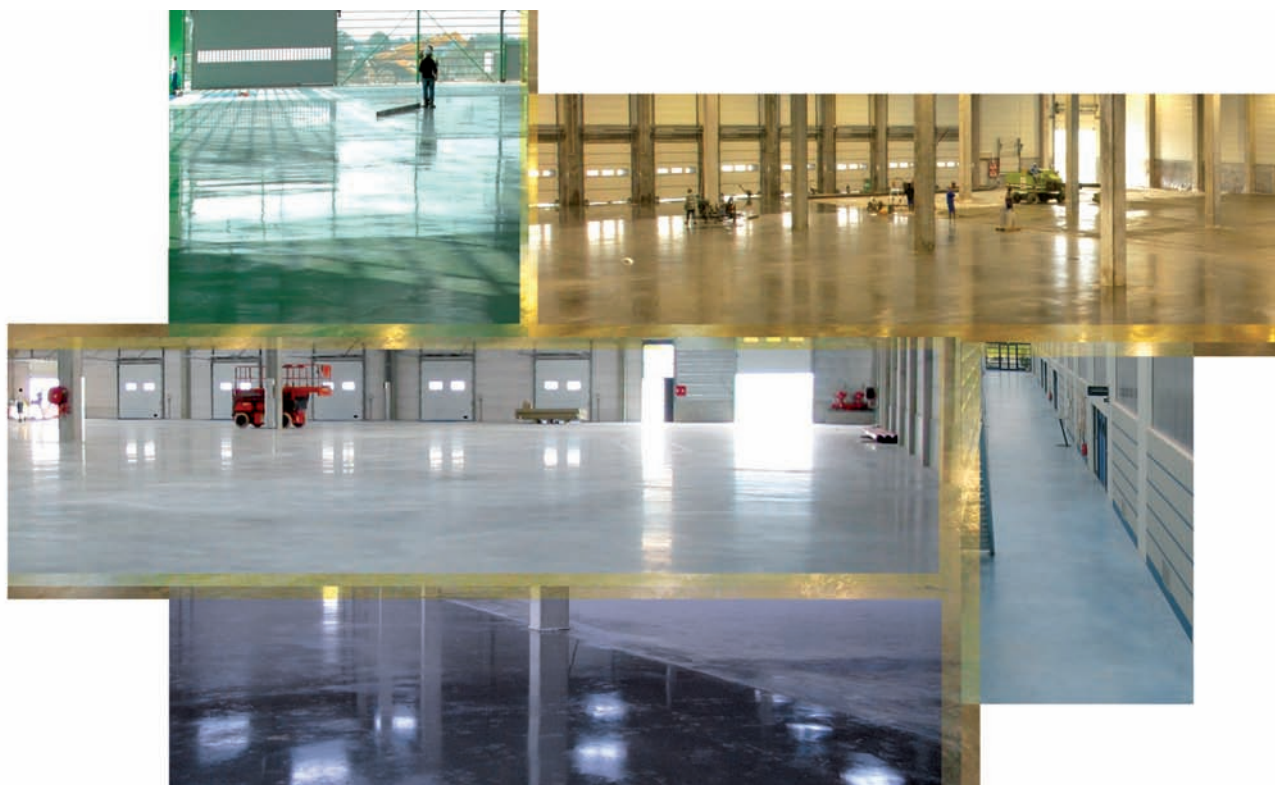


LES DALLAGES INDUSTRIELS EN BÉTON

Analyse et prescription



LES DALLAGES INDUSTRIELS EN BÉTON

Analyse et prescription

Les experts suivants ont participé à cet ouvrage :

Joseph	ABDO	Cimbéton
Georges	BROSS	KERNEOS
Jean-Pierre	CATELIN	UNESI
Serge	HORVATH	Cimbéton
François	L'HUILLIER	Cimbéton
François	KIEHN	STA
Claude	LEFUR	SYNAD
Patrick	LONGUET	SYNAD
Jacques	LOQUIN	SYNAD
Daniel	MARTINEZ	SNPB
Christophe	MOMMEJA	STA
Jean-Marc	POTIER	SNBPE
Benoist	THOMAS	SNBPE

Les contributeurs à l'ouvrage :

Patrick	GEOFFRÉ	Autodesk
Jean-Marie	PAILLÉ	Socotec

Avant-propos

● Ce document est destiné aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, assureurs, architectes, bureaux d'études, bureaux de contrôle et entrepreneurs. Il vous propose :

- une aide à la prescription ;
- des conseils pour la réalisation ;
- de sensibiliser les acteurs de la construction sur l'importance du rôle d'un dallage dans le secteur des bâtiments d'activité (entrepôts et plates-formes logistiques, industrie et commerce, quais de chargement) ;
- d'attirer l'attention sur les conséquences du non-respect des règles.

Qu'est-ce qu'un dallage? Le dallage est un ouvrage en béton horizontal, de grande dimension par rapport à son épaisseur, qui repose uniformément sur un support. Il peut intégrer une couche d'usure ou recevoir un revêtement.

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

Les points qui conditionnent la réussite de l'ouvrage sont :

- un support adapté ;
- une bonne analyse et une bonne définition des actions (destination de l'ouvrage, charges et contraintes d'exploitation) ;
- un dimensionnement conforme à l'annexe C du DTU 13.3 ;
- une couche d'usure ou un revêtement adaptés aux contraintes d'utilisation ;
- une réalisation conforme aux normes et documents en vigueur ;
- un entretien et une maintenance suivis.

On distingue trois types de dallages :

- le dallage en béton non armé (BNA) ;
- le dallage en béton armé (BA) ;
- les dallages renforcés de fibres métalliques (BRFM).

La norme NF P 11-213 (DTU 13.3) précise les épaisseurs minimales à respecter.

Sommaire

● I Généralités sur les dallages	7
1.1 - Les dallages et le développement durable	8
1.1.1 - Définition de l'unité fonctionnelle	8
1.1.2 - Présentation de la FDES dallage	9
1.2 - La définition des besoins: exigences et critères de choix	11
1.2.1 - Documents normatifs	13
1.2.2 - Autres documents de référence	13

● 2 Conception - Dimensionnement	15
2.1 - Les Études de sol	16
2.2 - Charges statiques et charges dynamiques	16
2.3 - Méthode de dimensionnement selon le DTU	17
2.4 - Maîtrise de la fissuration	18
2.4.1 - Le retrait en phase plastique	18
2.4.2 - Le retrait hydraulique	19
2.4.3 - La rupture suite au cintrage du dallage	20
2.4.4 - Le faïençage	20

● 3 Le dallage béton à usage industriel	21
3.1 - Le sol	22
3.2 - L'infrastructure	22
3.3 - La forme	24
3.4 - L'interface	24
3.5 - Le dallage	25
3.5.1 - Principes de base	25
3.5.2 - Les armatures	25
3.5.2.1 - Les dallages en béton armé	25
3.5.2.2 - Les dallages en béton non armé	28
3.5.3 - Les fibres	28
3.5.4 - Le béton	31
3.5.4.1 - La norme béton NF EN 206-1	31
3.5.4.2 - Emploi du béton d'Aluminates de Calcium (ciment Fondu)	32
3.5.4.3 - Domaines d'applications du béton d'Aluminates de Calcium (ciment Fondu)	33

3.6 - Le pompage du béton	34
3.6.1 - Recommandations pour l'utilisation des pompes à béton	34
3.6.2 - Positionnement de la pompe et consignes de sécurité	35
3.7 - Les adjuvants	36
3.8 - La mise en œuvre du béton	38
3.8.1 - L'approvisionnement	38
3.8.2 - Le réglage	38
3.8.3 - La finition du béton	39
3.9 - La couche d'usure	40
3.9.1 - Généralités	40
3.9.2 - Fonctions	41
3.9.3 - Les granulats constituant la couche d'usure	41
3.9.4 - Les techniques de mise en œuvre	42
3.9.4.1 - Soupoudrage manuel ou mécanique	42
3.9.4.2 - Coulis de mortier frais	43
3.9.4.3 - Finition	43
3.10 - L'aspect des sols industriels	44
3.10.1 - La brillance et la teinte des sols	44
3.10.2 - Préconisations d'emploi	44
3.10.3 - Recommandations	45
3.11 - Les revêtements rapportés	45
3.12 - Les classements des revêtements et des couches d'usure incorporées	46
3.13 - Les couches d'usures incorporées colorées	47
3.14 - La cure du béton	48
3.15 - Les joints	49
3.15.1 - Principe général	49
3.15.2 - Les 4 types de joints	49

● 4 Le contrôle des dallages industriels	53
4.1 - Les différents types de contrôles	54
4.1.1 - La forme	54
4.1.2 - Le contrôle du béton en centrale – contrôles de production	55
4.1.3 - Le contrôle du béton sur chantier	55
4.1.4 - Le dosage en fibres	56
4.1.5 - La couche d'usure incorporée ou le revêtement	56
4.1.6 - La planéité	56

● 5 L'entretien et la maintenance des dallages	57
5.1 - Généralités	58
5.2 - Document de référence	59

● 6 Réception Assurances Garanties	61
6.1 - Réception	62
6.2 - La garantie de parfait achèvement	62
6.3 - La responsabilité décennale	62
6.4 - La police unique de chantier (P.U.C.)	63

● 7 Les obligations contractuelles	65
---	----

● 8 Annexes	69
Annexe 1 • Les ouvrages en BPE et les 14 cibles de la « démarche HQE® »	70
Annexe 2 • La FDES Dallage - Résultats	75
Annexe 3 • Normes et autres documents de références	78
Annexe 4 • Glossaire	92



Chapitre

1

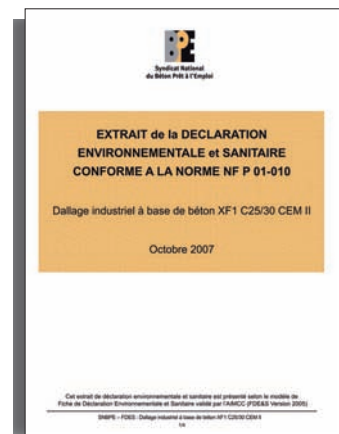
Généralités sur les dallages

1.1 Les dallages et le développement durable

La communication d'informations environnementales, relatives aux produits, se développe en Europe sous l'impulsion des industriels et de la Commission européenne. Afin de rendre crédibles les éléments communiqués, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a élaboré des normes qui détaillent la méthodologie de communication.

Au niveau national, l'Association Française de Normalisation (Afnor) travaille avec le même objectif. C'est ainsi que la norme **NF P 01 010** appelée « **Déclaration Environnementale et Sanitaire des Produits de Construction** » a été publiée en décembre 2004. Elle fournit la méthode de réalisation de telles déclarations dans le domaine du bâtiment.

Les FDES (Fiches de déclaration environnementale et sanitaire) élaborées par le SNBPE, ont été réalisées dans le respect de la norme NF P 01 010.



1.1.1 - Définition de l'unité fonctionnelle

Chaque ouvrage possède une unité fonctionnelle différente, et une durée de vie déterminée. Une fois ces données fixées, on calcule l'inventaire du cycle de vie du dallage en BPE (norme NF P 01-010).

L'unité fonctionnelle retenue est 1 m² (de dallage).

La durée retenue est de 30 ans (Durée de Vie Typique : DVT).

Afin de fournir des données relatives au cycle de vie du dallage en BPE, des informations ont été collectées depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du dallage, comprenant notamment :

- la production des composants (par exemple, les granulats, le ciment et les treillis) ;
- la production des consommables et des énergies ;
- l'utilisation des composants, consommables et énergies pour produire le béton prêt à l'emploi ;
- la mise et la vie en œuvre ;
- la fin de vie du produit ;
- tous les transports entre les différentes étapes.

L'intérêt de prendre en compte l'ensemble du cycle de vie est de ne pas oublier des facteurs essentiels d'impacts environnementaux des ouvrages en BPE.

1.1.2 - Présentation de la FDES dallage

■ 1.1.2.1 - L'Unité Fonctionnelle (UF) du dallage industriel

Recouvrir un sol sur 1 m² pendant une annuité

Il s'agit d'un dallage de 15 cm d'épaisseur (annexe B du DTU 13.3 par défaut), dont la DVT est de 30 ans ; apte à supporter une surcharge uniformément répartie de 20 kN/m², ainsi qu'une charge isolée statique de 20 kN avec une pression de contact maximale de 5 MPa.

La fonction est assurée par un mètre carré de dallage industriel à base de béton XF1 C25/30 CEM II d'une épaisseur de 15 cm. Le dallage représente une masse de 345 kg/m², pour 30 ans de durée de vie, soit 11,5 kg pour une Unité Fonctionnelle (UF) pendant un an.

Pour respecter le DTU 13.3, il convient d'utiliser 320 kg de ciment CEM II 42.5 par m³ pour la réalisation du béton.

Autres éléments constructifs pris en compte pour la réalisation du dallage :

- ferrailage et coffrage métallique : 3,5 kg/m² (treillis soudé ajoutés lors de la mise en œuvre du béton et joints d'arrêt de coulage) ;
- mousse de désolidarisation : 0,39 kg/m² ;
- film polyane : 0,14 kg/m² ;
- joints de garnissage : 0,055 kg/m².

Le taux de perte lors de la mise en œuvre a été estimé à 1 %.

Justification des informations fournies : les données sont fournies par le SNBPE, pour la production du béton, et par l'UNESI, pour la mise en œuvre et pour les autres éléments.

■ 1.1.2.2 - Impacts environnementaux représentatifs des produits de construction selon NF P 01-010 § 6 pour 1 m² de dallage

Les tableaux des impacts environnementaux de la FDES (annexe 1) sont donnés par le tableau ci-dessous.

Impacts environnementaux représentatifs des produits de construction selon NF P 01-010 § 6			
N°	Impact environnemental	Valeur de l'indicateur pour l'unité fonctionnelle	Valeur de l'indicateur pour toute la DVT
1	Consommation de ressources énergétiques		
	Énergie primaire totale	16.3 MJ/UF	490 MJ
	Énergie renouvelable	0.622 MJ/UF	18.7 MJ
	Énergie non renouvelable	15.7 MJ/UF	471 MJ
2	Épuisement de ressources (ADP)	0.00617 kg équivalent antimoine (Sb)/UF	0.185 kg équivalent antimoine (Sb)
3	Consommation d'eau totale	6.86 litres/UF	206 litres
4	Déchets solides		
	Déchets valorisés (total)	4.89 kg/UF	147 Kg
	Déchets éliminés		
	Déchets dangereux	0.00175 kg/UF	0.0526 Kg
	Déchets non dangereux	0.0978 kg/UF	2.93 Kg
	Déchets inertes	7.04 kg/UF	211 Kg
Déchets radioactifs	9.88 E-05 kg/UF	0.00296 Kg	
5	Changement climatique	1.64 kg équivalent CO ₂ /UF	49.1 kg équivalent CO ₂
6	Acidification atmosphérique	0.00622 kg équivalent SO ₂ /UF	0.187 kg équivalent SO ₂
7	Pollution de l'air	104 m ³ /UF	3 129 m ³
8	Pollution de l'eau	0.751 m ³ /UF	22.5 m ³
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	0 kg CFC équivalent R11/UF	0 kg CFC équivalent R11
10	Formation d'ozone photochimique	0.000608 kg équivalent éthylène/UF	0.0183 kg équivalent éthylène

La production de CO₂ occasionnée par la réalisation d'un m² de dallage en béton est sensiblement égale à celle dégagée par la combustion d'un demi-litre de super sans plomb.

