

norme française

NF P 11-213-1

Mars 2005

DTU 13.3

Dallages

Conception, calcul et exécution

Partie 1 : cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés

E : DTU 13.3 - paving - design, calculation and production - part 1 : contract bill of technical clauses for paving for industrial or related use

D : DTU 13.3 - Plattenbeläge - Konstruktion, Berechnung und Ausführung - Teil 1 : Beschreibung der technischen Klauseln für Plattenbeläge zu industriellen Anwendungen oder gleichgestellte

Statut

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 février 2005 pour prendre effet le 20 mars 2005.

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document définit les règles de conception, de calcul et d'exécution des travaux de dallages en béton à usage industriel ou assimilés.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : revêtement de sol, dalle de revêtement, installation industrielle, définition, matériau, béton, béton armé, armature, liant, granulat, caractéristique, sol, géotechnique, état de surface, interface, isolation thermique, joint de dilatation, déformation, résistance à la compression, résistance à la traction, calcul, conditions

d'exécution, mise en oeuvre, contrôle, tolérance de dimension, planéité, entretien, réparation.

Modifications

Inclut l'Amendement A1 de mai 2007 qui modifie les articles et paragraphes 5.1.2.3, 5.5.2.1, 5.6.6, 6, 6.2, C.3.1.5, C.3.2.2, C.3.2.2.1, C.3.2.2.4, C.3.2.3, C.3.2.3.1, C.3.2.3.4, C.4.1, C.4.1.6, C.4.1.7, C.4.2.3, C.4.2.4 et C.5.2.

Sommaire

- Liste des auteurs
- 1 Domaine d'application
- 2 Références normatives
- 3 Définitions
 - 3.1 Dallage
 - 3.1.1 Dallage en béton armé
 - 3.1.2 Dallage en béton non armé
 - 3.1.3 Dallage additionné de fibres
 - 3.2 Support
 - 3.2.1 Forme
 - 3.2.2 Interface
 - 3.3 Etat de surface
 - 3.4 Couche d'usure
 - 3.5 Joints
 - 3.6 Panneau
- 4 Matériaux
 - 4.1 Forme
 - 4.1.1 Matériaux d'apport
 - 4.1.2 Liants pour le traitement de la forme
 - 4.1.3 Géotextiles et géosynthétiques
 - 4.2 Interface
 - 4.2.1 Couche de réglage, de fermeture ou de glissement
 - 4.2.2 Film
 - 4.2.3 Isolant
 - 4.3 Béton de dallage
 - 4.4 Armatures pour béton
 - 4.5 Matériaux pour couche d'usure
- 5 Conception du dallage
 - 5.1 Données essentielles et exigences
 - 5.1.1 Actions et exigences d'utilisation
 - 5.1.2 Caractérisation du support

- 5.1.3 Etat de surface du dallage
- 5.2 Présence de canalisations
 - 5.2.1 Canalisations , câbles et fourreaux non caloporteurs
 - 5.2.2 Canalisations et câbles caloporteurs
- 5.3 Interface
 - 5.3.1 Couche de fermeture
 - 5.3.2 Couche de glissement
 - 5.3.3 Film
 - 5.3.4 Isolation thermique
- 5.4 Ecran antipollution
- 5.5 Dallage
 - 5.5.1 Epaisseur nominale du dallage
 - 5.5.2 Armatures du dallage
- 5.6 Arrêt de coulage et joints
 - 5.6.1 Arrêt de coulage
 - 5.6.2 Joint de retrait
 - 5.6.3 Joint de dilatation
 - 5.6.4 Joint d'isolement
 - 5.6.5 Conjugaison des panneaux adjacents
 - 5.6.6 Espacement entre joints
 - 5.6.7 Protection des bords de joints
 - 5.6.8 Remplissage initial des joints
- 5.7 Conception de dallages à usage particulier
- 6 Justification des ouvrages
 - 6.1 Définition des états limites de service
 - 6.1.1 Etat limite de déformation verticale absolue du dallage
 - 6.1.2 Etat limite de déformation verticale différentielle du dallage
 - 6.1.3 Etat limite de variation du désaffleurement du dallage
 - 6.1.4 Etats limites de compression du béton
 - 6.1.5 Etat limite de traction par flexion du béton des dallages non armés
 - 6.2 Combinaisons d'actions
 - 6.2.1 Coefficient de majoration C_t des charges roulantes
 - 6.2.2 Coefficient de majoration dynamique
 - 6.3 Calcul du dallage
 - 6.3.1 Calcul des déformations du dallage
 - 6.3.2 Calcul des sollicitations du dallage
- 7 Exécution des travaux
 - 7.1 Contrôle du support
 - 7.2 Mise en place de l'interface éventuelle
 - 7.3 Exécution du dallage

- 7.3.1 Conditions d'exécution
 - 7.3.2 Mise en oeuvre des armatures
 - 7.3.3 Mise en oeuvre du béton
 - 7.3.4 Cure
 - 7.3.5 Joints
- 7.4 Réalisation de la couche d'usure
- 8 Tolérances d'exécution du dallage
 - 8.1 Tolérances d'épaisseur
 - 8.2 Tolérances de planéité générale
 - 8.3 Tolérances de planéité locale
 - 8.4 Tolérances de désaffleurement à la construction
- 9 Essais et contrôles
- Annexe A (normative) Géotechnique
 - A.1 Classification des sols
 - A.2 Caractéristiques du support de dallage
 - A.2.1 Sol
 - A.2.2 Couche de forme
 - A.3 Reconnaissance géotechnique
 - A.3.1 Essais in situ
 - A.3.2 Essais en laboratoire
 - A.4 Techniques d'amélioration des sols
 - A.4.1 Drainage
 - A.4.2 Traitement des sols à la chaux et au ciment
 - A.4.3 Préchargement
 - A.4.4 Compactage dynamique
 - A.4.5 Vibro-compaction
 - A.4.6 Picots
 - A.4.7 Colonnes ballastées
 - A.4.8 Injection de mortier sec
 - A.4.9 Pieux de chaux
 - A.4.10 Béton de sol (jet grouting)
- Annexe B (normative) Définitions des actions et des exigences spécifiques pour dallages à usage industriel ou assimilés
- Annexe C (normative) Evaluation des déformations et des sollicitations
 - C.1 Liste des principales variables
 - C.2 Dispositions générales
 - C.3 Déformations d'un dallage
 - C.3.1 Déformations d'un dallage supposé continu
 - C.3.2 Déformations complémentaires liées à la présence des joints
 - C.4 Calcul des sollicitations
 - C.4.1 Sollicitation d'un dallage en partie courante
 - C.4.2 Sollicitations liées à la présence des joints

- C.5 Conjugaison des bordures de part et d'autre des joints
 - C.5.1 Effort vertical traversant un joint conjugué
 - C.5.2 Conjugaison par goujons
 - C.5.3 Conjugaison par tenons

- Annexe D (normative) Dallage de chambre froide et de bâtiment frigorifique
 - D.1 Généralités
 - D.2 Isolation thermique
 - D.3 Retraits
 - D.4 Joints
 - D.5 Seuils des portes (interfaces avec les ouvrages non inclus dans les travaux de dallage)
 - D.6 Mise en froid de la chambre froide

- Annexe E (informative) Maintenance des dallages

Membres de la commission de normalisation

Président : M SOUM

Secrétariat : M LEMOINE - UMGO

M AMELINE EMA REPRESENTANT SFJF

MME AMOY SNPA

- M ASHTARI CETEN-APAVE INTAL
- BATTENDIER MICHELIN
- BELLEGARDE DBE ETUDES REPRESENTANT CICF
- BERLEMONT BOULENGER S.A. REPRESENTANT UNRST
- BIDOT BIDOT ARCHITECTES ASSOCIES
- BLONDEAU EXPERT
- BLONDEAU SOCOTEC
- BOCHER SAS ISOCOMPOSITES
- BORDAS UNESI
- BOUKOLT PITTSBURGH CORNING FRANCE REPRESENTANT SIMD
- BOULART IMMOBILIERE 3F

