuffisant ou par une vibration excessive.

Serrage

Étape de la fabrication des bétons qui consiste, essentiellement par vibration, à chasser l'air et à optimiser l'arrangement des grains du mélange pour en améliorer la compacité.

Slump test : voir affaissement au cône d'Abrams.

Spectre des armatures

Malfaçon altérant l'aspect de la peau d'un béton, due à la présence d'armatures trop proches de la surface, ou à leur mise en vibration.

Superplastifiant

Adjuvant. Introduit peu avant le coulage dans un béton, mortier ou coulis, il améliore très nettement l'ouvrabilité du mélange, à rapport E/C constant. Les superplastifiants étaient auparavant appelés "fluidifiants". Aujourd'hui, on préfère "plastifiants hauts réducteurs d'eau".

T

Talonnette

Élément de faible épaisseur en béton coulé en place, qui sert de butée aux pieds des banches.

Teneur en eau : voir E/C.

Toron

Ensemble de fils d'acier à haute résistance, torsadés en hélice. Un câble est constitué d'un toron (monotoron) ou de plusieurs torons.

Toupie

Camion équipé d'une cuve rotative inclinée dans laquelle le béton frais est maintenu en mouvement durant son transport vers le chantier.

Trou de serrage

Orifice (également appelé "trou de banche") ménagé dans une paroi de béton banché, par lequel a été passée une tige d'entretoisement ; il est généralement bouché après coup au mortier.

Type de ciment

Élément d'une classification normalisée selon la nature des constituants d'un ciment. On distingue cinq types de ciments : Portland, Portland composé, ciment de haut fourneau, ciment pouzzolanique et ciment au laitier et aux cendres. Le marquage d'un sac de ciment précise également sa classe de résistance.

V

Vibration

Opération de serrage du béton frais après sa mise en place, afin d'en améliorer la compacité. La vibration peut être interne ou externe au béton.

Viscosité

Caractéristique d'un matériau fluide tendant à s'opposer à son écoulement par gravité. Plus la viscosité d'un béton est faible, plus son ouvrabilité est bonne.

6.10 - Bibliographie

CIMBÉTON

Fiches techniques

- Tome 1 : Les constituants des bétons et des mortiers
- Tome 2 : Les bétons, composition, fabrication et mise en oeuvre
- Tome 3 : Les applications des bétons

Construire avec les bétons (Editions du Moniteur, 2000) - Ouvrage payant
Bétons autoplaçants, monographie d'ouvrages en BAP, 2005

AFGC - Recommandation pour l'emploi des bétons autoplaçants (ouvrage payant)

Béton et confort (3 tomes) : Thermique - Acoustique - Santé

SNBPE

Norme Béton NF EN 206-1 – Commentaires et textes, 2004

Norme Béton NF EN 206-1 – Commentaires, 2006

Guide d'utilisation, 2005

Guide de prévention sur centrales à béton, 2005

Prescription des bétons. Ouvrages courants de bâtiment et génie civil, CCTP Type
(téléchargeable sur le site : www.snbpe.org)

Manier le béton frais en toute sécurité (téléchargeable sur le site : www.snbpe.org)

SNPB

Guide de prévention des risques sur pompes à béton

Norme NF EN 12001 – Commentaires et textes.

Fiche Pompage du béton : prévention des risques électriques

Fiche Recommandations

SYNAD

Le marquage CE : les enjeux, 2003

Classification SYNAD des agents de démoulage, 2004

Norme NF EN 14 889-2, 2008

Pour toute autre documentation, consulter les sites Internet de :

CIMBÉTON : www.infociments.fr

SNBPE : www.snbpe.org

SNPB : www.snpb.org

SYNAD : www.synad.fr



**Syndicat National
du Béton Prêt à l'Emploi**

www.snbpe.org



**Syndicat National
du Pompage du Béton**

www.snpb.org



SYNAD
Syndicat National
des Adjuvants
pour Bétons
et Mortiers

www.synad.fr



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



www.infociments.fr

**3 rue Alfred Roll
75849 Paris Cedex 17
Tél. : 01 44 01 47 01 - Fax : 01 44 01 47 47**

**7, Place de la Défense
92974 Paris-la-Défense cedex
Tél. : 01 55 23 01 00 - Fax : 01 55 23 01 10**