1.2 La définition des besoins : exigences et critères de choix

Avant de confier à un entrepreneur la réalisation d'un dallage optimisé, tout maître d'ouvrage se doit de répondre aux questions suivantes :

1. Le projet a-t-il été bien défini ?
2. La durée de vie du dallage correspondra-t-elle à la durée de vie du bâtiment ?
3. Le dallage s'intègre-t-il dans un concept économique permettant d'assurer sans risque l'optimisation des coûts de production, de sécurité et de maintenance ?
4. Le dallage est-il considéré comme un outil de production ?

Les réponses à ces questions doivent faire prendre conscience de l'importance du dallage. Il est risqué de négliger et de sous évaluer le rôle majeur de cet élément de la construction qui ne représente qu'un faible pourcentage de l'investissement total.



Dallage d'une unité de fabrication.



Dallage d'une zone de chargement.

La conception et le dimensionnement du dallage impliquent, pour le maître d'ouvrage, de définir ses exigences d'exploitation pour permettre aux professionnels de concevoir un ouvrage adapté.

Le type d'activité et la destination de l'ouvrage permettent à l'entrepreneur de sols industriels de proposer les solutions adaptées. Si l'entrepôt est destiné à la location, il faudra partir sur des hypothèses spécifiques au type de client recherché et au type de construction réalisée.

Un produit ou procédé ne pouvant satisfaire à toutes les exigences, il conviendra de sélectionner les plus importantes. Par exemple, la première exigence d'un local de stockage d'explosifs sera la sécurité alors que celle d'un atelier de mécanique lourde sera la résistance aux chocs et celle d'une salle d'exposition, l'esthétisme et la facilité d'entretien.

Parmi les exigences, citons entre autres :

- la résistance mécanique (usure, choc, ripage) ;
- la résistance chimique (acides, bases, solvants – concentration, température et fréquence) ;
- la sécurité, (antistatique, anti-étincelle, résistance à la glissance) ;
- l'absence totale de poussière (salle blanche) ;
- l'imperméabilité ;
- la planéité ;
- la facilité d'entretien ;
- l'esthétisme ;
- etc.

1.2.1 - Documents normatifs

Le dallage est régi par la norme NF P 11-213 (DTU 13.3) « Conception, calcul et exécution » scindée en quatre parties :

- partie 1 « Dallages à usage industriel et assimilés » ;
- partie 2 « Dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés » ;
- partie 3 « Dallages de maisons individuelles » ;
- partie 4 « Cahier des Clauses Spéciales ».

Le tableau de la page 14 permet de déterminer la partie du DTU à appliquer en fonction de l'usage, des charges et du type de local.

1.2.2 - Autres documents de référence

Les autres normes applicables sont répertoriées en annexe 3.

Choix de la partie du DTU 13.3 à appliquer en fonction de la destination du local, de sa surface et des charges					
Usage des locaux					Partie du DTU à appliquer
Destination	Surface	Charge			
Locaux à usage industriel – usine – atelier – entrepôt – stockage – laboratoire	Quelle que soit la surface	Quelles que soient les charges d'exploitation	1		
Locaux quelle que soit leur destination	Quelle que soit la surface	Charges réparties > 10 kN/m ² ou Charges concentrées > 10 kN	1		
Locaux commerciaux ou assimilés – magasin – boutique – hall – réserve – chambre froide	Surface > 1 000 m ²	Quelles que soient les charges d'exploitation	1		
	Surface ≤ 1 000 m ²	Charges réparties > 10 kN/m ² ou Charges concentrées > 10 kN	1		
Charges réparties ≤ 10 kN/m ² et Charges concentrées ≤ 10 kN				2	
Autres locaux dont l'usage est : – habitation collective ou d'hébergement – administratif ou bureau – santé, hôpital, clinique ou dispensaire – scolaire ou universitaire – sportif, à l'exception des surfaces homologuées – spectacles, expositions ou lieux de culte – garages ou parc de stationnement pour véhicules légers – agricole	Quelle que soit la surface	Charges réparties > 10 kN/m ² ou Charges concentrées > 10 kN	1		
	Quelle que soit la surface	Charges réparties ≤ 10 kN/m ² et Charges concentrées ≤ 10 kN			2
Autres locaux dont l'usage est : – cantines – buanderies – salles d'opération			1		
Maisons individuelles					3



Chapitre

2

Conception Dimensionnement

Les performances du support, le trafic (nature et intensité) et les charges permettent de déterminer le type et l'épaisseur du dallage.

2.1 Les Études de sol

On a trop longtemps occulté ou minimisé l'importance des couches de sol en se contentant de ne considérer que la qualité de la couche supérieure en mesurant son module de réaction (Westergaard) qui n'intéresse que les premières dizaines de centimètres du support. Aujourd'hui, une étude géotechnique s'impose. Voir l'annexe A du DTU 13.3.

2.2 Charges statiques et charges dynamiques

La nature et la diversité des engins utilisés, la complexité de leur automatisme, l'intensité du trafic, la vitesse d'exploitation, la nature des bandages imposent une analyse de plus en plus précise des divers paramètres pour dimensionner l'ouvrage.

Il n'est pas possible de dimensionner correctement un dallage sans une connaissance parfaite des actions auxquelles il sera soumis. L'ensemble de celles-ci est précisé dans l'annexe B du DTU 13.3.

En effet, il est indispensable de connaître les éléments suivants.

- **Les charges statiques** : ponctuelles ou uniformément réparties.
 - Les charges ponctuelles (exemple : pied de racks), il faut préciser les points suivants :
 - la charge par pied ;
 - la surface d'impact ;
 - si les racks sont accolés ou non ;
 - la distance entre les échelles du rack ;
 - la distance entre le pied de rack et la roue du chariot dans l'allée de circulation ;
 - Les charges uniformément réparties :
 - stockage en vrac ;
 - stockage sous les racks.

• **Les charges roulantes :**

- la charge totale (poids total en charge) ;
- la charge maximale par roue ;
- la nature des bandages (caractérisée par le poinçonnement) ;
- la surface de contact ;
- le type de trafic.

Si l'ensemble de ces données ne sont précisées dans les DPM « Documents Particuliers du Marché », des valeurs par défaut sont proposées par le DTU 13.3 (annexe B). Elles devront impérativement, avant réalisation du dallage, être confirmées par le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre comme correspondant à celles qui seront effectives en exploitation.

Le calcul du dallage, objet de l'annexe C, ne peut se faire qu'avec les éléments fournis conformément aux annexes A et B.

2.3 Méthode de dimensionnement selon le DTU

Pour calculer et vérifier les contraintes des dallages conformément à la norme NF P 11-213 DTU 13-3 annexe C, le recours à un logiciel est conseillé.

Le logiciel doit prendre en compte :

- la nature du sol ;
- les différents types de bétons ;
- les différents types de chargements : répartis, linéaires, concentrés mobiles ;
- les charges complexes telles que les racks de stockage ;
- les différentes manifestations dues aux retraits.

Le logiciel doit calculer les zones de déformation du support et du dallage, les contraintes en angle, en bord, en partie courante du dallage. Il doit vérifier les tassements absolus et différentiels.

Dimensionner un dallage demande de bonnes connaissances en calcul d'ouvrages de la construction ainsi qu'un logiciel spécifique. Le DTU donne des épaisseurs minimales d'un dallage, toutefois la prise en compte de toutes les contraintes impose un dimensionnement adapté nécessitant un calcul précis.

2.4 Maîtrise de la fissuration

80 % des dallages sont réalisés en béton non armé, la maîtrise de la fissuration est un challenge permanent pour l'entreprise. Toutes les dispositions constructives doivent être prises pour limiter cette fissuration. Les bétons renforcés de fibres métalliques apportent, dans ce domaine, une réponse à la maîtrise de la fissuration dans le temps, en fonction du dosage et de la qualité de la fibre utilisée.

Les causes de la fissuration

La fissuration (et/ou le faïençage) du béton se produit lorsque les tensions de traction auxquelles ce dernier est soumis dépassent sa résistance en traction. Cette résistance du béton varie selon son âge et le mode de sollicitation auquel il est soumis. Pour les dallages industriels, les causes les plus fréquentes sont de 4 natures :

- le retrait en phase plastique ;
- le retrait hydraulique après durcissement ;
- la rupture du béton suite à un phénomène de cintrage ;
- le faïençage de surface.

2.4.1 - Le retrait en phase plastique

Les fissures apparaissent entre une demi-heure et six heures après le bétonnage.

Pour les dallages talochés mécaniquement, ces fissures sont refermées superficiellement lors du talochage et tendent à réapparaître ultérieurement du fait du retrait ou du séchage.

Pendant sa prise, alors qu'il est encore déformable, le béton frais subit une réduction de volume dont l'ampleur est liée au départ de l'eau durant les premières heures.

Cette réduction de volume des bétons frais se traduit généralement par un remodelage de la masse plastique ; en revanche, si elle est trop importante, le béton ne s'adapte plus : il se fissure.

Prévention

Coulage dans des bâtiments hors d'eau et surtout hors d'air.

Il convient de prendre garde :

- au courant d'air du fait des portes ou fenêtres non posées ;
- au dallage coulé en plein soleil du fait d'un bardage ou d'une porte non posés ;
- à l'air ambiant trop sec ;
- aux fortes chaleurs ;
- aux bétons dits « chauds » : la température du béton est trop élevée lors de sa mise en œuvre.

2.4.2 - Le retrait hydraulique

Cette fissure se manifeste après plusieurs semaines, plusieurs mois et même plus d'un an après le coulage. Le retrait est un phénomène normal lors du séchage et du durcissement du béton.

On sait que le retrait théorique du béton est de l'ordre de 0,4 mm au mètre linéaire. Ce phénomène se produira toujours, il faut essayer de le contrôler et de l'orienter le mieux possible.

Cette fissure peut avoir comme origine :

- des joints de retrait mal réalisés ou mal positionnés ;
- un obstacle au libre mouvement ou glissement dû au retrait (point dur comme un regard, mauvais glissement sur la forme...);
- une qualité de béton non adaptée ;
- etc.

Prévention

Il convient de prendre garde :

- à la composition du béton : dimension des granulats, dosage et qualité du ciment, emploi de superplastifiant, rapport E/C...
- au calepinage des joints de retrait et d'arrêt de coulage ;
- aux joints de désolidarisation.
- à la couche de glissement ;
- au renfort par armatures des points sensibles.

2.4.3 - La rupture suite au cintrage du dallage

Des fissures peuvent se manifester au voisinage de discontinuités de la dalle qui ont favorisé un phénomène de cintrage.

Le retrait différentiel (conditions de séchage différentes entre le dessous et la surface du dallage) entraîne un soulèvement des bords de dallage (joints de retrait, joints d'arrêt de coulage, etc.) qui peut atteindre plus d'un centimètre. Si ces zones sont sollicitées par des charges importantes, il peut en résulter un rabattement de la partie soulevée qui s'accompagne d'une fissuration du béton à l'endroit qui fait office de charnière.

Prévention

Il convient de prendre garde :

- aux faibles épaisseurs du dallage (inférieur à 200 mm) ;
- aux joints de retrait qui doivent être conjugués ;
- aux joints d'arrêt de coulage qui doivent être équipés d'un dispositif adapté ;
- à la qualité de la cure du béton.

2.4.4 - Le faïençage

Ce sont des microfissures dont l'ouverture est habituellement inférieure à 0,1 mm et qui dessinent un maillage dont les dimensions sont variables. Le faïençage trouve également son origine dans le retrait hydraulique du béton. Cette microfissure évolue rarement dans le temps et reste un phénomène esthétique qui ne remet pas en cause la résistance du dallage et de sa couche d'usure.

Le faïençage est une fissure non traversante.

Prévention

Il convient de prendre garde :

- aux courants d'air en surface du dallage lors de sa prise ;
- à la qualité de la couche d'usure monolithique et à sa mise en œuvre ;
- à la qualité de la cure du béton.



Chapitre

3

Le dallage béton à usage industriel

Ouvrage particulier, le dallage est à la fois le plus mince des éléments de structure et celui qui est le plus en interaction avec un support naturel dont on ne maîtrise pas toujours les mouvements. Il supporte des charges dynamiques et statiques, parfois intenses, et disposées souvent de façon aléatoire. On comprend ainsi mieux la complexité de cet ouvrage et l'importance qu'il représente pour le bon fonctionnement du site considéré.

Tout dallage est constitué :

- d'un béton renforcé d'armatures structurelles ou non, éventuellement additionné de fibres ;
- d'une finition, avec ou sans couche d'usure incorporée et/ou d'un revêtement.

3.1 Le sol

Il s'agit du terrain obtenu après décapage de la terre végétale et des terrassements ou apport de matériaux. Il sert de couche de base et supporte la couche de forme et le dallage. Pour obtenir les caractéristiques requises un traitement aux liants hydrauliques routiers est une bonne solution.

3.2 L'infrastructure

Une étude géotechnique s'impose – se référer à l'annexe A du DTU 13.3. En effet, les plus importants sinistres affectant les dallages ont très souvent une origine purement technique, liée à des problèmes de sol. Ceux-ci peuvent être dus :

- à une mauvaise qualité du sol porteur (pouvant être améliorée par le traitement du sol) ;
- à un sol susceptible de présenter des variations volumétriques (sol gonflant) ;
- à un défaut de compactage de la plate-forme ;
- à des dommages ultérieurs liés à l'avancement de la construction (ornières, excès d'eau, etc.)

L'objet majeur de l'étude géotechnique préalable, outre la fourniture au bureau d'études des modules de déformation du sol nécessaires au dimensionnement du dallage, est d'appréhender le risque de déformation à terme du sol support.



Préparation de la forme.

Ce risque peut prendre des formes très variées :

- tassement excessif de couches compressibles, d'autant plus grave qu'il revêt un caractère différentiel ;
- apparition de fontis, du fait de la présence de cavités structurelles ou artificielles existant en profondeur ;
- retrait de dessiccation, suivi de gonflement de réhydratation selon des cycles météorologiques, de la part de certains sols argileux, gonflement de sols artificiels (remblais) riches en minéraux réactifs par hydratation (scories d'aciéries, résidus d'incinération d'ordures ménagères, etc.).

La rencontre de tels cas est rarement compatible avec la pérennité d'un dallage, surtout lorsque celui-ci est fortement sollicité.

Pour les dallages industriels relevant de la partie 1 du DTU 13.3, l'étude géotechnique est obligatoire.

L'étude géotechnique imposera, en fonction des contraintes, une préparation de la forme adaptée.

3.3 La forme

La forme éventuelle est constituée soit par le traitement du sol en place, soit par des matériaux d'apport servant d'assise au dallage.



Traitement d'une couche de forme aux liants hydrauliques routier ou au ciment. Hall d'assemblage de l'A380, Toulouse.

3.4 L'interface

L'interface (non obligatoire) est disposée directement sous le dallage.

Les différents types d'interface sont :

- soit une couche de glissement constituée d'un lit de sable d'une **épaisseur comprise entre 10 et 20 mm maximum** ;
- soit un film de polyéthylène (d'une épaisseur nominale de 150 μm), macroperforé ou microperforé, qui ne constitue pas à lui seul une couche de glissement ;
- soit un isolant adapté aux contraintes d'exploitation.



Nota

Dans le cas où une isolation est nécessaire, l'isolant peut remplir le rôle de l'interface.

Mise en œuvre de la couche de glissement (réglage du lit de sable).

3.5 Le dallage

3.5.1 - Principes de base

Le béton est l'élément primordial du dallage. On ne fait pas un dallage de qualité sans un bon béton.