MME BOURDETTE ATILH

M BRISEBARRE SOLEN

MME BROGAT TEC

- M CAMUS RMC FRANCE
- CANBOLAT LAFARGE BETONS SERVICES
- CARTE INGEROP
- CAUSSADE UCI - FFB
- CHABRIE CHABRIE ISOLATION
- CHAMPOISEAU UNESI

MME CHARBONNIER FILMM

- M CHENAF CSTB
- CREPET SOREDAL
- de RIVAS SOREDAL REPRESENTANT UNESI

MME DELARSON CERIB

- M DEVILLEBICHOT EGF.BTP
- DURAND UMGO
- DUROT RINCENT BTP SERVICES
- ETRILLARD RMC FRANCE
- FAISANTIEU CPA
- FAVRIE SYCABEL
- GIACOBINO AQC
- GOUVENOT SOLETANCHE ENTREPRISE
- GRAVIER 3 M FRANCE
- JALIL SOCOTEC
- JARIEL UNRST
- JORIOT PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
- LACROIX
- LEBRETON SOFRADI
- LEJEUNE CSTB
- MACHET AEROPORT DE PARIS
- MAILLARD MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU TRANSPORT ET DU LOGEMENT
- MARTIN BUREAU VERITAS
- MATHURIN LE BATIMENT DUNOIS
- MICHALSKI ANTEA

MME MICHEL LAFARGE PLATRES

- M MILLOTTE AEROPORT DE PARIS
- NAGEL REHAU
- NGUYEN STBA
- OLIVIER REPRESENTANT COUVRANEUF

MME OSMANI EIFFAGE CONSTRUCTION

- M PAILLE SOCOTEC
- PATIERNO CABINET D'EXPERTISE PATIERNO
- PAUMIER ALPHACAN REPRESENTANT COCHEBAT
- PESTEL-DEBORD ACIFC FRANCE
- PINCON BNTEC

MME PINEAU AFNOR

- M PLISKIN L.P. CONSULTANT
- PUGIN ROCLAND
- RAFFARD
- ROBERT EEG SIMECSOL / USG
- SCHEY PSA PEUGEOT CITROEN DMTC/BIE/BTA
- SEGRETAIN LAFARGE BETONS DE L'OUEST REPRESENTANT SNBPE
- SENIOR REPRESENTANT UNSFA
- SOUM GA REPRESENTANT EGF.BTP
- THOMAS SNBPE
- THONIER FNTF
- VERNEAU UNECB

MME VERZURA CEBTP

M WEIDER ROCLAND FRANCE

Préambule commun aux domaines d'application des trois parties

Le présent préambule est reproduit intégralement dans chacune des trois parties du présent document. Il a pour but de déterminer la partie de la norme qui s'applique, en fonction de l'usage des locaux.

USAGE DES LOCAUX	Partie à appliquer
Tout local à usage industriel, tel qu'usine, atelier, entrepôt, stockage, laboratoire, quelle que soit sa superficie et quelles que soient ses charges d'exploitation	1
Local, quelle que soit sa destination, s'il est soumis à une charge d'exploitation répartie supérieure à 10 kN/m ² ou concentrée supérieure à 10 kN	1
Local commercial ou assimilé, tel que magasin, boutique, hall, réserve, chambre froide, dont la superficie excède 1 000 m ² , quelle que soit sa charge d'exploitation	1
Local commercial ou assimilé, tel que magasin, boutique, hall, réserve, chambre froide, dont la superficie n'excède pas 1 000 m ² et dont les charges d'exploitation n'excèdent pas 10 kN/m ² réparties ni 10 kN concentrées.	2
Locaux soumis à des charges d'exploitation inférieures ou égales à 10 kN/m ² réparties et/ou 10 kN concentrées, et dont l'usage est le suivant : <ul style="list-style-type: none"> ▪ habitation collective ou d'hébergement ▪ administratif ou bureau ▪ santé, hôpital, clinique ou dispensaire, à l'exception des surfaces de cantines, buanderies et salles d'opération qui relèvent de la partie 1 ▪ scolaire ou universitaire ▪ sportif, à l'exception des surfaces homologuées ▪ spectacles, expositions ou lieux de culte ▪ garages ou parcs de stationnement pour véhicules légers ▪ agricole 	2
Maisons individuelles	3

Par ailleurs, cette norme ne traite pas de certains types de dallages, qui sont donc exclus des trois domaines d'application.

Il s'agit des dallages :

- préfabriqués, précontraints, routiers, aéroportuaires, ou de patinoire ;
- non armés supportant un ensemble de charges concentrées fixes ou mobiles créant, sur le polygone enveloppant les centres d'application de chaque charge, à une distance de 4 fois l'épaisseur du dallage, une charge moyenne supérieure à 80 kN/m² ;
- supportant des équipements industriels générateurs de vibrations, chocs, ou imposant des tolérances de service plus sévères que les tolérances d'exécution combinées avec les tassements prévisibles ;
- soumis à des charges mobiles sur des roues exerçant une pression supérieure à 7,5 MPa, notamment dans le cas de roues à bandage métallique ;
- devant assurer une fonction d'étanchéité.

1 Domaine d'application

La présente partie 1 définit les règles de conception, de calcul et d'exécution des dallages à usage industriel et assimilés en béton à base de liants hydrauliques réalisés pour les constructions telles que :

- les locaux industriels comme les usines, ateliers, entrepôts, laboratoires, quelles que soient leur superficie ;
- les surfaces commerciales, halls et assimilés, les chambres froides dont la superficie excède 1 000 m².

Les dallages additionnés de fibres relèvent du domaine d'application du présent document.

Ne sont notamment pas visés par la partie 1 du présent document :

- les dallages courants dont les charges d'exploitation peuvent être fixées de façon générale, au sens de la norme NF EN 1991-1-1 (ou du paragraphe 2.7 de la norme NF P 06.001 tant que la NF EN 1991-1-1 n'est pas en application), qui sont traités dans la partie 2 de la présente norme ;
- les dallages préfabriqués, précontraints, de types routiers ou aéroportuaires, de patinoire ;
- les dallages non armés supportant un ensemble de charges concentrées fixes ou mobiles créant, sur le polygone enveloppant les centres d'application de chaque charge, à une distance de 4 fois l'épaisseur du dallage, une charge moyenne supérieure à 80 kN/m² ;
- les parties de dallages concernées par des équipements industriels générateurs de vibrations, de chocs, ou imposant des tolérances de service plus sévères que les tolérances d'exécution combinées avec les tassements prévisibles ;
- les dallages soumis à des charges mobiles sur des roues exerçant des pressions supérieures à 7,5 MPa, notamment dans le cas de roues à bandage métallique ;
- les dallages devant assurer une fonction d'étanchéité.

2 Références normatives

Ce document comporte des références, datées ou non datées, à d'autres publications citées dans les Articles appropriés du texte. Les publications correspondantes sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent au présent document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

Règles BAEL

Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites

NF P 06-001

Base de calcul des constructions - Charges d'exploitation des bâtiments

XP P 10-202

Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs (Référence DTU 20.1).

XP P 11-212

Fondations profondes pour le bâtiment (Référence DTU 13.2).

NF P 11-221

Travaux de cuvelage (Référence DTU 14.1).

NF P 11-300

Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières

NF P 14-201

Chapes et dalles à base de liants hydrauliques (Référence DTU 26.2).