Travaillé depuis sa phase fluide jusqu'à sa fin de prise, le béton est soumis aux facteurs environnants : soleil, vent, humidité, froid, etc. Ils influent de façon importante sur le retrait du matériau, donc sur le risque de fissuration. Armé, non armé ou renforcé de fibres, le béton doit avoir une composition étudiée et adaptée à l'environnement.

En dallages à usage industriel ou assimilés, **une épaisseur nominale de 15 cm au minimum est obligatoire (DTU 13.3, partie 1)**. Le béton doit être conforme à la norme NF EN 206-1. En plus des exigences de cette norme, le DTU 13.3 impose un dosage minimum de ciment en fonction de sa classe de résistance :

- 280 kg/m³ pour un ciment de classe 52,5 ;
- 320 kg/m³ pour un ciment de classe 42,5 ;
- 350 kg/m³ pour un ciment de classe 32,5.

Le béton doit avoir :

- un rapport eau efficace / liant équivalent entre 0,6 et 0,5 selon le dosage en ciment
- une classe de résistance au moins égale à un C25/30. Il doit avoir une consistance adaptée à sa mise en œuvre ; l'emploi d'un superplastifiant est souvent obligatoire. Pour un coulage manuel, la consistance S4 (béton fluide) est obligatoire (160 mm mini obligatoires au cône d'Abrams).

L'ajout d'eau est interdit.

3.5.2 - Les armatures

■ 3.5.2.1 - Les dallages en béton armé

Les armatures doivent être conformes à la norme NF EN 10080. Ce sont des aciers à haute adhérence, de limite d'élasticité égale à 500 MPa. La section des armatures doit être calculée conformément aux règles du BAEL avec un minimum de 0,4 % d'acier dans les 2 sens (ou à l'Eurocode 2).



Point singulier de renfort d'armature.

Un dallage en béton armé est obligatoire :

- si la fissure est préjudiciable, (voir le DTU 13.3, page 18 art. 55, ci-après) ;
- lorsque le dallage reçoit un revêtement de sol adhérent au dallage ;
- quand le dimensionnement l'impose ;
- pour les dallages supports des revêtements des sols sportifs ;
- pour certains dallages sans joint de retrait.



Mise en place des armatures.

EXTRAIT DU DTU 13.3 ARTICLE 5.5

Lorsque les conditions d'exploitation définies dans les DPM imposent une limitation de l'ouverture des fissures, le dallage est réalisé en béton armé.

Il en est de même :

- lorsque l'espacement des joints ne satisfait pas au paragraphe 5.6.6 ou lorsque la nature des actions, les caractéristiques mécaniques du support ou le mode de construction ne permettent pas de concevoir un dallage non armé ;
- lorsque le dallage est destiné à recevoir un revêtement de sol adhérent directement au dallage ou par l'intermédiaire d'un produit auto nivelant.

> NOTE

Liste non exhaustive des revêtements adhérents directement au dallage ou par l'intermédiaire d'un produit autonivelant :

- revêtements de sol textiles (NF P 62-202-1-2 / DTU 53.1) ;
- parquets et revêtements de sol contrecollés (NF P 63-204 / DTU 51.11) ;
- revêtements de sol plastiques collés (NF P 62-203-1-2 / DTU 53.2) qui sont collés directement ;
- résine de synthèse coulée (DTU 54.1) ;
- carreaux céramiques ou analogues collés (Cahiers du CSTB n° 3267 et 3268) ;
- chape et dalle à base de liants hydrauliques (NF P 14-201 / DTU 26.2) ;

Liste non exhaustive des revêtements non adhérents :

- revêtements de sol textiles « plombant, amovible » (NF P 62-202-1-2 / DTU 53.1);
- parquets et revêtements de sol contrecollés à parement en bois – pose flottante des parquets (NF P 63-204 / DTU 51.1);
- revêtements de sol plastiques collés (NF P 62-203-1-1 / DTU 53.2) qui sont collés sur une sous-couche de désolidarisation;
- carreaux céramiques ou analogues scellés (NF P 61-202 / DTU 52.1);
- revêtements de sol avec ouvrages d'interposition (permettant une pose de revêtement non adhérent) : chape sèche, chape à base de sulfate de calcium en pose désolidarisée, chape fluide de ciment en pose désolidarisée, chape asphalte, chapes et dalles à base de liants hydrauliques en pose désolidarisée, plancher chauffant réalisé sur sous-couche thermique et plancher rayonnant électrique.

Sauf dispositions prévues dans les DPM, les dallages revêtus de peinture ne sont pas obligatoirement armés.

À défaut de justification, les dallages non armés doivent être désolidarisés de tous les éléments de structure, tels que tirants, chaînages, poteaux, murs de refend et autres éléments de liaison susceptibles d'entraver les déformations de dilatation et de retrait.

Les dallages non armés peuvent être liaisonnés aux seuils et quais ou ouvrages similaires sous réserve d'être calculés en dalle de transition avec un pourcentage minimum d'armatures de 0,2 % dans chaque direction en nappe inférieure, et disposées sur la totalité du panneau concerné.

5.5.1 Épaisseur nominale du dallage

À justifier par le calcul, elle est au minimum de 150 mm.

5.5.2 Armatures du dallage

5.5.2.1 Dallage en béton armé

Il comporte un pourcentage minimum d'armatures satisfaisant à la condition de non-fragilité en traction défini par le BAEL, avec un minimum de 0,4 % dans chaque direction si les armatures ont une limite élastique supérieure ou égale à 500 MPa.

Le diamètre \varnothing des armatures doit être inférieur ou égal à $1/15^e$ de l'épaisseur du dallage.

L'entraxe maximal entre armatures ne doit pas dépasser 2 fois l'épaisseur du dallage.

L'ensemble du panneau doit être armé.

5.5.2.2 Dallage non armé

Il peut inclure des armatures non prises en compte dans le dimensionnement.

■ 3.5.2.2 - Les dallages en béton non armé

Une nappe de treillis soudé, sur toute la surface, est obligatoire dès que le dallage reçoit des charges roulantes.

Ces armatures ne sont pas prises en compte dans le dimensionnement du dallage.

3.5.3 - Les fibres

Les fibres métalliques sont utilisées pour réaliser des dallages industriels depuis plus de trente ans. Ce procédé, a longtemps été soumis à l'agrément des bureaux de contrôle. Aujourd'hui, grâce aux travaux du projet national Befim, de février 2002, et du DTU 13.3, leur usage est régi par les Avis techniques du CSTB.

Les Avis techniques ont pour but de spécifier les domaines d'emploi, la mise en œuvre et les contraintes limites de dimensionnement de chaque béton de fibres, en fonction des dosages (20 à 50 kg/m³) et des qualités de béton. Ils comportent également des exigences complémentaires au DTU 13.3 sur la classe des bétons et le choix des ciments, en fonction des dallages (avec ou sans joints de retrait).



Introduction des fibres métalliques dans le malaxeur.

RAPPEL DU PARAGRAPHE 2.2 DU BEFIM

2.2. Utilisation des BFM « bétons de fibres métalliques » pour les sols industriels

Pour les dallages industriels en béton, les fibres métalliques sont employées en substitution des armatures traditionnelles.

Les fibres ne sont généralement pas utilisées pour se substituer seules à une armature structurelle (béton armé au sens BAEL) mais peuvent être avantageusement combinées avec des aciers, dans le cadre d'une conception structurelle globale, par exemple pour la réalisation de planchers sur pieux.

En France, plus de 15 millions de m² de dallages en fibres d'acier ont été réalisés au cours des dix dernières années.

Notions de base sur les fibres métalliques

La performance du béton de fibres métalliques augmente avec :

- les performances de la matrice béton,
- le dosage en fibres,
- les performances intrinsèques de la fibre choisie.

Les performances de la fibre augmentent avec :

- le rapport longueur / diamètre qui détermine la classe de performance de la fibre, la section de la fibre (de façon inversement proportionnelle), la résistance à la traction du fil,
- le mode d'ancrage.

Le dimensionnement des dallages en fibres est réalisé, comme pour les dallages en béton non armé, conformément à l'annexe C du DTU. Les contraintes, calculées en fonction de l'épaisseur, doivent être inférieures ou égales aux contraintes admissibles, données dans les Avis techniques.



Outre les avantages d'un renforcement multidirectionnel sur toute l'épaisseur du dallage, les bétons de fibres permettent de réaliser des dallages sans joint de retrait qui donnent aux utilisateurs une plus grande souplesse d'exploitation. Généralement d'un coût de fabrication plus élevé que les dallages traditionnels, ils s'avèrent plus économiques dans le temps, compte tenu de l'absence d'entretien des joints de retrait. Ces dallages dits « sans joints sciés » entrent dans la catégorie des dallages techniques, au même titre que les dallages à haute planéité. Ils exigent des procédures définies par les avis techniques et une grande qualité d'exécution.

Dans tous les cas la composition du béton doit être étudiée et adaptée à l'ajout de fibres métalliques. Un béton de convenance est recommandé.

L'introduction des fibres dans la matrice béton peut se faire en centrale à béton, ou directement sur site dans la toupie, sous réserve de se conformer aux Prescriptions de l'Avis Technique de la fibre utilisée.

Les fibres métalliques doivent être conformes à la norme européenne NF EN 14889-1 et font l'objet d'un marquage CE obligatoire depuis juillet 2008. Pour tous les dallages calculés sur la base de ces Avis Techniques, le marquage CE doit être impérativement de catégorie 1.



Béton de fibres métalliques.

3.5.4 - Le béton

■ 3.5.4.1 - La norme béton NF EN 206-1

La norme européenne EN 206-1 s'applique aux bétons de structure, à savoir, dans le cadre de la réalisation de dallages, aux bétons coulés en place qu'ils soient réalisés par un producteur de béton prêt à l'emploi ou sur le chantier.

La norme EN 206-1 contient des règles précises concernant la spécification, la fabrication, la livraison et le contrôle de la conformité des bétons. Norme cadre, elle fait référence autant que de besoin aux règles techniques en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, règles que chaque pays a pu faire figurer dans une annexe nationale au document européen adopté.

En France, la norme NF EN 206-1 permet donc de prendre en compte les expériences européennes tout en conservant les acquis nationaux en matière de connaissance du matériau béton.

Avec la norme NF EN 206-1, les acteurs de la construction en béton disposent d'un texte qui s'applique à tous les bétons quels que soient leur mode de production ou leur destination.

La norme NF EN 206-1 est une norme de produit. Elle est parfaitement compatible avec les règles de calcul des structures, en particulier le DTU 13.3 (annexe C) et les Eurocodes et s'appuie sur les normes européennes relatives :

- aux constituants du béton : ciment, granulats et adjuvants ;
- aux essais du béton frais et du béton durci.

Les granulats doivent être conformes aux normes NF EN 12620 et XP P 18-545. Le ciment doit être conforme à la norme NF EN 197-1 ou à la norme NF P 315 pour les ciments alumineux. Les plus couramment utilisés en dallage sont les CEM I et CEM II. Pour des sols très sollicités (agressivité chimique ou chocs), le choix doit aller de préférence vers les ciments CEM I ou CEM III ou vers des ciments spéciaux tels le ciment alumineux.

L'eau doit être conforme à la norme NF EN 1008.

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

L'utilisation d'un plastifiant ou d'un superplastifiant est obligatoire. À maniabilité courante, il réduit la quantité d'eau, limite les effets du retrait, améliore la compacité du béton donc la pérennité de l'ouvrage.

Le béton doit avoir une consistance adaptée aux moyens de mise en œuvre choisis (S3 minimum, pour une mise en œuvre mécanisée, S4, pour une mise en œuvre manuelle).

■ **3.5.4.2 - Emploi du béton d'Aluminates de Calcium (ciment Fondu)**

Les dallages à base de béton de ciment alumineux doivent aussi respecter les prescriptions du DTU 13.3.

Le béton alumineux est élaboré à partir de ciment fondu alumineux associé soit à des granulats naturels soit à des granulats synthétiques. Ses qualités de durcissement rapide permettent une mise en service du dallage moins de 6 heures après son exécution. Sa capacité à sécher rapidement offre la possibilité de le recouvrir, d'un revêtement collé, de résine ou peinture, 72 heures après coulage.

Sa fabrication, son transport et sa mise en œuvre sont en tous points identiques à ce qui se pratique habituellement avec les bétons traditionnels, à l'exception des mesures à prendre pour éviter de mélanger deux liants de nature différente. De même, il est compatible avec toutes sortes de renforcement treillis soudés ou de fibres métalliques et peut être fini par tous les moyens usuels.

Ainsi et en fonction du choix de la nature des granulats, il est possible de réaliser des sols résistants :

- aux acides dilués (pH 3,5) ;
- aux huiles minérales et organiques ;
- aux chocs ;
- à l'abrasion ;
- aux chocs thermiques ;
- aux températures < 1 100 °C.





Béton d'aluminates de calcium pour résister aux chocs thermiques et températures élevées du métal en fusion.

Il est à noter que l'utilisation d'un béton 100 % alumineux (ciment alumineux fondu + granulats silico-alumineux-calcique) permet de résister à l'ensemble des agressions citées ci-dessus.

■ **3.5.4.3 - Domaines d'applications du béton d'Aluminates de Calcium (ciment Fondu)**

Le béton d'Aluminates de Calcium (CAC) (ciment Fondu) est utilisé dans le cas des dallages nécessitant une remise en service rapide, dès le lendemain (réparation d'entrepôts), ou encore pour effectuer la pose d'une résine 3 jours après le coulage du dallage (industrie agroalimentaire, décapage métaux, etc.).

Le béton de ciment fondu et granulats synthétiques ALAG® est utilisé pour la réalisation de dallages dans les industries du feu, sols de hauts fourneaux, de fonderies, aires de dépose de pièces chaudes, seuils d'entrepôts de congélation, quais de dépotage de gaz liquides, aires d'exercice d'incendie etc.

3.6 Le pompage du béton

Le pompage est une technique de transport du béton frais, permettant l'amenée du matériau à l'endroit précis où il doit être mis en place. Tous les bétons ne sont pas pompables. Pour utiliser cette technique, un essai de convenance est recommandé.

Le pompage du béton permet d'optimiser la mise en œuvre sur un chantier de dallage industriel. Différents obstacles (film polyéthylène, treillis) empêchent le roulage de véhicules (toupies à béton, pompes, etc.) sur la plateforme préparée et préalablement réglée pour effectuer le coulage.

L'utilisation de pompe à béton et l'installation de tuyauterie pour atteindre le point de bétonnage permettent de s'en affranchir.

3.6.1 - Recommandations pour l'utilisation des pompes à béton

Pour amorcer la pompe, il est nécessaire d'utiliser une quantité de barbotine (de ciment ou de synthèse) en relation avec la longueur de tuyauterie installée (1 sac de ciment pour 25 m/l de tuyaux).

La pompabilité du béton fibré est étroitement liée à la composition initiale du béton et à la quantité de fibres incorporées au moment du malaxage en centrale ou sur chantier.

Au-delà de 30 kg/m³ il est conseillé de consulter la société de pompage afin qu'elle se mette en rapport avec le laboratoire du producteur de BPE pour vérifier avec lui, la pompabilité du matériau à mettre en place (essai de convenance à faire).



Pompage du béton.

3.6.2 - Positionnement de la pompe et consignes de sécurité

Il est important de vérifier la présence ou non, de lignes électriques au-dessus du poste de pompage. S'il est constaté une présence de lignes, il est recommandé de demander la coupure au distributeur, dans tous les cas, il est impératif d'utiliser une machine munie de détecteurs de ligne.

Il faudra veiller à ce que le terrain sur lequel sera installée la pompe, soit plan et compacté de manière à en supporter le poids et répondre aux contraintes engendrées par le fonctionnement de la machine.

Il est important que les parties concernées par un chantier de pompage travaillent ensemble (entreprise de dallage, société de pompage et producteur de BPE), la composition du béton pompable, l'ajout de fibres et de fluidifiant sur chantier ou en centrale à béton, le temps de malaxage, le choix de la pompe, la longueur de tuyauterie nécessaire pour la réalisation du dallage, la barbotine, tous ces facteurs étudiés par l'ensemble des intervenants feront que la réalisation du chantier se fera de manière optimisée, et sans incidents générateurs de litiges.

3.7 Les adjuvants

L'adjuvant est un produit incorporé au moment du malaxage du béton, avec un dosage inférieur ou égal à 5 % en masse du poids de ciment du béton. Il convient de respecter les consignes spécifiées dans les fiches techniques des producteurs et les fiches de données de sécurité.

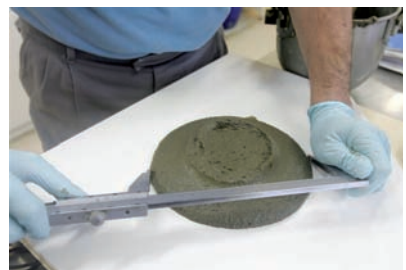
L'adjuvant est utilisé pour modifier les propriétés du béton, à l'état frais et/ou durci. Chaque adjuvant est défini par une fonction principale et une seule. Il peut présenter une ou plusieurs fonctions secondaires.

Trois catégories d'adjuvants sont répertoriées sous la norme NF EN 934.2 et bénéficient du marquage CE.

- Les adjuvants modificateurs de la rhéologie du béton :
 - plastifiants réducteurs d'eau ;
 - superplastifiants hauts réducteurs d'eau.
- Les adjuvants modificateurs de prise et de durcissement :
 - accélérateurs de prise ;
 - accélérateurs de durcissement ;
 - retardateurs de prise.
- Les autres adjuvants normalisés :
 - hydrofuges de masse ;
 - entraîneurs d'air ;
 - rétenteurs d'eau.

Leur utilisation conduit à obtenir :

- Pour les plastifiants et superplastifiants hauts réducteurs d'eau :
 - sur béton frais :
 - une amélioration de l'ouvrabilité ;
 - un maintien de l'ouvrabilité dans le temps ;
 - une diminution du ressuage ;
 - une diminution de la ségrégation ;
 - une amélioration de la pompabilité ;
 - une réduction du retrait hydraulique ;





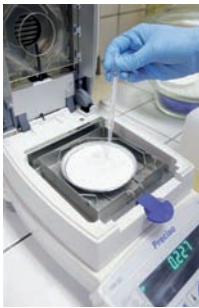
- sur béton durci :
 - une amélioration des performances ;
mécaniques à court et à long terme ;
 - une diminution du retrait (dû à la réduction
du rapport eau/ciment et à l'augmentation
du rapport ciment/eau) ;
 - une augmentation de la compacité ;
 - une amélioration de la cohésion
ciment/granulat ;
 - une amélioration de l'adhérence acier/béton.



- Pour les accélérateurs de prise :
 - une accélération de la prise de béton ;
 - une amélioration des résistances à court
terme ;
 - une augmentation de la chaleur ;
d'hydratation (par temps froid).



- Pour l'accélérateur de durcissement :
 - un accroissement de la vitesse de
montée en résistance du béton ;
 - une amélioration des résistances à court
terme.



- Pour le retardateur de prise :
 - une augmentation du temps du début et
fin de prise ;
 - un maintien de l'ouvrabilité ;
 - une régulation de la chaleur d'hydratation ;
 - une amélioration des résistances à long
terme.



- Pour les hydrofuges de masse :
 - une obturation du réseau capillaire
du béton ;
 - une limitation de la pénétration de l'eau ;
 - une augmentation de la durabilité.
- Pour les entraîneurs d'air :
 - une protection contre les cycles gel/dégel
et sel de déverglaçage ;
 - une amélioration de l'ouvrabilité par
la création des bulles d'air ;
 - une diminution de la ségrégation ;
 - une amélioration de la cohésion du béton.

3.8 La mise en œuvre du béton

3.8.1 - L'approvisionnement

Le déversement du béton sur le lieu de coulage se fait suivant l'accessibilité et les impératifs techniques :

- directement au camion malaxeur ;
- à la pompe à béton.



3.8.2 - Le réglage

Le réglage peut être manuel ou mécanique. Il faut tirer à la règle (dresser) le béton au niveau souhaité :

- à la lunette ;
- sur des taquets ;
- sur et entre les coffrages déterminant les joints d'arrêt de coulage.



*Dressage manuel.
Béton de
consistance S4.*



*Dressage mécanique.
Béton de consistance
S3 minimum.*

Comme l'exige le DTU 13.3 partie 1, le béton aura une plasticité type S3 (100 à 150 au cône d'Abrams) pour une mise en œuvre mécanique et de type S4 (160 à 210), pour une mise en œuvre manuelle (la vibration ne sera pas obligatoire à l'exception de certains points particuliers).

Cette opération est la base d'obtention de la planéité finale.

3.8.3 - La finition du béton

Dès que la prise du béton le permet, le talochage par passes successives puis le lissage à la truelle mécanique sont réalisés, jusqu'à l'obtention d'une surface fermée.

Talochage et lissage mécanique du béton.

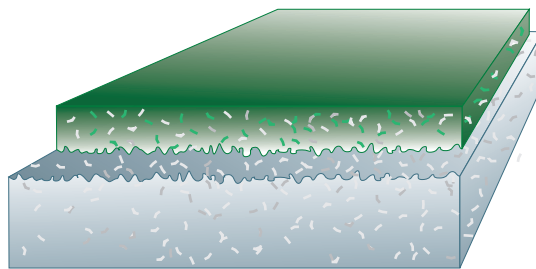


3.9 - La couche d'usure

3.9.1 - Généralités

Il est essentiel que la finition du dallage soit parfaitement adaptée à l'exploitation du bâtiment. La durabilité du dallage peut dépendre du choix de sa couche d'usure, ou de son revêtement.

Exemple : lors de la réalisation d'une couche d'usure dans un local de stockage de pièces métalliques lourdes, il est recommandé d'incorporer au béton des granulats métalliques, plutôt que des granulats minéraux.



Couche d'usure par coulis frais sur frais (épaisseur 5 à 10 mm).

Deux solutions sont envisageables.

- **Couche d'usure incorporée** : il s'agit d'une technique monolithique. On applique, sur le dallage en béton encore frais, des granulats durcisseurs en quantités variables (selon le type de produit, le mode d'application et les performances à atteindre).

Plusieurs techniques de réalisation sont possibles :

- saupoudrage ;
- épandage manuel ou mécanique ;
- coulis.

- **Revêtement rapporté** : sur le dallage en béton durci, on pose un système qui peut être solidaire ou désolidarisé (carrelage, résine, etc).

3.9.2 - Fonctions

La couche d'usure ou le revêtement doivent :

- **résister:**
 - aux contraintes mécaniques : roulement, chocs, ripage et abrasion ;
 - aux contraintes physiques : froid et chaleur ;
 - aux contraintes chimiques : acides, bases, solvants, huiles et graisses ;
- **faciliter:** la circulation (planéité), le stockage et l'entretien ;
- **minimiser:** les coûts de maintenance ;
- **s'adapter:** aux besoins évolutifs des industriels,
- **répondre à certains besoins spécifiques** comme :
 - le délai de mise en œuvre ;
 - le délai de mise en service ;
- **contribuer, dans une certaine mesure, à une recherche esthétique.**

Nota

Aucun produit ne pouvant répondre à toutes ces exigences, il appartient au maître d'ouvrage ou au maître d'œuvre de définir ses exigences en caractérisant les contraintes mécaniques ou chimiques (voir guide technique CSTB 3577 V2, de février 2008).

3.9.3 - Les granulats constituant la couche d'usure

La couche d'usure est un mélange de granulats, de ciment et d'additifs (adjuvant, colorant et microfibres).

En matière de granulats, on distingue :

- les granulats minéraux tels que le quartz, le porphyre, le granit, le silex... ;
- les mélanges de granulats abrasifs naturels ou synthétiques tels que le corindon, le carbure de silicium ou l'émeri ;
- les granulats métalliques tels que l'acier doux, le fer doux, la fonte, spécialement traités pour obtenir une bonne affinité avec l'eau et le ciment. Ils se présentent en paillettes ou granulats.

Nota

L'emploi des granulats métalliques n'est pas recommandé en présence d'humidité permanente ou en extérieur (risque d'oxydation). Toutefois, le métal oxydé se patine par le passage des engins de manutention et laisse alors apparaître une surface brillante.

3.9.4 - Les techniques de mise en œuvre

La couche d'usure incorporée est appliquée sur béton frais suivant deux techniques.

■ 3.9.4.1 - Par saupoudrage manuel ou mécanique

Le saupoudrage s'effectue après début de prise du béton ou simultanément avec celle-ci.

Il convient de suivre les fiches des fabricants, à titre indicatif, les quantités appliquées peuvent être de l'ordre de :

- 4 à 6 kg/m² en particules minérales ;
- 5 à 8 kg/m² en particules métalliques.



Épandage manuel.



Épandage mécanique.

■ 3.9.4.2 - Par coulis de mortier frais

Le béton est dressé au niveau fini, moins l'épaisseur du coulis. Ce niveau est fonction de la nature des granulats et de la quantité retenue.

Quantité généralement appliquée :

- 12 kg/m² en minéral (ou mélange de granulats) ;
- 18 kg/m² en métallique.

Le coulis est tiré sur le béton frais.

À titre indicatif, 12 kg/m² de granulats minéraux et 18 kg/m² de métalliques correspondent à une épaisseur voisine de 5 mm.

Avantages de cette technique :

- meilleure tenue à l'usure ;
- meilleure tenue aux chocs pour les couches d'usure métalliques due à la ductilité du produit ;
- teinte plus soutenue pour les couches d'usure teintées.

■ 3.9.4.2 - Finition

Après l'application de la couche d'usure, il faudra la talocher puis la lisser à la truelle mécanique jusqu'à l'obtention d'une surface fermée d'aspect plus ou moins lisse.

Après le lissage, il convient d'appliquer un produit de cure.



Finition de la couche d'usure.

Nota

Dans le cas d'agressions chimiques, une étude particulière est nécessaire.

3.10 L'aspect des sols industriels

3.10.1 - La brillance et la teinte des sols

Un dallage béton présente souvent une brillance provisoire. Selon l'utilisation et l'usage cet aspect évolue. Pour maintenir une patine régulière il convient d'entretenir le sol industriel régulièrement.

La méthode de saupoudrage, le talochage et le lissage répétés, ainsi que la pulvérisation de la cure influent sur l'homogénéité de la teinte. Le phénomène est accentué en cas de sol teinté et cela d'autant plus que la teinte est claire. En effet, aux phénomènes ci-dessus, s'ajoute l'incidence des remontées inévitables en surface. On peut, en cours de séchage, voir apparaître les efflorescences provoquées par les remontées d'humidité et l'entraînement de chaux. L'emploi d'un adjuvant réducteur d'eau limitera ce phénomène.

Une très bonne mise en œuvre du béton, de la couche d'usure, du produit de cure et un contrôle strict des phases successives d'exécution sont indispensables à l'obtention d'un revêtement de qualité.

Les variations de teinte, inhérentes au procédé, dépendent principalement :

- de la régularité de la composition du béton ;
- des conditions de prise et de durcissement ;
- de la couche d'usure :
 - de son mode d'application,
 - de la quantité mise en place,
 - de la qualité du produit ;
- de la régularité avec laquelle est appliqué le produit de cure.

3.10.2 - Préconisations d'emploi

Les granulats minéraux ou mixtes (mélange de granulats) sont adaptés aux sols soumis au trafic, au roulement, grâce à leur dureté.

Les granulats métalliques sont mieux adaptés aux chocs, grâce à leur ductilité.

3.10.3 - Recommandations

Le coulis est plus adapté :

- pour certaines techniques des sols à haute planéité (avec coulage en bandes) ;
- en cas de sols de teinte claire, pour obtenir une meilleure homogénéité de couleur ;
- en cas de sols très sollicités

Pour les sols industriels hautement sollicités mécaniquement, la couche d'usure par coulis incorporé, à base de granulats métalliques, est la solution recommandée.

3.11 Les revêtements rapportés

Les dallages en béton peuvent recevoir tout type de revêtement. Par opposition aux couches d'usure, les revêtements sont appliqués sur béton durci.

On distingue plusieurs types de revêtements rapportés.

- Les sols coulés synthétiques : résines époxydiques, polyuréthane ou méthacrylique, etc.
- Les chapes monolithiques :
 - les chapes monolithiques à base de ciment ;
 - les chapes monolithiques à base de magnésie ;
 - les chapes monolithiques décoratives.
- Les sols à base de bitume :
 - l'asphalte ;
 - l'enrobé bitumineux percolé au coulis de ciment.
- Les carrelages collés et scellés.
- Les sols plastiques collés.
- Les parquets.

3.12 Les classements des revêtements et des couches d'usure incorporées

Le CSTB a défini deux types de classements :

- le classement l'UPEC pour les locaux à usage collectif piétonnier (gymnases, hôpitaux, magasins, etc.) – non concernés par les sols industriels ;
- le classement performanciel **I/MC** pour les locaux à usage industriel.

En fonction des sollicitations appliquées au sol, le maître d'œuvre doit classer les locaux industriels (classement I/MC).

Les contraintes mécaniques **M** se déclinent en 4 indices :

- i pour choc ;
- p pour poinçonnement ;
- r pour ripage ;
- u pour usure.

Les contraintes chimiques **C** se déclinent en 3 indices :

- a pour acides ;
- b pour bases ;
- s pour agents tâchant et solvants.

Pour chaque indice, un coefficient croissant de 1 à 4 est attribué au local en fonction de la sévérité de l'agression (1 pour faible et 4 pour sévère).

Le CSTB a développé un progiciel pour simplifier le travail de classification des locaux. C'est un outil d'aide à la prescription pour les maîtres d'œuvre et d'ouvrage.

Les industriels, fabricants ou distributeurs de produits de couches d'usure ou de revêtement, ont fait référencer leurs produits par le CSTB après une série d'essais. Ils ont obtenu un classement **P/MC** des couches d'usure ou des revêtements.

Pour un local classé **I/MC**, il faut proposer et réaliser le revêtement aux performances **P/MC** correspondantes.

Par exemple : un bâtiment industriel de stockage a un classement **I/MC** de i3, r2, p3, u3 pour ses contraintes mécaniques et sans contrainte chimique ; Le revêtement réalisé devra avoir le classement **P/MC** au moins égal à i3, r2, p3, u3.

3.13 Les couches d'usures incorporées colorées

En intérieur, ce sont des dallages destinés aux surfaces commerciales, aux halls d'exposition ou autres.

Le dallage béton reçoit une couche d'usure teintée, généralement sous forme de coulis frais sur frais, avec pulvérisation du produit de cure. Après séchage du dallage, avec ou sans élimination du produit de cure, on applique un bouche-pores pour améliorer la brillance et faciliter le nettoyage.

Ce traitement se fera après vérification d'une maturation suffisante du béton (évaporation suffisante de l'eau, soit après environ 4 semaines).