NF P 15-308

Liants hydrauliques - Ciments naturels CN.

FD P 18-011

Bétons - Classification des environnements agressifs.

NF P 18-201

Travaux de bâtiment - Exécution des travaux en béton - Cahier des clauses techniques (Référence DTU 21).

NF P 18-303

Bétons - Mise en oeuvre - Eau de gâchage pour bétons de construction.

NF P 18-370

Adjuvants - Produits de cure pour bétons et mortiers - Définitions, spécifications et marquage.

NF P 18-371

Adjuvants - Produits de cure pour bétons et mortiers - Détermination du coefficient de protection.

NF P 18-407

Bétons - Essai de flexion.

NF P 18-408

Bétons - Essai de fendage.

NF P 18-451

Bétons - Essai d'affaissement.

XP P 18-598

Granulats - Equivalent de sable.

NF P 52-302

Exécution de planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton (Référence DTU 65-7).

NF P 52-303

Exécution de planchers chauffants à eau chaude utilisant des tubes en matériau de synthèse noyés dans le béton (Référence DTU 65-8).

NF P 61-202

Revêtements de sol scellés (Référence DTU 52.1).

NF P 62-202

Revêtements de sol textiles (Référence DTU 53.1).

NF P 62-203

Travaux de bâtiment - Revêtements de sols plastiques collés (Référence DTU 53.2).

NF P 63-202

Parquets collés (Référence DTU 51.2).

NF P 74-203

Peinture de sols (Référence DTU 59.3).

NF P 75-401

Isolation thermique des bâtiments frigorifiques et des locaux à ambiance régulée (Référence DTU 45.1).

NF P 90-202

Salles sportives - Support de revêtements de sols sportifs - Mise en oeuvre.

NF P 90-203

Salles sportives - Revêtements de sols sportifs intérieurs - Caractéristiques et méthodes d'essai.

XP P 94-041

Sols : reconnaissance et essais - Identification granulométrique - Méthode de tamisage par voie humide.

NF P 94-050

Sols : reconnaissance et essais - Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux - Méthode par étuvage.

NF P 94-051

Sols : reconnaissance et essais - Détermination des limites d'Atterberg - Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau.

NF P 94-053

Sols : reconnaissance et essais - Détermination de la masse volumique des sols fins en laboratoire - Méthodes de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau.

NF P 94-056

Sols : reconnaissance et essais - Analyse granulométrique - Méthode par tamisage à sec après lavage.

NF P 94-057

Sols : reconnaissance et essais - Analyse granulométrique des sols - Méthode par sédimentation.

NF P 94-078

Sols : reconnaissance et essais - Indice CBR après immersion - Indice CBR immédiat - Indice Portant immédiat - Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR.

XP P 94-090

Sols : reconnaissance et essais - Essai oedométrique.

NF P 94-093

Sols : reconnaissance et essais - Détermination des références de compactage d'un matériau - Essais Proctor normal et Proctor modifié.

NF P 94-100

Sols : reconnaissance et essais - Matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement.

NF P 94-102

Sols : reconnaissance et essais - Sol traité au liant hydraulique, éventuellement associé à la chaux pour utilisation en couche de forme - Partie 1 : Définition - Composition - Classification - Partie 2 : Méthodologie des études de formulation en laboratoire.

NF P 94-110

Sols : reconnaissance et essais - Essai pressiométrique Ménard.

NF P 94-113

Sols : reconnaissance et essais - Essai de pénétration statique.

NF P 94-114

Sols : reconnaissance et essais - Essai de pénétration dynamique type A.

NF P 94-116

Sols : reconnaissance et essais - Essai de pénétration du carottier.

NF P 94-117-1

Sols : reconnaissance et essais - Portance des plates-formes - Partie 1 : Module sous chargement statique à la plaque (EV2).

NF P 94-157-1

Sols : reconnaissance et essais - Mesures piézométriques - Partie 1 : Tube ouvert.

XP P 94-202

Sols : reconnaissance et essais - Prélèvement des sols et des roches.

NF P 94-500

Missions géotechniques - Classification et spécifications.

NF EN 206 -1

Béton - Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité.

NF EN 1991-1-1

Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments.

CPT d'exécution

Revêtements de sols intérieurs et extérieurs en carreaux de céramiques ou analogues, collés au moyen de mortiers colles (Cahier du CSTB n° 3267).

CPT d'exécution

Pose collée de revêtements céramiques en rénovation de sols dans les locaux U4P4 et U4P4S (cahier du CSTB n° 3268).

Revêtements de sols industriels

Classement performantiel (cahier du CSTB n° 3232).

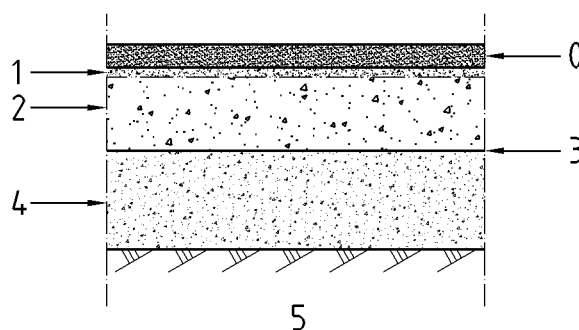
3 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 Dallage

Un dallage est un ouvrage en béton de grandes dimensions par rapport à son épaisseur, éventuellement découpé par des joints. Il repose uniformément sur son support, éventuellement par l'intermédiaire d'une interface. Le dallage peut intégrer une couche d'usure ou recevoir un revêtement (Figure 1).

Figure 1 Dallage, définitions



Légende

0	Revêtement éventuel	3	Interface éventuelle	} Support
1	Couche d'usure éventuelle	4	Forme éventuelle	
2	Dallage	5	Sol	

3.1.1 Dallage en béton armé

Il est dimensionné à partir des propriétés mécaniques du béton défini au paragraphe 4.3, des armatures et du support selon les règles de calcul du béton armé (BAEL). Il inclut un pourcentage minimum d'armatures dont la valeur est fixée au paragraphe 5.5.2.1.

3.1.2 Dallage en béton non armé

Il est dimensionné à partir des propriétés mécaniques du béton définies au paragraphe 4.3, et de celles du support. Il peut comporter des armatures qui n'interviennent pas dans son dimensionnement.

3.1.3 Dallage additionné de fibres

Assimilé au dallage non armé pour l'ensemble des dispositions du présent document, il est justifié à partir des propriétés mécaniques de la matrice (béton + fibres).

Il peut comporter des armatures. Lorsque les calculs de dimensionnement du dallage les prennent en compte, leur pourcentage minimal doit être celui fixé au paragraphe 5.5.2.1.

3.2 Support

Le support est constitué par le sol, naturel ou traité, et éventuellement par la forme et / ou l'interface sur lesquels repose le dallage.

3.2.1 Forme

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

3.2.2 Interface

L'interface éventuelle est disposée directement sous le dallage : couche de réglage ou de fermeture ou de glissement, film, isolant, etc.

3.3 Etat de surface

Il caractérise l'aspect de la surface du dallage.

3.4 Couche d'usure

Elle est obtenue par renforcement superficiel du dallage avant durcissement du béton.

3.5 Joints

Ils divisent le dallage en panneaux.

3.6 Panneau

Il est constitué par la partie du dallage comprise entre des joints.

4 Matériaux

4.1 Forme

4.1.1 Matériaux d'apport

Ils doivent être compactables et contrôlables. Leur nature et leurs propriétés sont précisées dans l'annexe A du présent document.

4.1.2 Liants pour le traitement de la forme

Ce sont notamment, les ciments et les liants routiers, les laitiers granulés, la chaux et les cendres volantes.