3.14 La cure du béton

Selon le DTU 13.3, la cure du béton est obligatoire. C'est une opération indispensable pour limiter la dessiccation superficielle du béton et lui permettre d'arriver à maturation dans les meilleures conditions. L'objectif est d'empêcher toute évaporation prématurée de l'eau nécessaire à la bonne hydratation du béton ou du coulis pendant les phases de prise et de durcissement.

La cure est réalisée par :

- arrosage prolongé ;
- pulvérisation d'un produit de cure conforme à la norme NF P 18-370 ;
- toute autre solution techniquement éprouvée.



*Pulvérisation
du produit
de cure.*

Dans le cas le plus courant d'utilisation de produits de cure, le choix peut se faire entre des produits en phase solvantée ou des produits en phase aqueuse, en fonction des conditions climatiques, de la température du béton ou de l'exposition ultérieure du béton (intérieur ou extérieur).

La mise en œuvre du produit de cure doit se faire par application immédiate après le lissage au moyen d'un pulvérisateur manuel ou mécanique, pour réaliser une couverture régulière.

3.15 Les joints

3.15.1 - Principe général

C'est la partie de dallage la plus exposée aux effets de la circulation souvent intense. Une attention toute particulière doit donc être portée à leur conception et à leur réalisation.

3.15.2 - Les 4 types de joints

- Le joint d'arrêt de coulage (joint de construction) ;
- le joint de retrait ;
- le joint de désolidarisation ou d'isolement ;
- le joint de dilatation.

Tout projet fera l'objet, avant exécution, d'un plan de calepinage qui tiendra compte :

- des phases de coulage ;
- de la structure de la construction ;
- des points singuliers : positionnement des charges, angles rentrants et sens de circulation, présence d'émergence...



Joints d'arrêt de coulage et vibration du béton.

■ 3.15.2.1 - Le joint d'arrêt de coulage (de construction)

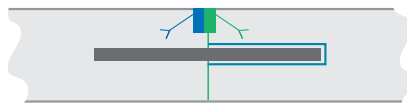
Il sert à délimiter les phases journalières de coulage et concerne toute l'épaisseur du dallage.

Il doit être conçu de façon à :

- empêcher le mouvement vertical appelé « pianotage » ;
- permettre les libres mouvements horizontaux, transversaux ou longitudinaux ;
- protéger l'arête du joint.



Système de joint d'arrêt de coulage.



Plats de protection + goujons de conjugaison dans son fourreau



Joint type oméga



Plats de transferts

■ 3.15.2.2 - Le joint de retrait

Il a pour but de contrôler et de positionner la fissuration de retrait. Réalisé le plus souvent à la scie à béton, il doit être exécuté le plus tôt possible après finition du lissage, sans pour autant épaufrer les bords du joint. D'environ 3 mm de largeur à sa réalisation, il peut atteindre 6 à 7 mm après le retrait du béton. Sa profondeur doit être égale ou supérieure au tiers de l'épaisseur du dallage. La plus grande dimension des panneaux ne doit pas excéder 6 mètres (sauf dispositions constructives particulières).



Sciage des joints de retrait.



■ 3.15.2.3 - Le joint de désolidarisation (d'isolement)

Ce joint sert à désolidariser le dallage de tout obstacle qui peut gêner son libre mouvement. Situé contre tout obstacle longrines périphériques, poteaux, massifs, il s'applique à toute l'épaisseur du dallage et sa largeur varie généralement de 5 à 10 mm. Il est préconisé d'utiliser un joint en mousse de polyuréthane compressible.

■ 3.15.2.4 - Le joint de dilatation

Le joint de dilatation sert à compenser les variations dimensionnelles du dallage dues aux variations de température – il n'est pas nécessaire à l'intérieur des bâtiments.



Chapitre

4

Le contrôle des dallages industriels

Travailler dans les règles de l'art, c'est respecter les normes (soit le DTU 13.3 partie 1), les Avis Techniques, les CPT et aussi accepter le principe du contrôle des ouvrages exécutés.

Les pièces écrites du marché doivent fournir :

- le rapport d'étude de sol ;
- les charges et les contraintes appliquées sur le dallage ;
- la destination de l'ouvrage.

L'entreprise spécialisée conçoit l'ouvrage adapté, propose un plan d'assurance qualité (P.A.Q) et réalise l'autocontrôle de son ouvrage lors de sa réalisation.

4.1 - Les différents types de contrôles

■ 4.1.1 - La forme

La portance de la couche sous adjacente au dallage par les essais de plaques.

L'altitude et la planéité par une réception conjointe entre l'entreprise qui a réalisé la forme et l'entreprise qui réalisera le dallage en béton.



■ 4.1.2 - Le contrôle du béton en centrale – contrôles de production

La norme NF EN 206-1 décrit très précisément la nature et la fréquence des contrôles, et les critères de conformités, selon que la production fasse l'objet ou non d'une certification.

Les contrôles prescrits s'appliquent à des familles de béton avec les fréquences du tableau ci-dessous.

<i>Production continue</i>	<i>Centrale avec contrôle de production certifié</i>	<i>Centrale avec contrôle de production non certifié</i>
Production > 50 m ³ /jour	1 / semaine ou 1 / 400 m ³	1 / jour ou 1 / 150 m ³
Production < 50 m ³ /jour	3 / mois	1 / semaine

■ 4.1.3 - Le contrôle du béton sur chantier

Le béton livré correspond bien au béton commandé; vérifier que la qualité indiquée sur les bons de livraison est celle exigée sur le bon de commande.

- Contrôle de la plasticité : affaissement au cône d'Abram.
- Contrôle de la résistance : confection d'éprouvettes, conservation et essais dans un laboratoire (selon les normes NF EN 12390-2, 12390-3 et le fascicule de documentation FD P 18-547).

En cas d'ajouts (fibres, etc.) effectués sur le chantier, des contrôles spécifiques et une traçabilité doivent être réalisés. Il convient de se référer aux Avis Techniques des produits. En ce qui concerne le béton, un contrôle de sa classe de résistance en compression sera réalisé sous la responsabilité de l'entreprise.



Confection d'éprouvettes



Contrôle de la plasticité :
affaissement au cône
d'Abram

■ 4.1.4 - Le dosage en fibres

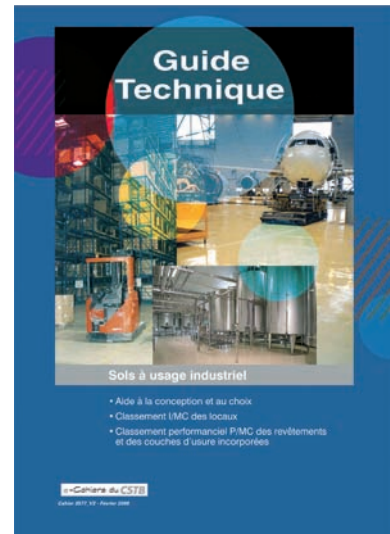
La quantité de fibres par m³, introduite dans le malaxeur ou sur chantier, devra être contrôlée et correspondre aux caractéristiques du béton fibré à l'aide d'un extracteur de fibres (prélèvement lors du coulage).

■ 4.1.5 - La couche d'usure incorporée ou le revêtement

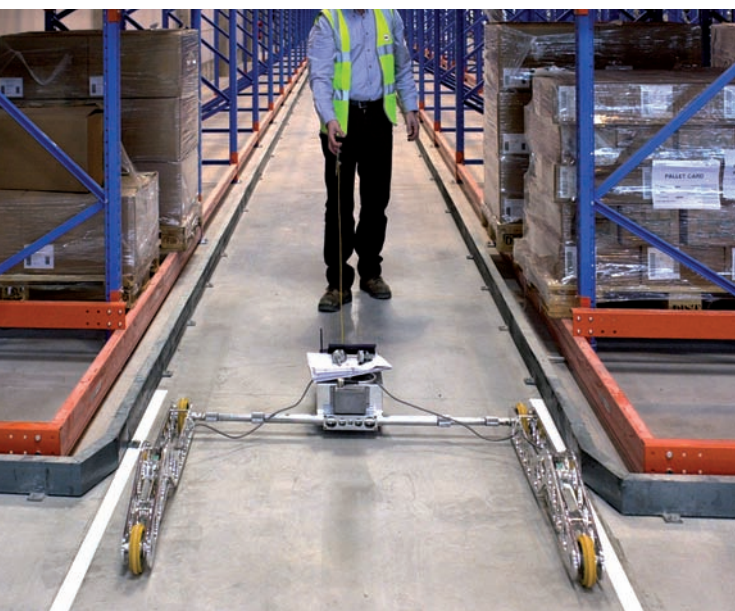
Sans spécification précisée dans les DPM (Document Particulier du Marché), il conviendra de vérifier, avant exécution, que la couche d'usure ou le revêtement correspond au classement IMC des locaux.

■ 4.1.6 - La planéité

Sans particularité dans les DPM, la planéité exigée est celle indiquée dans le DTU 13.3 partie 1.



Cahiers du CSTB n°3577



Si une exigence de planéité particulière est nécessaire, elle doit être spécifiée dans les pièces écrites ainsi que son mode de contrôle.

Contrôle au profilographe.



Chapitre

5

L'entretien et la maintenance des dallages

5.1 - Généralités

Le dallage doit être considéré comme un bien d'équipement, un investissement et, à ce titre, faire l'objet d'un entretien et d'une maintenance réguliers, à la charge de l'exploitant. Il doit être conseillé par l'entrepreneur spécialisé.

Dallages avec « couche d'usure »

Sans entretien régulier, le dallage aura tendance à s'encrasser avec surépaisseur de matière au passage des engins de manutention à bandage noir.

Dans la majorité des cas, il suffit d'un nettoyage par autolaveuse, avec ajout d'un produit détergent compatible avec les liants hydrauliques, suivi éventuellement d'un rinçage et traitement.

Dans le cas où l'esthétisme prime, le maître d'ouvrage ou l'utilisateur peut améliorer l'état initial de surface par un traitement spécifique cire ou bouche-pore.

Nota

Dans tous les cas, un essai de nettoyage, avant généralisation, s'impose.

Au même titre qu'une pièce de mécanique soumise à sollicitations, les contraintes appliquées au dallage engendrent de l'usure. Le dallage doit donc faire l'objet d'une maintenance régulière.



Exemple de joint épaufré.

Les points particuliers à surveiller :

- le maintien du remplissage des joints ;
- les fissures préjudiciables qu'il faut traiter ;
- les joints épaufrés qu'il faut réparer, pour éviter une aggravation de l'épaufrure ;
- le pianotage des joints qu'il faut stabiliser par injection ;
- les éclats et trous en surface du béton qu'il faut boucher.

Prévoir et utiliser un budget de maintenance évitera de grosses dépenses et des nuisances dans le futur.



Des spécialistes proposent de réaliser régulièrement des diagnostics sur l'état de vos sols et de vous conseiller sur les solutions techniques de réparation.

Conseils

En tout état de cause, un revêtement adapté aux contraintes d'exploitation réduira obligatoirement les coûts de maintenance.

5.2 - Document de référence

Il convient de se référer à l'Annexe E du DTU 13.3.





Chapitre

6

Réception Assurances Garanties

6.1 - Réception

Elle est obligatoire. Il sera rédigé un procès-verbal de réception sur lequel seront éventuellement précisées les réserves à lever dans un temps imparti. Elle officialise la prise de possession des locaux par le maître d'ouvrage, Elle déclenche la prise d'effet de l'année de parfait achèvement, Elle déclenche la prise d'effet de la garantie décennale.

6.2 La garantie de parfait achèvement

Cette garantie d'un an, à compter de la réception de l'ouvrage, est due par l'entrepreneur et définie à l'article 1792-6 du Code civil.

Dommmages relevant de la garantie :

- les désordres apparents lors de la réception, ayant fait l'objet de réserves mentionnées sur le procès-verbal ;
- les désordres, relevés dans l'année qui suit la réception, ayant été signalés par notification écrite à l'entrepreneur.

Il s'agit de tous les désordres, de quelque nature qu'ils soient, sauf ceux qui seraient la conséquence de l'usure normale ou de l'usage.

6.3 La responsabilité décennale

Définie aux articles 1792 et 1792-2 du Code civil, elle a une durée de 10 ans à compter de la réception et vise les dommages qui :

- compromettent la solidité de l'ouvrage,
- rendent l'ouvrage impropre à sa destination,
- affectent la solidité des éléments d'équipement faisant corps avec l'un des ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert.

Elle ne couvre que les « travaux de technicité courante » ; les autres techniques doivent faire l'objet d'un avenant.

Dommages-ouvrage

Souscrite par le maître d'ouvrage, la garantie a pour objectif:

- un règlement rapide des dommages de nature décennale;
- un préfinancement, avant recherche de responsabilité de tel ou tel intervenant à la construction, pour éviter au maître d'ouvrage d'avoir à avancer les fonds.

Date de souscription : avant ouverture du chantier.

Date d'effet : à l'expiration du délai de garantie de parfait achèvement, sauf deux exceptions :

- résiliation du contrat de louage conclu avec l'entrepreneur ;
- inexécution de ses engagements par l'entrepreneur.

Date de fin : à l'expiration de la garantie décennale.

Travaux concernés :

- ceux qui compromettent (compromettant) la solidité de l'ouvrage dans ses éléments constitutifs ;
- ceux affectant les éléments constitutifs ou l'un des éléments d'équipement et rendant l'ouvrage impropre à sa destination ;
- ceux affectant la solidité d'un des éléments d'équipement indissociables de l'ouvrage.

6.4 La police unique de chantier (P.U.C.)

Cette police, souscrite par le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre, réunit en un seul contrat auprès du même assureur, un ensemble de garanties choisies par le maître d'ouvrage et destinées à toutes les entreprises.



Chapitre

7

Les obligations contractuelles



Le cahier des clauses spéciales

Ce document est très important car il fixe :

- les obligations réciproques du maître d'ouvrage et de l'entreprise principale ;
- la consistance des travaux ;
- les travaux exclus du marché ;
- les obligations de l'entreprise titulaire du lot dallage :
 - envers le maître d'ouvrage ;
 - envers les titulaires des lots de revêtements de sols, si besoin ;
- les principes de règlement de l'appel d'offres ;
- ce que le titulaire du lot support doit fournir à l'entreprise titulaire du lot dallage.

Il est, en effet, indispensable d'être en possession :

- d'un relevé altimétrique du support pour contrôler que l'on reste dans les tolérances d'épaisseur ;
- des résultats d'essais à la plaque du support avec leur localisation permettent entre autres de valider une des hypothèses de dimensionnement du dallage (le module de déformation de la couche de forme) ;
- de l'étude géotechnique du sol.

Le titulaire du lot dallage se doit d'informer le titulaire du lot revêtement des caractéristiques du support qui lui est fourni : nature du dallage, type de cure... pour éviter toute incompatibilité de produit.



Chapitre

8

Annexes

Annexe 1

Les ouvrages en BPE et les 14 cibles de la « démarche HQE® »

L'objectif du présent chapitre est de présenter la contribution du dallage en BPE dans les ouvrages aux 14 cibles définies par la « démarche HQE® », en extrayant les éléments adéquats des FDES et du rapport méthodologique qui accompagne les FDES selon la norme NF P 01 010.

<i>Les 14 cibles définies par la « démarche HQE® »</i>	
Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur	Créer un environnement intérieur satisfaisant
<p>Éco-construction</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat 2. Choix intégré des procédés et produits de construction 3. Chantiers à faibles nuisances <p>Éco-gestion</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Gestion de l'énergie 5. Gestion de l'eau 6. Gestion des déchets d'activité 7. Gestion de l'entretien et de la maintenance 	<p>Confort</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Confort hygrothermique 9. Confort acoustique 10. Confort visuel 11. Confort olfactif <p>Santé</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Qualité sanitaire des espaces 13. Qualité sanitaire de l'air 14. Qualité sanitaire de l'eau

Elles visent à couvrir l'ensemble des aspects environnementaux associés aux bâtiments. Le BPE contribue à certaines de ces cibles.

> MAÎTRISER LES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT EXTÉRIEUR

A/ Éco-construction

■ **Cible 1. Relation harmonieuse des ouvrages avec leur environnement immédiat**

Un dallage a peu d'impact sur l'environnement visuel

■ **Cible 2. Choix intégré des procédés et produits de construction**

Le BPE est adapté à tous les dallages.

■ **Cible 3. Chantiers à faibles nuisances**

La mise en œuvre du BPE ne génère pas de déchets d'emballages puisque le produit est amené sur chantier en camions toupies.

Pour la protection de l'environnement, il est recommandé de ne pas déverser du BPE dans les eaux de surface et les réseaux de collecte d'eaux usées et de ramasser sans délai tout épandage accidentel sur un sol.

Mise en œuvre: les règles de protection individuelle lors de la mise en œuvre du béton prêt à l'emploi (BPE) sont présentées dans la fiche de données sécurité des bétons prêts à l'emploi courants disponible auprès du Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi.

Le BPE n'est pas classé comme « préparation dangereuse » selon les dispositions de l'Annexe VI de la Directive européenne 67/548/CEE. Les équipements de protection individuelle (EPI) sont les suivants :

- protection des mains : porter des gants imperméables ;
- protection des yeux : porter des lunettes de protection en cas de risque de projection dans les yeux ;
- protection de la peau : porter des vêtements adaptés au type de travail (combinaison) et qui protègent les avant-bras en continuité avec les gants. Pour le travail à genoux, des genouillères imperméables sont recommandées. Le port de bottes (chaussures étanches) est conseillé. Se laver abondamment en cas de contact.

B/ Éco-gestion

■ *Cible 4. Gestion de l'énergie*

Le BPE possède une importante inertie thermique, notamment du fait de sa masse volumique. Compte tenu de sa résistance thermique, un dallage en béton contribue à l'isolation thermique de l'ouvrage.

■ *Cible 5. Gestion de l'eau*

Consommation d'eau

Fabrication et chantier :

l'eau consommée sur le site rentre dans la composition du béton. Les eaux de lavage des camions toupies et du malaxeur sont recyclées en fabrication. Les autres consommations comptabilisées sont indirectes. Elles proviennent d'étapes amont et aval telles que la production d'électricité, le raffinage de carburant pour le transport, la production des matières premières, etc.

Vie en œuvre et fin de vie :

un dallage en BPE ne consomme pas d'eau pendant sa vie en œuvre.

Impact sur la gestion de l'eau

Fabrication et chantier :

en l'absence de rejet, les impacts sur la gestion de l'eau à l'étape de la fabrication et du chantier sont négligeables.

Vie en œuvre :

le BPE ne provoque pas de pollution de l'eau pendant sa vie en œuvre.

Fin de vie :

l'allocation méthodologique en volume des impacts de la décharge ne tient pas compte du fait que le BPE soit inerte, et explique l'origine de ses impacts sur l'eau en fin de vie – ce mode de calcul est défavorable aux bétons du fait de sa masse volumique.

■ **Cible 6. Gestion des déchets d'activité**

Le BPE après mise en œuvre est inerte et ne produit pas de déchets d'activité. En fin de vie, l'ouvrage est soit valorisé, soit mis en décharge.

Les déchets générés aux étapes de production et de mise en œuvre sont essentiellement du béton non mis en œuvre (surplus, retours, etc.). Les déchets en fin de vie sont principalement les déchets de démolition. Les déchets générés sont des déchets valorisés, des DIB ou des déchets inertes.

■ **Cible 7. Gestion de l'entretien et de la maintenance**

Il n'y a aucune contribution négative du dallage en BPE sur cette cible.

> **CRÉER UN ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR SATISFAISANT**

C/ Confort

■ **Cible 8. Confort hygrothermique**

Au-delà des informations mentionnées à la cible n° 4, il n'y a aucune contribution complémentaire négative du BPE sur cette cible.

■ **Cible 9. Confort acoustique**

Sans objet

■ **Cible 10. Confort visuel**

De par sa qualité de parement, le BPE peut rester apparent. Il est également apte à recevoir tout type de revêtement permettant d'adapter les caractéristiques de confort visuel du sol.

■ **Cible 11. Confort olfactif**

Il n'y a aucune contribution négative du dallage en BPE sur cette cible.

D/ Santé

■ **Cible 12. Qualité sanitaire des espaces**

Il n'y a aucune contribution négative du dallage en BPE sur cette cible.

■ **Cible 13. Qualité sanitaire de l'air**

Les ouvrages en BPE ne provoquent pas d'émission dans l'air lors de leur vie en œuvre.

Tous les autres impacts sur l'air (e.g. poussières) sont négligeables. Ils sont générés par les étapes de la fabrication du béton ou de ses composants ainsi que par la phase de mise en œuvre.

■ **Cible 14. Qualité sanitaire de l'eau**

Lors de sa vie en œuvre, parce qu'il est chimiquement stable, le dallage en BPE n'engendre pas d'émission dans l'eau et ne dégrade pas la qualité de l'eau - nappe et ruissellement.

Les rejets comptabilisés dans l'inventaire sont des rejets indirects. Ils proviennent d'étapes en amont et en aval, telles que celle de la production d'énergie.

Annexe 2

La FDES Dallage - Résultats

EXTRAIT de la DÉCLARATION ENVIRONNEMENTALE et SANITAIRE
CONFORME A LA NORME NF P 01-010

Dallage industriel à base de béton XF1 C25/30 CEM II

Octobre 2007

Cet extrait de déclaration environnementale et sanitaire est présenté selon le modèle de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire validé par l'AIMCC (FDES Version 2005).

1. Origine des données

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité du Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi (SNBPE) selon la norme NF P 01-010 § 4.6.

Toute personne désirant recevoir un exemplaire de cette déclaration pourra en faire la demande à l'adresse suivante :

SNBPE

À l'attention de Monsieur Benoist Thomas, Secrétaire Général

3, rue Alfred Roll

75849 Paris CEDEX 17

Fax : 01 44 01 47 47 – Benoist.Thomas@unicem.fr

2. Caractérisation du produit

Abréviations utilisées :

BPE : Béton Prêt à l'Emploi

DVT : Durée de Vie Typique

FDES : Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

UF : Unité Fonctionnelle

Définition de l'Unité Fonctionnelle (UF)

Recouvrir un sol sur 1 m² pendant une annuité. Il s'agit d'un dallage de 15 cm d'épaisseur, dont la DVT est de 30 ans ; apte à supporter une surcharge uniformément répartie de 20 kN/m², ainsi qu'une charge isolée statique de 20 kN avec une pression de contact maximale de 5 MPa.

Masses et données de base pour le calcul de l'unité fonctionnelle (UF)

Quantité de produits d'emballage de distribution et de produits complémentaires contenue dans l'UF sur la base d'une Durée de Vie Typique (DVT) de 30 ans.

La fonction est assurée par un mètre carré de dallage industriel à base de béton XF1 C25/30 CEM II d'une épaisseur de 15 cm pesant 345 kg de dallage par mètre carré, soit 11,5 kg pour l'UF.

Pour respecter le DTU 13.3, il convient d'utiliser 320 kg de ciment CEM II 42.5 par m³ pour la réalisation du béton.

Emballages de distribution (nature et quantité) : sans objet

Produits complémentaires (nature et quantité) pour la mise en œuvre :

- ferrailage et coffrage métallique : 3,5 kg/m² (treillis soudé ajoutés lors de la mise en œuvre du béton et joints d'arrêt de coulage) ;
- mousse de désolidarisation : 0,39 kg/m² ;
- film polyane : 0,14 kg/m² ;
- joints de garnissage : 0,055 kg/m². Le taux de chute lors de la mise en œuvre a été estimé à 1 %.

Le taux de perte lors de la mise en œuvre a été estimé à 1 %.

Justification des informations fournies : Les données de production sont fournies par les sites de production de BPE et par l'UNESI.

Caractéristiques techniques utiles non contenues dans la définition de l'unité fonctionnelle

Le béton étant un matériau incombustible, le dallage en béton ne présente pas de risques spéciaux vis-à-vis du feu et permet de respecter la réglementation incendie en vigueur.

3. Contribution du produit à l'évaluation des risques sanitaires et de la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments selon NF P 01-010 § 7

Contribution du produit		Expression (Valeur de mesures, calculs...)	Commentaires
À l'évaluation des risques sanitaires	Qualité sanitaire des espaces intérieurs		Le BPE n'est pas classé comme « préparation dangereuse ». Les concentrations moyennes de radioéléments dans les bétons courants sont de : 40 Bq/kg en radium (226Ra), 30 Bq/kg en thorium (232Th), 400 Bq/kg en potassium (40K).
	Qualité sanitaire de l'eau	Non concerné	Sans objet
À la qualité de la vie	Confort hygrothermique	Non concerné	Sans objet
	Confort acoustique	Non concerné	Sans objet
	Confort visuel	Non concerné	Sans objet
	Confort olfactif	Non concerné	Sans objet

4. Pour en savoir plus...

Émissions dans l'air et dans l'eau :

Sur le plan de la maîtrise des rejets, les centrales de béton prêt à l'emploi, s'inscrivent pleinement dans une logique « zéro rejet ».

Annexe 3

Normes et autres documents de références

P 11-221-1	(mai 2000)	DTU 14.1 - Travaux de bâtiment - Travaux de cuvelage - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales.
NF P18-201	(mars 2004)	DTU 21 - Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Cahier des clauses techniques.
NF DTU 26.2	(avril 2008)	Travaux de bâtiment - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types. Indice de classement : P14-201.
NF P61-202	(déc. 2003)	DTU 52.1 - Travaux de bâtiment - Revêtements de sol scellés - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales - Partie commune au DTU 26.2 et au DTU 52.1.
PR NF DTU 51.2 P1-1	(2008)	Parquets - Pose des parquets à coller - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques.
PR NF DTU 51.2 P1-2	(2008)	Parquets - Pose des parquets à coller - Partie 1.2 : critères de choix des matériaux (CGM).
PR NF DTU 51.2 P2	(2008)	Parquets - Pose des parquets à coller - Partie 2 : cahier des clauses spéciales.
NF DTU 53.2	(avril 2007)	Travaux de bâtiment - Revêtements de sol PVC collés - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM) - Partie 2 : cahier des clauses spéciales - Référence commerciale des parties P1-1, P1-2 et P2 du DTU 53.2 d'avril 2007. Indice de classement : P62-203.

NF P74-203	(oct. 2000)	DTU 59.3 - Travaux de bâtiment - Peinture de sols - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales (référence commerciale des parties 1 et 2).
NF DTU 65.14	(sept. 2006)	Travaux de bâtiment - Exécution de planchers chauffants à eau chaude - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Dalles désolidarisées isolées - Partie 2 : cahier des clauses techniques - Autres dalles que les dalles désolidarisées isolées - Partie 3 : cahier des clauses spéciales - Dalles désolidarisées isolées et autres dalles - Référence commerciale des parties 1, 2 et 3 du DTU 65.14. Indice de classement : P52-307.
NF P90-202	(déc. 1992)	Salles sportives - Supports de revêtements des sols sportifs - Mise en œuvre.
NF P11-213	(mars 2005)	DTU 13.3 - Dallages - Conception, calcul et exécution - Partie 1 : cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés - Partie 2 : cahier des clauses techniques des dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés - Partie 3 : cahier des clauses techniques des dallages de maisons individuelles - Partie 4 : cahier des clauses spéciales (Référence commerciale des parties 1 à 4 du DTU 13.3)
CPT 3267		Revêtements de sol intérieur et extérieur en carreaux de céramiques ou analogues, collés au moyen de mortiers-colles
CPT 3268		Pose collée de revêtements céramiques en rénovation de sols dans les locaux U4 P4 et U4 P4S

8.2 Données indispensables pour le dimensionnement

• ANNEXE A ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Annexe A de la norme NF P 11-213-1 (DTU 13.3)

• ANNEXE B DÉFINITIONS DES ACTIONS

Annexe B de la NF P 11-213-1 (DTU 13.3)

Complément d'informations à l'annexe B nécessaires aux calculs des dallages

L'Annexe B (normative) définit les actions et les exigences spécifiques des dallages à usage industriel ou assimilés.

En complément à cette annexe, vous trouverez ci-dessous des précisions importantes pour l'optimisation des calculs de dallage et surtout pour éviter des interprétations, parfois hasardeuses, des calculateurs de dallages qui peuvent aboutir à des sous-dimensionnements.

• ANNEXE C

Les éléments indispensables pour réaliser les calculs en correspondance avec l'annexe C du DTU 13.3 (Voir DTU § 5.1.2 Caractérisation du support) sont :

- **les épaisseurs de chaque couche sous le dallage** jusqu'au substratum, après confortement éventuel et réalisation de la couche de forme ;
- **les modules de déformation E_s de chacune de ces couches**. Dans le cas d'un confortement par colonnes ballastées, le géotechnicien doit vous donner un module équivalent correspondant (sur la hauteur de ces colonnes).

Ces éléments doivent être donnés par le géotechnicien ou par l'entreprise qui effectue le confortement du sol.

Ces données, épaisseurs et modules E_s , peuvent être insérées dans un seul tableau récapitulatif précis.

Remarque : un simple essai à la plaque donnant le module de Westergaard K_w ne suffit plus pour les calculs. La limite basse, imposée par le DTU, est $K_w = 50$ MPa/m. Elle ne sert qu'à limiter l'orniérage occasionné par la circulation d'engins de chantier, camions et surtout des toupies venant livrer le béton de dallage.

8.3 Compléments à l'Annexe B (Désignation des actions)

Une connaissance de la partie 1 du DTU 13.3 est nécessaire pour l'élaboration des Documents Particuliers du Marché (DPM) qui doivent normalement définir, avec précision, toutes les actions et exigences spécifiques à chaque zone du projet.

À défaut de spécifications des Documents Particuliers du Marché (DPM), ce sont les valeurs par défaut qui sont appliquées.

■ 8.3.1 - Pourcentages longue durée des charges

- Uniformément répartie (C.U.R.)
- Charge isolée statique
- Rayonnages fixes (simples ou dos-à-dos)

■ 8.3.2 - Charge uniformément répartie au sol sous première lice des racks

OUI / NON kN/m ²
-----------	-------------------------

■ 8.3.3 - Chariot en mode statique (chariot tridirectionnel)

- Charge sur la roue avant la + chargée kN
 - Pression de contact MPa
-

■ 8.3.4 - Disposition des charges ponctuelles fixes

<p>Disposition aléatoire des charges ponctuelles fixes par rapport aux joints de retrait sciés et aux joints de construction.</p> <p>NB : dans le cas de rayonnages, une disposition NON aléatoire ou figée des charges signifie que la disposition des rayonnages ne pourra plus être modifiée dans le futur !</p>	<p>Oui / Non</p>
--	-------------------------

■ 8.3.5 - Gradient thermique

Gradient thermique	Valeurs des DPM	Valeurs par défaut
Dallages intérieurs à usage courant <input type="checkbox"/>	0 °C/m	-
Dallages intérieurs à usage particulier <input type="checkbox"/>°C/m	20 °C/m
Dallages extérieurs abrités du soleil <input type="checkbox"/>°C/m	20 °C/m
Dallages extérieurs NON abrités <input type="checkbox"/>°C/m	70 °C/m

Mode de mise en charge des dallages		
Rapport entre charges extrêmes durant une période d'exploitation de 3 mois	$\varphi = \dots\dots$	$\varphi = 0,5$

■ 8.3.6 Revêtement sur dallage

Revêtement sur dallage	Oui / Non	-
Si oui, revêtement adhérent (voir § 5.5 du DTU)	Oui / Non	-
Si non, l'état de surface est : <ul style="list-style-type: none"> - brut de règle - surfacé - lissé - balayé 	État de surface défini au § 5.1.3.1 du DTU

8.4 Autres documents de référence

Eurocode 2, (se substitue au BAEL 91 depuis 2007) pour le béton armé.