4.1.3 Géotextiles et géosynthétiques

Généralement disposés sous la forme, leurs épaisseurs ne doivent pas dépasser 3 mm.

4.2 Interface

4.2.1 Couche de réglage, de fermeture ou de glissement

Elle se compose de sable ou autre matériau similaire.

4.2.2 Film

Il peut être constitué d'une feuille en polyéthylène, d'une épaisseur nominale de 150 µm au minimum ou d'une solution alternative de performances similaires.

4.2.3 Isolant

Les isolants thermiques sont définis conformément au paragraphe 4.1.1.1 et à l'annexe A de la norme NF P 75-401 (référence DTU 45.1).

4.3 Béton de dallage

Il doit respecter les exigences suivantes :

- 1 être conforme à NF P 18-201 (DTU 21) et aux spécifications de la norme NF EN 206-1 ;
- 2 avoir un dosage minimum en ciment de :
 - 280 kg/m³ pour les ciments de classe de résistance 52,5 ;
 - 320 kg/m³ pour les ciments de classe de résistance 42,5 ;
 - 350 kg/m³ pour les ciments de classe de résistance 32,5.
- 3 avoir un rapport maximal Eau efficace / liant équivalent d'une valeur variant linéairement entre 0,6 pour un dosage de 280 kg/m³ et 0,5 pour un dosage de 350 kg/m³ ;
- 4 être d'une classe de résistance au moins égale à C25/30 ;
- 5 avoir une consistance adaptée à la mise en oeuvre (paragraphe 7.3.3).

Pour tout adjuvant, comme pour toute addition, la traçabilité doit être assurée. Il en est de même pour le rapport eau efficace/liant équivalent, qui doit être mentionné sur les bons de commande et de livraison.

4.4 Armatures pour béton

Les armatures doivent être conformes aux spécifications des normes en vigueur.

4.5 Matériaux pour couche d'usure

Les principaux produits utilisés en saupoudrage manuel, mécanique ou en coulis sont les granulats :

- naturels : quartz, silex, basalte, porphyre ;
- abrasifs : corindon naturel ou synthétique, carbure de silicium, émeri ;
- métalliques : fer doux, fonte, grenaille d'acier.

NOTE 1

Les performances des couches d'usure sont notamment fonction de la qualité des agrégats et de leur composition granulaire.

NOTE 2 Le cahier du CSTB n° 3232 " Revêtements de sols industriels - Classement performanciel - Référentiel technique " fournit des indications utiles aux maîtres d'ouvrages, maîtres d'oeuvres et aux prescripteurs, afin de caractériser les locaux et de choisir en conséquence le revêtement susceptible de convenir.

5 Conception du dallage

Les données nécessaires à la conception d'un dallage sont notamment les caractéristiques :

- du béton, et éventuellement des armatures et/ou des fibres ;
- du support du dallage, notamment les modules de déformation de l'interface, de la forme et des couches de sol) ;
- des actions auxquelles il est soumis ;
- de déformation admissible hors et/ou sous charges ;
- des tolérances.

La fissuration du béton, armé ou non, étant un phénomène inhérent à la nature du matériau, le présent document vise à limiter la densité et l'ouverture des fissures sans prétendre éviter leur formation.
Les armatures de dallage qui ont un rôle structurel doivent être dimensionnées selon les règlements de calcul du béton armé.

5.1 Données essentielles et exigences

5.1.1 Actions et exigences d'utilisation

Les dallages se différencient en fonction de leur destination, de leurs caractéristiques d'utilisation et, notamment, de la nature et de l'intensité des charges à supporter.

5.1.1.1 Définition des actions

Les données suivantes doivent être précisées par les documents particuliers du marché :

- l'implantation des zones soumises à des charges réparties, et l'intensité de ces charges ;
- l'implantation et l'intensité des charges concentrées fixes et les dimensions utiles des platines ;
- l'implantation et l'intensité des charges concentrées mobiles et les dimensions utiles des appuis.

NOTE 1

A défaut de calculs, on pourra retenir comme surface utile, celle délimitée par un contour homothétique de celui délimitant la section du poteau et de ses éventuels goussets, à une distance de 5 fois l'épaisseur de la platine.

- le trafic défini par le tableau du paragraphe 6.2.1 ;
- les éventuelles agressions, physiques (chocs, ripages, trafic), chimiques et thermiques (localisation et intensité).

L'annexe B offre un exemple type de définition des actions.

NOTE 2

Les installations générant des vibrations significatives doivent être fondées sur des massifs indépendants du dallage.
Les couplages par le sol sont à considérer.

A défaut de spécifications des Documents Particuliers du Marché (DPM), un dallage doit pouvoir supporter en n'importe quel point de sa surface une charge concentrée isolée d'intensité égale à la valeur de la charge uniformément répartie imposée par m^2 .

La surface d'impact de cette charge est celle qui correspond à une pression de 5 MPa.

5.1.1.2 Exigences d'utilisation

Elles portent sur les tolérances d'exécution du dallage hors charges et sur ses déformations sous charges.

5.1.1.2.1 Tolérances dimensionnelles d'implantation et d'exécution

Sauf stipulations contraires des DPM, elles sont fixées à l'article 8 du présent document.

5.1.1.2.2 Déformations du dallage

Sauf stipulations contraires des DPM, les déformations admissibles du dallage sont celles fixées au paragraphe 6.1.

5.1.2 Caractérisation du support

Les caractéristiques du support, notamment précisées dans le rapport géotechnique, gouvernent l'importance des déformations et les sollicitations du dallage.

5.1.2.1 Données relatives au sol

Les reconnaissances de sol ont pour but la caractérisation des différentes couches du sol.

L'annexe A fournit une classification indicative des sols, définit les caractéristiques minimales d'un support de dallage, précise le contenu de la reconnaissance géotechnique, et mentionne des techniques d'amélioration des sols.

5.1.2.2 Contenu de l'étude géotechnique

Par référence à la norme NF P 94-500, l'étude comporte deux phases :

- l'étude préliminaire de faisabilité ;
- l'étude de faisabilité et de projet incluant normalement des sondages et des essais.

5.1.2.2.1 Etude préliminaire

Elle comporte les étapes suivantes :

- enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site ;
- établissement d'un rapport préliminaire de faisabilité géotechnique.

5.1.2.2.2 Etude de faisabilité et de projet

Elle comporte :

- une mission d'investigations (sondages et essais) et l'interprétation des résultats ;
- un rapport d'étude donnant les hypothèses à prendre en compte pour la justification du projet (nature et épaisseur des différentes couches, et pour chaque couche, valeur des modules de déformation), ainsi que les principes généraux de construction (couche de forme, techniques d'amélioration du sol, drainage), ainsi qu'une évaluation des risques liés aux déformations. Ce rapport correspond à la phase 1 de la mission G12 de la norme NF P 94-500 ;
- et éventuellement, des exemples de compatibilité dallage-support eu égard aux tassements prévisibles sous charge répartie ou concentrée.

5.1.2.2.3 Nombre minimal de points de reconnaissance

Un point de reconnaissance est un emplacement où sont effectués un sondage et/ou des essais adaptés au sol.

Le nombre minimal de points de reconnaissance est de 3 plus 1 point tous les 2 000 m².

Les sondages établis pour les fondations de la structure peuvent être utilisés pour le dallage.

L'enquête peut conduire à augmenter le nombre de points de reconnaissance.

5.1.2.2.4 Profondeur des reconnaissances

La reconnaissance du sol doit être menée jusqu'à la profondeur, déterminée par le géotechnicien, où la déformation du substratum est négligeable pour les charges et les tolérances considérées.

5.1.2.3 Propriétés du support

Son module de réaction déterminé par essai à la plaque doit être au moins égal à :

- $K_w = 50 \text{ MPa/m}$ pour une plaque de diamètre égal à 75 cm.

NOTES

NOTE 1 Les caractéristiques de la forme ne peuvent pas être à elles seules garantes du bon comportement du support et du dallage.

NOTE 2 Le module de déformation conventionnel E_s en MPa de la couche de sol d'épaisseur en mètres égale au diamètre \varnothing en mètres de la plaque d'essai peut être évalué égal à $0,54 \cdot \varnothing \cdot K_w$.

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

5.1.3 Etat de surface du dallage

On distingue :

5.1.3.1 Etats de surface courants

- " brut de règle " réalisé par dressage à la règle, manuellement ou mécaniquement ;
- surfacé par talochage manuel ou mécanique ;
- lissé, le plus souvent mécaniquement.

Sauf prescriptions particulières des DPM, les états de surface retenus sont les suivants :

- " brut de règle " pour les dallages destinés à recevoir des revêtements scellés adhérents ou des chapes rapportées ;
- lissé pour les dallages de la présente partie destinés à recevoir une couche d'usure, un revêtement collé, une couche d'isolation ou un revêtement scellé désolidarisé ;
- surfacé dans les autres cas.

5.1.3.2 Etats de surface particuliers

- balayé : réalisé par passage au balai sur le béton frais après talochage de la surface ;
- peau de mouton : réalisé par passage d'un rouleau moleté.

5.1.3.3 Revêtements

Les revêtements scellés ou collés sur le béton durci ne font pas partie du dallage et ne sont donc pas traités dans le présent document.

NOTE

Les revêtements courants peuvent être constitués notamment par

- une chape rapportée (NF P 14-201, Référence DTU 26.2 et NF P 61-203, (DTU 26.2/52.1)) ;
- un sol scellé (NF P 61-202, Référence DTU 52.1) ;
- un sol textile (NF P 62-202, Référence DTU 53.1) ;
- un sol plastique collé (NF P 62-203, Référence DTU 53.2) ;
- un parquet collé (NF P 63-202, Référence DTU 51.2) ;
- une peinture de sol (NF P 74-203, Référence DTU 59.3) ;
- un sol sportif (NF P 90-202 et NF P 90-203) ;
- un sol céramique collé (C.P.T. n° 3267 et 3268) ;
- des pavés de béton (NF P 98-303) ;
- des pavés structurés en béton (XP P 98-305) ;
- un sol en dalles en béton (XP P 98-307) ;
- un sol à base de résine de synthèse ou mixte, (ciment-résine).

5.1.3.4 Conception de la couche d'usure

5.1.3.4.1 Généralités

Lorsqu'une couche d'usure est requise dans les DPM, son choix est conditionné par la nature des actions physiques, chimiques et thermiques décrites conformément au paragraphe 5.1.1.1

La couche d'usure est constituée de granulats de dureté au moins égale à celle des granulats du béton, incorporés à la surface du béton frais.

NOTE 1

La quantité de mélange à mettre en oeuvre est comprise dans le cas de saupoudrage entre 3 et 8 kg/m² et dans le cas de coulis entre 10 et 60 kg/m².

NOTE 2 Les liants hydrauliques courants ne résistent ni aux chocs thermiques élevés ni aux attaques chimiques, notamment celles des acides et des sucres.

NOTE 3 Le choix des granulats peut être fait à partir du tableau récapitulatif de l'article 3.1 du classement performantiel n° 3232 du CSTB .

5.1.3.4.2 Préservation de la couche d'usure

La préservation dans le temps de la couche d'usure est conditionnée par son maintien en parfait état de propreté (élimination des poussières abrasives).

Toute circulation est interdite pendant les 10 jours qui suivent sa réalisation.

5.2 Présence de canalisations

5.2.1 Canalisations , câbles et fourreaux non caloporteurs

Dans le cas de dallages non armés, ces éléments doivent être placés sous le dallage, la distance entre leur génératrice supérieure et la sous-face du dallage devant être au moins égale à leur diamètre majoré de 50 mm. Ces éléments peuvent être incorporés dans les dallages armés sous réserve de satisfaire aux dispositions constructives ci-après :

- leur diamètre ne doit pas excéder 1/5 de l'épaisseur du dallage dans la zone considérée ;
- leur enrobage en partie supérieure doit être au minimum de 2 fois leur diamètre sans être inférieur à 50 mm.

Dans tous les cas d'incorporation dans le dallage, il y a lieu de se prémunir vis-à-vis des déformations de ce dernier sous l'effet du retrait, de variations thermo-hygrométriques, et de charges roulantes ; une attention particulière étant apportée aux conséquences des déformations verticales différentielles au droit des joints.

Les traversées verticales du dallage sont autorisées avec fourreaux.

5.2.2 Canalisations et câbles caloporteurs

Ces éléments ne peuvent être incorporés que dans les dallages exécutés en béton armé, et sous réserve de satisfaire aux dispositions constructives ci-après :

- leur diamètre ne doit pas excéder 1/5 de l'épaisseur du dallage dans la zone considérée ;
- leur enrobage en partie supérieure doit être au minimum de 2 fois leur diamètre sans être inférieur à 50 mm.

La conception des réseaux doit prendre en compte les déformations horizontale et verticale du dallage, notamment celles créées par le retrait et les charges roulantes au droit des joints et des angles de panneaux.

La coexistence de toute canalisation, câble ou fourreau avec ces réseaux est prohibée.

Les liaisons froides doivent être disposées sous le dallage.

Les traversées verticales du dallage sont autorisées avec fourreaux.

5.3 Interface

L'interface, non obligatoire, peut être constituée par l'un, au moins, des composants suivants :

5.3.1 Couche de fermeture

Destinée à combler les vides des parties sous jacentes, elle est constituée de matériaux calibrés fins.

5.3.2 Couche de glissement

Cette couche peut être constituée :

- soit par un lit de sable d'environ 20 mm d'épaisseur ;
- soit par toute autre solution dûment justifiée.

NOTE

L'interposition d'un film ne constitue pas à elle seule une couche de glissement.

5.3.3 Film

Lorsque la destination de l'ouvrage impose une interface anti-capillaire ou pare vapeur, les DPM préciseront les dispositifs spécifiques à mettre en oeuvre.

Les films polyéthylène, géotextiles ou géosynthétiques n'assurent pas de rôle anti-capillarité et ne permettent pas de maîtriser la siccité du béton de dallage.

NOTE 1

Ils peuvent parfois constituer des réservoirs d'eau (condensations, arrosages) en sous face du dallage et aggraver les soulèvements par retraits différentiels aux angles des panneaux et le long des bordures.

NOTE 2 La réalisation de dallages étanches n'est pas couverte par le présent document. Il convient de se reporter, le cas échéant, à la norme NF P 11-221 (Référence DTU 14.1) relative aux cuvelages.

5.3.4 Isolation thermique

La déformabilité des isolants doit être prise en compte dans le calcul du dallage.

Le module d'élasticité de service en compression des isolants E_s (MPa) est pris égal à :

$E_s = 0,6 R_{cs}/ds$

Avec :

- R_{cs} : résistance de service en compression (MPa) de l'isolant,
- ds : déformation de service (%) de l'isolant (moyenne de ds_{max} et ds_{min}),
- R_{cs} et ds étant définis selon l'annexe A du DTU 45.1 et l'épaisseur " e " de l'isolant devra respecter : $e (m) \leq E_s/50$.

Aucun isolant ne doit se déformer de plus de 2 % ($ds \leq 2 \%$) ni avoir un module E_s inférieur à 2,1 MPa.