Les Avis Techniques pour les bétons renforcés de fibres métalliques.

Cahier du CSTB n° 3577 Guide Technique, Sols à usage industriel - référentiel technique.

Recommandations du BEFIM: « Guide de recommandations techniques pour la conception et la réalisation des dallages en béton de fibres métalliques ».

8.5 La norme NF EN 206-1 (explication)

La norme NF EN 206-1 est l'aboutissement de 20 ans de travail de normalisation européenne réalisé par le TC 104 du Comité Européen de Normalisation (CEN). Après la publication en 1990 de la pré-norme européenne ENV 206, les pays membres ont publié des normes nationales s'inspirant de cette pré-norme européenne expérimentale, comme ce fut le cas en France avec la norme XP P18-305.

La norme NF EN 206-1, avec son Annexe Nationale, est devenue depuis 2005 la base normative pour tous les bétons de structure.

Elle s'inscrit dans un contexte normatif global qui comprend :

- des normes de constituants: granulats pour béton (NF EN 12620 et XP P 18-545), ciments courants (NF EN 197-1) adjuvants pour béton (NF EN 934-2) et eau de gâchage (NF EN 1008);
- des normes d'essais (séries NF EN 12350 et NF EN 12390);
- des normes de dimensionnement (Eurocodes), en particulier la norme NF EN 1992-1 ou Eurocode béton (EC 2);
- les normes d'exécution des bâtiments, comme la norme NF P18-201 (DTU 21);
- les règles techniques de conception et fascicules du CCTG (fascicule 65, livret SNCF...)

8.5.1 - Domaines d'application

La norme NF EN 206-1 s'applique aux bétons de structure, qu'ils soient des bétons prêts à l'emploi ou des bétons réalisés sur chantier (par l'utilisateur du béton), destinés aux bâtiments et aux ouvrages de génie civil. Elle couvre donc les bétons destinés aux dallages.

En ce qui concerne le Béton Prêt à l'Emploi, la norme NF EN 206-1 s'applique également aux bétons lourds et à certains bétons légers, mais ne couvre pas :

- les bétons non-structuraux (bétons de remplissage, bétons de tranchées, bétons de calage de bordures de trottoir, bétons de propreté...)
- les bétons aérés ;
- les bétons mousses ;
- les bétons poreux (caverneux) ;
- Les bétons très légers (masse volumique < 800 kg/m³)
- les bétons réfractaires ;
- les bétons de granulats non minéraux.

8.5.2 - Évolutions de la norme

8.5.2.1 Clarification des responsabilités des différents intervenants

La norme NF EN 206-1 précise le rôle de chaque intervenant : le prescripteur, le producteur et l'utilisateur du béton. Ainsi :

- le prescripteur est responsable de la spécification du béton : il doit s'assurer de prendre bien en compte tous les paramètres, pour définir parfaitement le béton à utiliser ;
- le producteur est responsable de la conformité et du contrôle de production du béton ;
- l'utilisateur est responsable de la mise en place du béton dans la structure.

Dans le cas du BPE, l'acheteur du béton frais doit fournir au producteur, à chaque commande, toutes les spécifications normatives du béton.

8.5.2.2 Désignation des bétons

La norme NF EN 206-1 définit trois types de béton :

- les Bétons à Propriétés Spécifiées : BPS
- les Bétons à Composition Prescrite : BCP
- les Bétons à Composition Prescrite dans une Norme : BCPN

Les BPS

Il s'agit de béton pour lequel les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur, qui est responsable de fournir un béton satisfaisant à ces exigences.

Les spécifications de base sont les suivantes :

- la conformité à la norme NF EN 206-1 ;
- la classe de résistance à la compression ;

- la classe d'exposition ;
- la classe de consistance ;
- la classe de teneur en chlorures
- la dimension nominale maximale des granulats

Des caractéristiques complémentaires (type de ciment...) peuvent, le cas échéant, être demandées en plus des spécifications de base, avec des niveaux de performances contrôlées suivant des méthodes d'essais définies.

Nota

Pour le béton léger il faut spécifier la classe de masse volumique ou masse volumique cible et pour le béton lourd la masse volumique cible.

Les BCP

Il s'agit de béton pour lequel la composition et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur par le prescripteur.

Le prescripteur a la responsabilité de s'assurer que les prescriptions sont conformes aux exigences de la norme NF EN 206-1 et que la composition prescrite est capable d'atteindre les performances attendues pour le béton. La responsabilité du producteur est de fournir un béton respectant cette composition prescrite. Les contrôles sur les performances atteintes ne sont pas de la responsabilité du producteur : ils incombent au prescripteur ou à l'utilisateur

Les principales spécifications de base sont les suivantes :

- conformité à la norme NF EN 206-1 (la responsabilité du producteur se limite au respect de la composition prescrite) ;
- dosage en ciment ;
- type et classe de résistance du ciment ;
- rapport E/C ou consistance ;
- dimension nominale maximale des granulats, et toute limitation de leur fuseau granulaire ;
- type et catégorie des granulats et leur teneur maximale en chlorures (la masse volumique maximale ou minimale pour les bétons légers ou les bétons lourds) ;
- type et la quantité des adjuvants ou additions et l'indication de leur origine, le cas échéant.

Ce type de béton est réservé à certains ouvrages simples de bâtiment (par exemple chantier de catégorie A, voir la norme NF P 18-201 article 6.5).

8.5.2.3 Classification des bétons

> Classes de résistances à la compression

La classe de résistance à la compression des bétons à 28 jours est désignée par la lettre C de « concrete », suivie de deux nombres correspondant aux résistances mesurées respectivement sur éprouvettes cylindriques ou cubiques : par exemple C 20/25 ; C30/37.

Classe de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds		
Classe de résistance à la compression	Résistance caractéristique minimale du cylindre	Résistance caractéristique minimale sur cubes
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50

> Classes de consistance

Il existe 5 classes de consistance des bétons (S1 à S5). La mesure de l'affaissement est réalisée à l'aide du cône d'Abrams (Slump test).

	S1	S2	S3	S4	S5
Affaissement en mm	10-40	50-90	100-150	160-210	> 220

> Classes de chlorures

Trois classes de chlorures sont définies dans la norme NF EN 206-1 (0,20, 0,40, 0,65 et 1,0), ce rapport correspondant à la teneur maximale en ions Cl⁻ rapportée à la masse de ciment.

Classes de chlorures à respecter en fonction de l'utilisation du béton.		
Utilisation du béton	Classe de chlorures	Teneur maximale en ions chlorure (Cl⁻) rapportée à la masse de ciment + additions prises en compte
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées	Cl 0,40	0,40 %
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées et formulées avec des ciments de type CEM III	Cl 0,65	0,65 %

> Dimension des granulats

Le béton est spécifié selon la dimension maximale des granulats. La classification est fonction de la dimension nominale supérieure du plus gros granulat présent dans le béton.



8.5.2.4 - Contrôles de conformité et de production

La norme NF EN 206-1 décrit très précisément la nature et la fréquence des contrôles, et les critères de conformité, selon que la production fasse l'objet ou non d'une certification.

La possibilité de réaliser des contrôles de résistance, à l'aide d'éprouvettes cylindriques ou cubiques, est admise par la norme NF EN 206-1.

8.5.2.5 Classes d'exposition

La norme NF EN 206-1 définit 18 classes d'exposition, regroupées par risque de corrosion ou d'attaques dépendant des actions et conditions environnementales auxquelles le béton de l'ouvrage, ou de la partie de l'ouvrage, est soumis. À ces classes, sont associées des exigences minimales que le béton doit respecter. En France, la spécification de la classe d'exposition doit être suivie du sigle (F). (L'Annexe Nationale a adapté les classes d'exposition définies dans la norme NF EN 206-1 au contexte climatique et géographique français).

Un même béton peut être soumis à plusieurs classes d'exposition. Dans ce cas, le béton doit respecter la sélection des plus sévères exigences définies pour chaque classe.

Classes d'exposition

« courantes »

Elles correspondent aux expositions rencontrées le plus fréquemment dans les ouvrages de bâtiment et de génie civil ; la présentation qui en est faite ci-dessous a été retenue par souci de simplification et ne correspond pas à un regroupement opéré par la norme NF EN 206-1 ni par son Annexe Nationale.



- **X0: Aucun risque de corrosion, ni d'attaque (gel/dégel, abrasion, attaque chimique).** Cette classe ne peut concerner que les bétons non armés ou faiblement armés avec un enrobage d'au moins 5 cm.

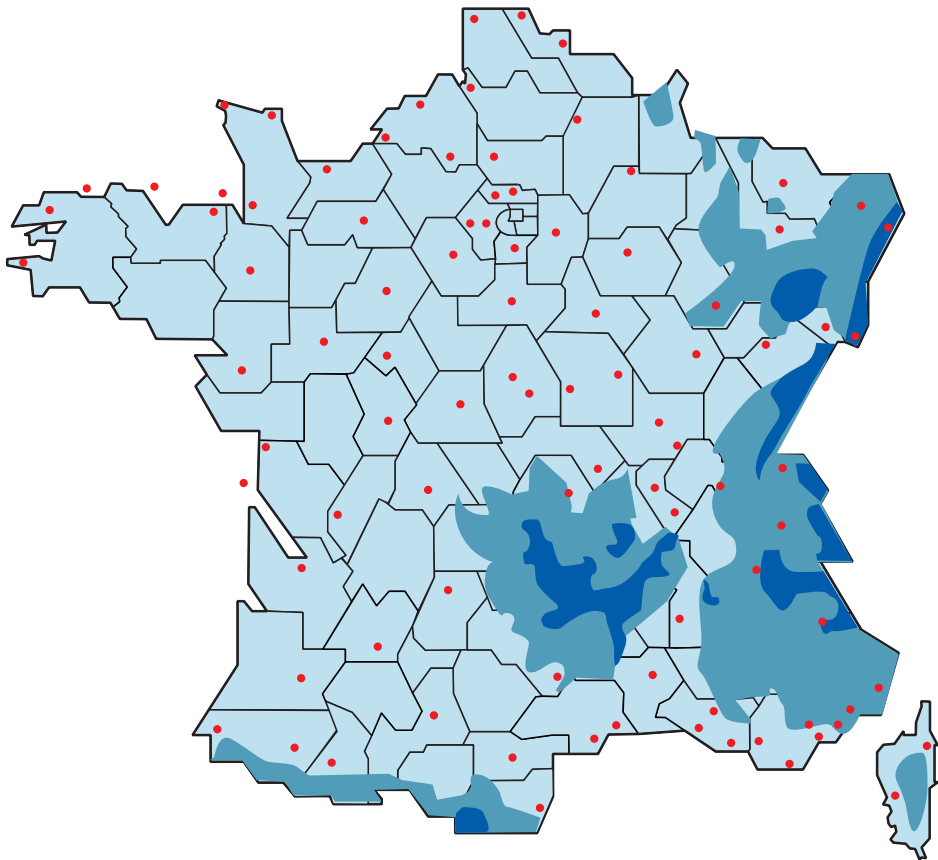
- **XC:** Corrosion induite par carbonatation. Ces classes s'appliquent au béton contenant des armatures et exposé à l'air et à l'humidité. Les conditions d'humidité peuvent être considérées comme le reflet de l'humidité ambiante, sauf s'il existe une barrière entre le béton et son environnement.

Les conditions d'humidité définissent les quatre classes d'exposition suivantes :

- XC1 : sec ou humide en permanence.

- XC2 : humide rarement sec (mêmes exigences minimales que pour XC1 en France).

- XC3 : humidité modérée (mêmes exigences minimales que pour XF1 en France).
- XC4 : alternance d’humidité et de séchage (mêmes exigences minimales que pour XF1 en France). Pour les ouvrages d’art, les bétons exposés à l’air, situés en atmosphère extérieure, relèvent de la classe d’exposition XC4 (fascicule 65).
- XF : attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage. Ces classes s’appliquent lorsque le béton est soumis à une attaque significative due à des cycles de gel/dégel.



- Station météorologique
- | | | | |
|--|------------------------|---|----------------------------------|
| <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; margin-bottom: 2px;"></div> | Gel faible ou modéré : | { | XF1 (sans agent de déverglaçage) |
| | | } | XF2 (avec agent de déverglaçage) |
- | | | | |
|--|--------------|---|----------------------------------|
| <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #00008B; border: 1px solid black; margin-bottom: 2px;"></div> | Gel sévère : | { | XF3 (sans agent de déverglaçage) |
| | | } | XF4 (avec agent de déverglaçage) |
- | | | |
|--|------------------------|---------------------|
| <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #4682B4; border: 1px solid black; margin-bottom: 2px;"></div> | Gel modéré ou sévère : | suivant l'altitude. |
|--|------------------------|---------------------|

Figure NA. 2 de la norme NF EN 206-1 Carte de France donnant les zones de gel (précisée par canton et par commune dans le fascicule de documentation FD P18-326).

Pour les classes d'exposition courantes, les valeurs limites spécifiées sont les suivantes.

Expositions courantes						
	X0	XC1/XC2	XF1 XC3, XC4, XD1	XF2	XF3	XF4
Eeff/liant équivalent maxi	-	0,65	0,60	0,55	0,55	0,45
Résistance minimum	-	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Teneur minimum en liant équivalent	150	260	280	300	315	340
Air minimum	-	-	-	4	4	4
Additions maximum Ex : cendres volantes	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Nature ciment	-	-	-	-	-	-

Classes d'exposition « particulières »

Ces classes concernent des ouvrages exposés à l'eau de mer, à des chlorures ou à des milieux chimiquement agressifs.

• **XS: Corrosion induite par des chlorures présents dans l'eau de mer.** Ces classes s'appliquent lorsque le béton, contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées, est soumis aux chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin. Les différentes classes d'exposition sont :

- XS1 : Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer. Cette classe est à utiliser pour les structures situées à moins de 1 kilomètre de la côte ;
- XS2 : Immergé en permanence ;
- XS3 : Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns.

• **XD: Corrosion induite par des chlorures ayant une origine autre que marine.** Ces classes s'appliquent lorsque le béton, contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées, est soumis au contact d'une eau autre que marine, contenant des chlorures, y compris des sels de déverglaçage entraînés par des véhicules. Les différentes classes d'exposition sont :

- XD1 : Humidité modérée ;
- XD2 : Humide, rarement sec ;
- XD3 : Alternance d'humidité et de séchage ;

• **XA: Attaque chimique.** Ces classes s'appliquent lorsque le béton est exposé aux attaques chimiques se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface ou les eaux souterraines.

- XA1 : Environnement à faible agressivité chimique ;
- XA2 : Environnement d'agressivité chimique modérée ;
- XA3 : Environnement à forte agressivité chimique.