NOTE

La pose d'une isolation horizontale périphérique sous dallage est susceptible de générer des désordres par tassement différentiel. Afin de satisfaire la réglementation en vigueur, il convient de s'orienter entre autres vers l'une des solutions suivantes :

- isolation thermique verticale en bêche périphérique ;
- isolation thermique horizontale sous l'ensemble de la surface du dallage, posée sur un support compacté, et ne dépassant pas la déformation indiquée ci-dessus ;
- toute autre solution ne générant pas de désordres par tassements différentiels.

La norme NF P 75-401 (Référence DTU 45.1) précise certaines caractéristiques des isolants.

5.4 Ecran antipollution

Il peut être nécessaire pour empêcher toute migration de produits polluants.

Cet écran peut être placé sous le dallage ou sous la forme éventuelle.

Les DPM précisent sa nature, sa composition et son mode de mise en oeuvre.

5.5 Dallage

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.

A 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 Epaisseur nominale du dallage

A 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.

Pour les dallages, dont l'épaisseur est inférieure à 16 cm, il est admis une seule nappe disposée à mi épaisseur.

5.5.2.2 Dallage non armé

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

5.6 Arrêt de coulage et joints

Ils doivent faire l'objet d'un calepinage.

Sauf exception, les joints en quinconce ne sont pas admis.

Les dispositifs de chargement du dallage (rayonnages, socles de machine, ...) doivent permettre les déformations globales thermiques et de retrait du dallage et le fonctionnement des joints.

5.6.1 Arrêt de coulage

Egalement dénommé joint de construction, il coïncide généralement avec un joint de retrait, de dilatation ou

d'isolement. Si tel n'est pas le cas, le monolithisme du dallage doit être assuré par des armatures de couture ou par tout autre dispositif adapté.

5.6.2 Joint de retrait

Il permet le libre retrait du béton des panneaux de dallage.

L'espacement de ces joints est défini au paragraphe 5.6.6.

NOTE

L'éventuelle conjugaison des joints fait l'objet au paragraphe 5.6.5.

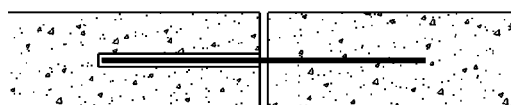
Les schémas de la figure 2 montrent les différents types de joints.

Figure 2 Exemples de joints

1 — Joint traversant franc



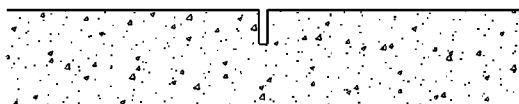
2 — Joint traversant goujonné (conjugué)



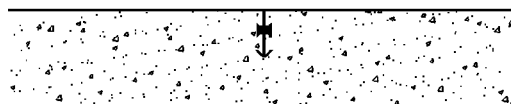
3 — Joints traversants clavetés (conjugués)



4 — Joint scié sur une hauteur $h/3$ + ou - 10 mm



5 — Joint par profilé incorporé $h/3$ + ou - 10 mm



5.6.3 Joint de dilatation

Il permet les dilatations du dallage. Il règne sur toute son épaisseur. Son ouverture lors de l'exécution est au moins égale à la dilatation maximale qu'il doit autoriser. Les joints de retrait de type 1, 2 et 3 peuvent jouer le rôle de joints de dilatation.

Sauf utilisation spécifique des locaux, les joints de dilatation doivent être prévus uniquement pour les dallages non couverts.

5.6.4 Joint d'isolement

Le joint de type 1 a pour but de désolidariser le dallage de certains éléments de construction (poteaux, longrines, murs, massifs...) dont les déformations verticales et/ou horizontales diffèrent de celles du dallage. Il règne sur toute l'épaisseur du dallage.

Des joints complémentaires des types 1 à 5 ou des renforts d'armatures doivent être réalisés pour limiter la fissuration dans les angles rentrants, autour d'ouvrages isolés (quais, poteaux, massifs...)

5.6.5 Conjugaison des panneaux adjacents

Lorsque le dallage est destiné à recevoir un revêtement de sol, sauf peinture, (qu'il soit adhérent ou non), tous les joints (qu'ils soient circulés ou non) doivent être conjugés par l'un des procédés cités ci-après.

Sauf délimitation précise dans les DPM des zones soumises au passage de charges roulantes, tous les joints doivent être conjugés, notamment :

- par des clavetages béton sur béton de forme appropriée : redent de pente inférieure à 3 % et profondeur égale ou supérieure à $4 \times 10^{-4} D$ majorée de 10 mm ; D étant la distance entre deux joints. (types 3)

NOTE 1

Des redents trop profonds fragilisent le clavetage.

- par des clavetages munis de profilés de performance équivalente.

NOTE 2

L'incorporation d'un profilé améliore le fonctionnement des joints.

Lorsque les risques d'adhérence existent, l'une des faces du clavetage doit être revêtue d'un produit désolidarisant.

- par goujonnage (goujons lisses) (type 2 et voir en C.5.2)

L'un des deux côtés au moins du goujon doit être non adhérent, il y a lieu de disposer les goujons orthogonalement aux joints et d'assurer leur parallélisme.

La conjugaison des panneaux délimités par des joints de type 4 ou 5 se fait par un treillis soudé, respectant les dispositions suivantes :

- le treillis soudé est général dans tout le dallage,
- le treillis soudé est situé dans le tiers inférieur de la hauteur du dallage,
- la section d'armature représente 0,06 % de la section du béton,
- le diamètre minimal des aciers est de 6 mm et l'espacement maximal est de 20 cm.

Lorsque deux panneaux adjacents sont réalisés avec un décalage dans le temps générateur de retrait linéaire différentiel dans la direction parallèle au joint, les dispositifs de conjugaison doivent permettre ce mouvement. Cette disposition s'applique dès que le délai séparant la réalisation des panneaux adjacents atteint un mois.

NOTE 3

Un seul chargement fixe ou mobile au delà des données de calcul peut détruire la conjugaison des panneaux adjacents, et induire des pianotages générateurs des dégradations des lèvres des joints.

5.6.6 Espacement entre joints

Les joints de dallages non armés sont disposés de manière à délimiter des panneaux dont la dimension du plus grand côté est au plus égal à :

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

L'interposition d'une couche de glissement en sable de 20 mm d'épaisseur, ou toute solution équivalente (selon le paragraphe 5.3.2), autorise une majoration de 35% des valeurs ci-dessus stipulées ; dans le cas d'une solidarisation sur 1 côté de panneau, les valeurs précédentes sont à diviser par 2.

Le rapport des côtés des panneaux doit être compris entre 1 et 1,5, sauf en périphérie de l'ouvrage où cette condition peut ne pas être toujours satisfaite.

Les joints sciés ne sont pas nécessaires pour les dallages armés.

5.6.7 Protection des bords de joints

Tous les joints traversants de type 1, 2 ou 3, soumis à circulation, doivent être protégés lorsque leur espacement excède les distances définies au paragraphe 5.6.6 ci-dessus. Seuls les joints situés dans les zones définies par les DPM comme non circulées ne sont pas concernés.

NOTE

Cette protection peut par exemple être réalisée au moyen de profilés métalliques scellés.

5.6.8 Remplissage initial des joints

Sauf spécification contraire des DPM, les joints sont obturés pour prévenir l'intrusion de corps durs.

NOTE

Cette obturation ne peut pas avoir un caractère définitif compte tenu des retraits différés du béton. Son entretien et/ou sa réfection doit s'inscrire dans un programme global de maintenance.

5.7 Conception de dallages à usage particulier

Les dallages de locaux particuliers (ex : chambres froides) doivent faire l'objet de dispositions complémentaires adaptées à leurs conditions d'exploitation.

6 Justification des ouvrages

Les documents justificatifs prennent comme données :

- les informations géotechniques (voir annexe A),
- la définition des actions et des exigences spécifiques définies par l'annexe B,
- les autres exigences spécifiques complémentaires éventuelles.

La justification de l'ouvrage est conduite selon la méthode des états limites.

Sauf indications contraires des DPM, seuls les états limites de service sont à respecter :

- déformations absolue et différentielle du dallage ;
- contrainte limite à la compression du béton dans le cas de dallage en béton armé ;
- contrainte limite à la traction dans le cas de dallage non armé.

6.1 Définition des états limites de service

Les déformations limites ci-après s'ajoutent aux tolérances d'exécution définies à l'article 8.

6.1.1 Etat limite de déformation verticale absolue du dallage

Sauf spécifications particulières des DPM, cette déformation doit être inférieure ou égale à $(L_1/2\ 000) + 20\text{ mm}$ L_1 étant le plus petit côté du rectangle enveloppe de l'ouvrage (en mm).

6.1.2 Etat limite de déformation verticale différentielle du dallage

Sauf spécifications particulières des DPM, cette déformation doit être inférieure ou égale à $(L_2/2\ 000) + 10\text{ mm}$ L_2 étant la distance entre les deux points considérés (en mm).

6.1.3 Etat limite de variation du désaffleurement du dallage

La variation du désaffleurement, mesurée entre 2 points contigus situés de part et d'autre d'un joint du dallage soumis aux charges d'exploitation, doit être inférieure ou égale à (sauf spécifications particulières des DPM) :

- 1 mm lorsque les joints sont conjugués ;
- 10 mm dans les autres cas.

6.1.4 Etats limites de compression du béton

- dallage non armé : sans objet ;
- dallage armé : selon les règles de calcul du béton armé.

6.1.5 Etat limite de traction par flexion du béton des dallages non armés

NOTATIONS :

- h épaisseur du dallage
- M moment de flexion à l'ELS par unité de longueur
- f_{c28} résistance caractéristique en compression (**)
- $f_{t\text{ flexion } 28}$ résistance caractéristique en traction par flexion (**)

- $f_{tm\ 28}$ résistance moyenne en traction axiale
- $f_{t\ 28}$ résistance caractéristique en traction axiale (**)
- $f_{t\ fendage\ 28}$ résistance caractéristique en traction par fendage (**)

La contrainte de traction du béton calculée en flexion à l'état limite de service sous la plus défavorable des combinaisons d'actions définies au paragraphe 6.2 ci-après, doit vérifier la condition :

$$\sigma_{ELS} \leq 0,21 \cdot f_{c28}^{2/3}$$

NOTE 1

Pour $f_{c28} = 25$ MPa, cette expression conduit à $\sigma_{ELS} \leq 1,8$ MPa.

NOTE 2 Cette expression résulte des relations :

- $\sigma_{ELS} = 6 M / h^2 \leq 0,60 \cdot f_{t\ flexion\ 28}$
- $f_{t\ flexion\ 28} = 1/0,60 \cdot f_{t\ 28}$ (*)
- $f_{t\ 28} = 0,7 \cdot f_{tm\ 28}$ (*)
- $f_{tm\ 28} = 0,3 \cdot f_{c28}^{2/3}$ (*)

Il est également possible de se référer à la valeur caractéristique de la résistance en traction par fendage à 28 jours, déterminée selon les critères de conformité de la norme EN 206-1, lorsque l'on dispose des résultats de ce type d'essais. Dans ce cas, la condition à satisfaire devient :

$$\sigma_{ELS} = 6 M / h^2 \leq 0,90 f_{t\ fendage\ 28}$$

NOTE 3

Cette expression résulte des relations :

- $\sigma_{ELS} = 6 M / h^2 \leq 0,60 f_{t\ flexion\ 28}$
- $f_{t\ flexion\ 28} = 1/0,6 f_{t\ 28}$ (*)
- $f_{t\ 28} = 0,9 f_{t\ fendage\ 28}$ (*)

NOTE 4 Les relations de corrélation (*) sont issues de l'Eurocode 2. Les grandeurs repérées (**) sont le fractile 5 % à 28 jours.

NOTE 5 Dans le cas de bétons particuliers, par exemple les bétons de fibres, la contrainte limite est validée par des essais.

6.2 Combinaisons d'actions

Les sollicitations de calcul à l'état limite de service résultent des combinaisons d'actions simultanées (pieds de rayonnages plus chariots, etc.) définies par les textes en vigueur.

Dans le cas courant, les effets de la température ne sont pas pris en compte. Il en est de même des effets du retrait linéaire dans les cas des dallages non armés lorsque l'espacement des joints est inférieur ou égal à celui stipulé au paragraphe 5.6.6, à condition qu'il y ait une couche de glissement telle que définie au paragraphe 5.3.2. et dans le cas des dallages armés, lorsque l'espacement des arrêts de coulage respecte les exigences de l'article B51 du BAEL.

6.2.1 Coefficient de majoration C_t des charges roulantes

Les charges roulantes sont affectées du coefficient C_t lié au trafic, défini ci-après :

Trafic	Circulations occasionnelles ou locaux commerciaux	Stockages courants	Trafic intense *)
C_t	1,00	1,20	1,40

*) Exemple : locaux logistiques.

En l'absence de spécification des DPM concernant les zones de stockage, le trafic pris en compte est celui des stockages courants.

6.2.2 Coefficient de majoration dynamique

Les sollicitations dues aux charges roulantes sont affectées d'un coefficient de majoration dynamique de 1,15.

6.3 Calcul du dallage

Les caractéristiques du dallage résultent :

- de son épaisseur ;
- des modules de déformation du béton définis par les Règles en vigueur, étant précisé que, sauf spécifications particulières des DPM, les charges de stockage sont considérées comme des charges de longue durée ;
- de l'épaisseur de chaque couche du support, et de la valeur correspondante du module de déformation à long terme fournie par l'étude géotechnique mentionnée au paragraphe 5.1.2.

Le calcul d'un dallage soumis aux actions définies au paragraphe 5.1.1.1 a pour but de vérifier que :

- les déformations verticales respectent les conditions d'états limites de service définies au paragraphe 6.1 ;
- dans le cas d'un dallage en béton armé, les sollicitations respectent les états limites, définis dans les règles en vigueur ;
- dans le cas d'un dallage en béton non armé, les sollicitations respectent l'état limite de traction par flexion du béton.

6.3.1 Calcul des déformations du dallage

Les déformations du support peuvent être évaluées à partir du modèle élastique linéaire de Boussinesq avec adaptations particulières au cas de couches de modules de déformation différents.

Ces évaluations ne sont pas applicables en cas de sols instables (sols évolutifs soumis au retrait et/ou au gonflement).

6.3.1.1 Déformations d'ensemble d'un dallage

Elles peuvent être évaluées en supposant que le dallage est sans joint.

6.3.1.2 Déformations complémentaires liées à la présence de joints

Il convient d'ajouter aux déformations déterminées au paragraphe précédent, les déformations complémentaires locales dues à la proximité des charges par rapport aux joints.

6.3.1.3 Déformations complémentaires dues à la présence de fondations

Sauf prescriptions particulières des DPM, ces déformations ne sont pas prises en compte lors de la vérification du respect des tolérances définies au paragraphe 6.1.

6.3.1.4 Autres déformations complémentaires du dallage

Ces déformations sont la conséquence des effets du retrait du béton et des variations de température.

NOTE

Le soulèvement par retrait différentiel est inévitable. Il atteint, dans les cas courants, 4 mm le long des joints et 8 mm aux angles. Indépendant de l'épaisseur du dallage, son amplitude maximale peut intervenir plusieurs années après la réalisation.