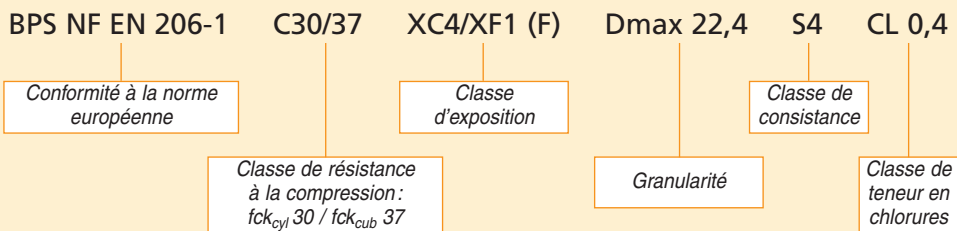
Nota

Le tableau 2 de la norme NF EN 206-1, article 4, définit les valeurs limites des paramètres correspondant aux attaques chimiques.

Le Fascicule de Documentation FD P 18-011 fournit des recommandations complémentaires aux exigences de la norme NF EN 206-1, pour les bétons soumis aux environnements chimiques agressifs.

Classes d'exposition particulières : valeurs limites spécifiées							
	Marins		Chlores		Chimiques		
	XS2/XS1	XC3	XD2	XD3	XA1	XA2	XA3
Eff/liant équivalent maxi	0,55	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45
Résistance minimum	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C40/50
Teneur minimum en liant équivalent	330	350	330	350	330	350	385
Air minimum	-	-	-	-	-	-	-
Additions maximum Ex : cendres volantes	0,15	0,15	0,15	0,15	0,30	0,15	0
Nature ciment	PM	PM	-	-			

EXEMPLE DE DÉSIGNATION D'UN BPS CONFORME À LA NORME NF EN 206-1*



* Dans le cas d'un dallage des prescriptions complémentaires seront réalisées dans le respect du DTU 13.3.

Le béton doit être conforme à la norme NF EN 206-1, à la norme NF EN 13877-1 et à la norme NF P 98170.

Le béton doit avoir une bonne résistance à la compression. Il sera adapté au domaine d'application.

Les granulats doivent être conformes aux normes NF EN 12620 et XP P 18-545. Le ciment doit être conforme à la norme NF EN 197-1. Les ciments plus couramment utilisés en dallage sont les CEM I, CEM II, CEM III et CEM V. Pour des sols très sollicités (agressivité chimique ou chocs), le choix doit aller, de préférence, vers les ciments CEM I ou CEM III, ou vers des ciments spéciaux comme le ciment alumineux fondu (Norme NF P 15-315) ou le ciment prompt (Norme NF P 15-314). L'eau doit être conforme à la norme NF EN 1008.

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

L'utilisation d'un plastifiant ou d'un super-plastifiant est rendue quasiment obligatoire. Il réduit la quantité d'eau, limite les effets du retrait et améliore la compacité du béton donc la pérennité de l'ouvrage.

Le béton doit avoir une consistance adaptée aux moyens de mise en œuvre choisis.

8.6 Utilisation des pompes à béton

8.6.1 Risques électriques

En cas de présence d'une ligne électrique au-dessus de la zone d'implantation de la pompe, il convient d'identifier la tension de la ligne et de contacter les responsables d'EDF pour demander la coupure ou l'isolation temporaire de l'alimentation de cette ligne. En cas d'impossibilité de coupure, l'opérateur de la pompe devra respecter les distances d'approche conseillées de la ligne :

- minimum 3 mètres de distance pour 20 000 volts ;
- minimum 5 mètres pour 400 000 volts.

Nota

En cas de pluie ou de brouillard, ces distances doivent être augmentées de 2 mètres au minimum.

Il est recommandé d'utiliser des pompes équipées de moyens de détection de champs électriques qui permettent d'alerter en permanence le conducteur de la pompe de la proximité d'une ligne électrique.

8.6.2 Sécurité au sol dans l'environnement immédiat de la pompe

L'accès à l'aire de bétonnage (emplacement de la pompe et aire de manœuvre des toupies) doit être dégagé de tout obstacle pouvant :

- gêner l'approche des camions malaxeurs ;
- gêner les manœuvres de la flèche de la pompe ;
- provoquer un accident corporel au personnel évoluant dans cette zone (par exemple, le personnel de laboratoire chargé d'effectuer les prélèvements pour la confection des éprouvettes de contrôle du béton ou le personnel chargé de guider la toupie).

Si la surface de l'aire de bétonnage le permet, il est intéressant de positionner deux toupies à l'arrière de la pompe pour améliorer la cadence de coulage en optimisant le temps de manœuvre des toupies.

Conductivité électrique :

Dans certaines industries d'assemblages informatiques et dans l'industrie chimique, des sols antistatiques ou dispersifs sont exigés. Le principe consiste à contrôler la propagation de l'électricité statique vers les puits de terre. Des solutions de sols industriels en béton répondent à ces exigences.

Annexe 4 - Glossaire

A

Abrasion	Usure et perte de matière consécutive à un frottement.
Abrasimètre	Appareil de mesure de la résistance à l'usure.
Accélérateur	Produit qui augmente l'hydratation du ciment donc le déclenchement plus rapide de la prise du béton et une chaleur d'hydratation plus grande.
Accès chantier	Ne concerne pas uniquement la circulation de la route aux abords des bâtiments en construction. Pour les dallages, c'est aussi l'accès à l'intérieur des bâtiments
Adjuvant	Produit chimique incorporé en faible quantité dans les bétons et mortiers pour modifier, améliorer ou compléter certaines de leurs caractéristiques.
Altimétrie	Mesure des altitudes.
Antigel	Adjuvant incorporé au béton frais lorsqu'il est nécessaire de bétonner par temps froid.
Antigélif	Adjuvant qui évite que le béton durci ne se désagrège par gels successifs (on utilise le plus souvent des entraîneurs d'air).
Antistatique	Qui s'oppose à la formation d'électricité statique.
Armatures	Treillis soudés, ronds, barres incorporés au béton pour : – donner de la cohésion aux éléments de construction ; – améliorer la résistance en traction ; – répartir les déformations.
Autolissant	Particularité d'un produit à se répandre et à se tendre de lui-même pour laisser une surface lisse.
Autonivelant	Capacité d'un produit à se régler de lui-même horizontalement sans se tendre.

B

BAP	Béton autoplaçant (horizontal ou autre).
Béton armé	Il comporte, dans toutes ses sections, des armatures dont la section est déterminée par les règles du BAEL qui considère comme nulle la résistance à la traction du béton.
Béton non armé	Béton dimensionné à partir des propriétés mécaniques du seul béton. Il peut cependant comporter des armatures non structurelles.
Bouche-pore	Résine assez fluide pour pénétrer dans les capillaires du béton et réduire ainsi son caractère absorbant.
Brut de règle	Béton nivelé et arasé, manuellement ou mécaniquement, et laissé en l'état.

C

Calepinage	Représentation du détail de la position des joints.
Calfeutrage ou Calfeutrement	Garnissage d'un joint avec un matériau, en général compressible, parfois étanche ou isolant.
Carbonatation	Transformation de l'oxyde de calcium (chaux CaO) en carbonate de calcium (CaCO ₃) sous l'action acide du gaz carbonique.
Carborundum	Carbure de silicium, abrasif de synthèse très dur.
C.C.A.G.	Cahier des Clauses Administratives Générales.

C.C.T.G.	Cahier des Clauses Techniques Générales.
C.C.T.P.	Cahier des Clauses Techniques Particulières.
C.C.S.	Cahier des Clauses Spéciales.
Chape	Élément de construction de faible épaisseur, réalisé en mortier.
Chape incorporée	Application sur béton frais d'une couche d'usure par saupoudrage, par épannage ou par coulis.
Chape refluée	Talochage, lissage de la surface d'un béton frais, avec ou sans apport.
Cône d'Abrams	Moule tronconique ($D = 20$, $d = 10$, $h = 30$) utilisé pour l'essai d'affaissement du béton frais (slump test).
Contrainte	Effort interne que subit un corps soumis à des forces externes.
Corindon	Oxyde d'alumine cristallisé, à l'état naturel. On en fabrique du synthétique. Il sert de granulat pour les durcisseurs de surface et pour les meules abrasives.
Couche d'usure	Couche superficielle d'un dallage ou d'un revêtement de sol, adaptée pour résister aux contraintes d'abrasion et d'entretien. En sol industriel, c'est le renforcement superficiel du dallage par apport de matériau durcisseur pendant la prise du béton.
Coulis	Mortier frais pour couche d'usure, appliqué sur le béton frais (10 à 90 kg).
Cure	Procédé qui permet de ralentir l'évaporation de l'eau du béton : il limite sa dessiccation et lui permet d'arriver à maturation dans de bonnes conditions.

D

Dallage	Ouvrage de grandes dimensions par rapport à son épaisseur, éventuellement découpé par des joints. Il repose uniformément sur un support. Le dallage peut intégrer une couche d'usure ou recevoir un revêtement.
Désactivant	Produit qui, appliqué sur le béton, dénude partiellement, après une attaque chimique légère, le liant ciment afin de valoriser son squelette de granulats.
Dilatation	Expansion ou allongement d'un corps sous l'effet d'une élévation de température. Pour le béton, avec une variation de 20° , $\Delta L/L = 2 \times 10^{-4}$.
D.P.M.	Document Particulier du Marché.
Ductile	Qualifie un matériau qui peut être étendu, étiré, courbé, déformé sans se rompre.
Dureté Mohs	Dureté des minéraux et des matériaux céramiques, classés de 0 à 10 sur l'échelle de Mohs : 0 pour le talc et 10 pour le diamant.
Dureté Shore	Mesurée au duromètre, elle concerne surtout les caoutchoucs et les matières plastiques.
DTU	Document Technique Unifié.

E

Eau efficace (E_{eff})	Eau totale, diminuée de l'eau absorbée par les granulats.
Efflorescence	Formation d'un dépôt cristallin blanchâtre à la surface des enduits, des briques, des pierres.
Épaufrure	Éclat sur une arête.
Étanche	Qualifie toute paroi qui fait obstacle à l'eau, à l'air, à la vapeur d'eau...
Entraîneur d'air	Adjuvant qui agit en créant, dans le béton, un très grand nombre de petites bulles dont 80 % sont $< 100 \mu$. Il améliore la plasticité, l'ouvrabilité et la résistance au gel.

F

Faiçonnage	Craquelure superficielle sous forme de fins réseaux de microfissures $< 0,2$ mm.
Farinage	Décohésion superficielle ou desquamation sous forme de poudre à la surface du béton.

Finition	Aspect de surface donné à un revêtement, un béton ou un enduit (brut, taloché, lissé, bouchardé...)
Fissure	Fente visible affectant la surface d'une maçonnerie, d'un dallage. Par convention, elle a entre 0,2 et 2 mm.
Flache	Zone de dallage ou de plancher légèrement en cuvette.
H	
Hélicoptère	Truelle mécanique (simple, double ou triple) pour le talochage et le lissage du béton.
Hors d'eau	Qualifie un bâtiment dont les ouvrages de couverture, d'étanchéité et de pose de baies extérieures, sont achevés.
Hydrofuge	Produit imperméabilisant, totalement ou partiellement, un matériau et le protégeant contre les effets de l'humidité.
I	
Interface	Généralement, surface commune à deux matériaux ; en dallage, élément disposé entre la sous face du béton et son support.
J	
Joint	Il désigne la ligne séparative ou le garnissage d'un interstice entre deux éléments quelconques. Il divise le dallage en panneaux dans le but de réduire le nombre et l'importance des fissures du béton.
Joint d'arrêt	Délimite la zone de coulage journalière et s'applique à toute la hauteur de la dalle de coulage.
Joint d'isolement ou de désolidarisation	Il a pour but de séparer le dallage des autres éléments de la construction (poteaux, longrines, murs, massifs). Il règne sur toute l'épaisseur du dallage.
Joint de retrait	Il permet le libre retrait du béton de dallage et pré-localise la fissuration due au retrait.
Joint de dilatation	Il permet les dilatations du béton de dallage.
L	
Laitance	Mélange de ciment et d'eau qui, après séchage, constitue une pellicule blanchâtre.
Liant équivalent	Ciment constitué de CPA-CEM I et d'une addition normalisée venant en substitution partielle du ciment.
Lissage	Aspect glacé donné à la surface du béton.
M	
Maniabilité / Ouvrabilité	Aptitude d'un béton ou d'un mortier à être mis en œuvre avec plus ou moins de facilité.
Microfissure	Fissure très étroite, conventionnellement < 3/10 ^e mm.
Module d'élasticité	Il caractérise l'aptitude à la déformation élastique (donc réversible) sous charge.

P

P.A.Q.	Plan d'assurance qualité.
Pare-vapeur	Feuille ou membrane étanche à la vapeur d'eau.
P.G.C.	Plan général de coordination.
Pianotage	Basculement des dalles, au passage d'engins, après soulèvement des bords ou mauvais appui de celles-ci sur la forme.
Planéité	Caractère plan et uni d'une surface.
Planimétrie	Mesure de la planéité des surfaces.
Plasticité	Aptitude d'un matériau à prendre et à conserver les formes imposées.
Plastifiant	Produit destiné à améliorer la plasticité et l'ouvrabilité des bétons.
Porosité	Caractère d'un corps dont la surface présente des pores. Pouvoir absorbant ou perméabilité d'un matériau.
Poudrage	Décohésion superficielle ou desquamation sous forme de poudre de la surface du béton.
Proctor (essai)	Test de laboratoire visant à déterminer la teneur en eau la plus propice au compactage d'un sol.

R

Ressuage	
Retrait	Contraction d'un matériau, provoquée soit par un refroidissement (métal), soit par un abaissement du taux d'humidité (bois) ou élimination de l'eau de gâchage (béton).
Retrait plastique	Évaporation dès la mise en place du béton.
Retrait hydraulique	Élimination de l'eau de gâchage excédentaire, qui suit le retrait plastique.
Revêtement	D'une façon générale, toute couche superficielle de matériau homogène ou d'éléments préfabriqués rapportés sur un support.

S

Saupoudrage	Action d'épandage à sec, sur béton frais, du composant de la couche d'usure.
Scléromètre	Le scléromètre à béton sert à contrôler sa dureté, par mesure de la hauteur de rebondissement d'une bille d'acier.
Ségrégation (mot cité dans le 3.7 Les adjuvants)	
Superplastifiant	Favorise la défloculation de la pâte de ciment, puis une lubrification de ses grains permettant une réduction de l'eau de gâchage. Avantages : réduction du retrait, augmentation de la compacité et de la résistance, meilleure ouvrabilité.
Surfaçage	Action de rendre la surface du béton plus ou moins rugueuse, voire lisse, par talochage puis lissage manuels ou mécaniques.

T

Tolérance	Limite admissible des écarts de dimension d'un matériau ou d'un ouvrage.
Trait de niveau	Ligne généralement placée à un mètre du sol fini qui, dans un bâtiment en construction, sert de référence aux mesures de hauteur. Il peut être raccordé au niveau N.G.F.
Tuilage	Soulèvement des bords ou angles de dalles.

Crédit photographique

Gilbert Brun, Cimbéton, SNBPE,
STA, SYNAD-Axim, UNESI,
tous droits réservés.

Mise en page et réalisation

Amprincipe Paris
R.C.S. Paris B 389 103 805

Impression
Imprimerie Chirat

Édition février 2009



CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

7, place de la Défense • 92974 Paris-la-Défense Cedex • Tél. : 01 55 23 01 00 • Fax : 01 55 23 01 10
E-mail : centrinfo@cimbeton.net • internet : www.infociments.fr