6.3.2 Calcul des sollicitations du dallage

L'annexe C suggère des moyens d'évaluation des sollicitations.

7 Exécution des travaux

7.1 Contrôle du support

Le contrôle de niveau du support du dallage est effectué par un relevé altimétrique à la maille maximale de 10 × 10 m.

Les résultats du contrôle doivent être conservés.

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

Le contrôle du module de la couche superficielle, est effectué en surface par des essais à la plaque. Le nombre minimal de points est de 3, plus 1 point tous les 2 000 m².

Les caractéristiques du sol sous-jacent sont fournies par le rapport géotechnique.

7.2 Mise en place de l'interface éventuelle

Lorsqu'elle est nécessaire, elle doit reposer sur son support de façon continue. Si cette interface est constituée de film de polyéthylène, les lés ont un recouvrement de 20 cm minimum.

7.3 Exécution du dallage

7.3.1 Conditions d'exécution

Les exigences de la norme NF P 18-201 (DTU 21) s'appliquent au béton de dallage, notamment concernant le dossier d'étude défini à son paragraphe 4.4.

La mise en oeuvre d'un dallage est interdite sur support gelé.

Sauf dispositions particulières, la température ambiante ne doit pas être inférieure à 3 °C.

En l'absence de film, la couche de réglage, de fermeture ou de glissement, doit être fermée et humidifiée avant mise en place du béton.

Un dallage avec couche d'usure doit être réalisé à l'abri des intempéries.

7.3.2 Mise en oeuvre des armatures

Les armatures des dallages armés doivent être calées et leur enrobage doit être conforme aux normes en vigueur.

7.3.3 Mise en oeuvre du béton

Le béton doit être vibré au moyen d'une règle vibrante ou d'une poutre vibrante, mécanique ou hydraulique, ou bien être de consistance fluide (affaissement au cône d'Abrams supérieur ou égal à 160 mm) obtenue par utilisation de superplastifiant, et en aucun cas par ajout d'eau.

NOTE

La plus grande attention doit être apportée à la compacité du béton le long des joints de construction ou le long de profilés incorporés dans leur épaisseur ou en partie supérieure, notamment lorsque ces derniers comportent des méplats horizontaux (cornières, etc.) ; le béton doit alors être vibré.

7.3.4 Cure

La face supérieure du dallage doit faire l'objet d'une cure par application d'un produit de cure, par arrosage ou par tout autre moyen de maintien de l'humidité en surface.

7.3.5 Joints

Les dispositions et les types de joints sont précisés par les plans d'exécution.

Les joints de retrait sciés sont réalisés le plus tôt possible, dès que le durcissement du béton permet le sciage sans épaufrure.

L'exécution des joints doit être conforme aux dispositions du paragraphe 5.6.

7.4 Réalisation de la couche d'usure

La couche d'usure est mise en oeuvre

- par saupoudrage ou par épandage mécanique,
- par coulis fabriqué en malaxeur ou en bétonnière étalé et réglé sur le béton frais préalablement traité par balayage.

NOTE 1

Les variations de teinte sur les sols industriels à base de liant hydraulique sont inévitables.

Dans tous les cas, la finition est réalisée par talochage et lissage, généralement mécaniques, en plusieurs passes successives pour obtenir l'un des aspects de surface définis en 5.1.3. La cure définie en 7.3.4 s'applique immédiatement.

NOTE 2

Ces opérations successives se déroulent au cours du durcissement progressif de la surface du dallage. Leur début et leur durée, de quelques heures (par forte chaleur) à une journée (par temps froid et humide) dépendent de la nature du ciment, des adjuvants utilisés et des conditions climatiques.

8 Tolérances d'exécution du dallage

Compte tenu des déformations du dallage dues aux retraits linéaire et différentiel, la conformité du dallage aux prescriptions doit être vérifiée au plus tard deux semaines après mise en place du béton et avant chargement du dallage.

Les tolérances d'exécution du dallage sont celles précisées ci-après, sauf prescriptions particulières des DPM.

NOTE

Des prescriptions particulières, à préciser dans les DPM, peuvent être nécessaires, notamment pour les élévateurs à grande hauteur, à petites roues, les chariots filoguidés ou sur coussin d'air, etc.

8.1 Tolérances d'épaisseur

Lorsqu'elles sont demandées dans les DPM, les mesures d'épaisseur s'effectuent sur des panneaux de dallage ou, en l'absence de joint, sur des surfaces de test ne pouvant excéder 50 m². Les mesures, au nombre de six au minimum par panneau ou surface testée, sont faites sur un maillage orthogonal dont le pas est au moins égal à dix fois l'épaisseur nominale du dallage.

Le calcul est effectué en affectant aux épaisseurs mesurées supérieures à celle nominale une valeur égale à cette dernière.

A défaut d'autres précisions dans les DPM, un panneau de dallage ou une surface testée est conforme aux prescriptions lorsque les deux conditions suivantes sont satisfaites :

- 1 la moyenne arithmétique des N épaisseurs mesurées h_i est égale ou supérieure à 0,90 fois l'épaisseur nominale h_n :

$$\sum h_i / N \geq 0,90 h_n$$

- 2 l'écart-type sur ces N mesures est inférieur ou égal à 15 mm, cet écart-type étant calculé en affectant aux épaisseurs mesurées supérieures à l'épaisseur nominale une valeur égale à cette dernière :

$$\left\{ \frac{\sum (h_i - h_n)^2}{N} \right\}^{1/2} \leq 15 \text{ mm}$$

8.2 Tolérances de planéité générale

A défaut d'autres précisions dans les DPM,

- le nombre de points de contrôle uniformément répartis est de un point par 100 m², avec un minimum de 5 points ;
- la tolérance, exprimée en mm, est égale à : $10 L^{1/3}$
L, longueur exprimée en m entre deux points de mesure, devant être supérieure à 2 m.

8.3 Tolérances de planéité locale

A défaut d'autres précisions dans les DPM,

- nombre de points de contrôle : un par 100 m², avec un minimum de 10 points ;
- la planéité peut être mesurée au moyen d'une règle de 2 m et d'un réglet de 0,20 m posés à leurs extrémités sur deux cales ;
- les tolérances (mm) sont définies dans le tableau ci-dessous en fonction de l'état de surface retenu.

État de surface	Brut de règle	Surfacé	Lissé
Planéité sous règle de 2 m	15	10	7
Planéité sous règle de 0,20 m	sans objet	3	2

Dans le cas où il est spécifié que le dallage est destiné à recevoir un revêtement de sol collé ou scellé désolidarisé ou sur sous-couche isolante, les tolérances de planéité sous règles de 2 m et 0.20 m sont respectivement de 7 mm et 2 mm.

8.4 Tolérances de désaffleurement à la construction

Sauf spécification particulière des DPM, le désaffleurement admissible mesuré entre 2 points contigus situés de part et d'autre d'un joint du dallage doit être inférieur ou égal à :

- 2 mm lorsque les joints sont conjugués ;
- 5 mm dans les autres cas.

9 Essais et contrôles

Les contrôles permettent de vérifier la conformité au paragraphe 7.3. Les autres exigences éventuelles sont définies dans les DPM.

Annexe A (normative) Géotechnique

A.1 Classification des sols

Elle est établie par référence à la norme de classification des sols, matériaux rocheux et sous-produits industriels NF P 11-300.

NOTE

Pour son utilisation, on peut se référer au " Guide des Terrassements Routiers " (GTR) de la Direction des Routes du Ministère de l'Équipement (SETRA / LCPC).

A.2 Caractéristiques du support de dallage

A.2.1 Sol

La réalisation de dallages sur certains types de sols est à proscrire sauf traitements spécifiques. C'est notamment le cas de certains sols sensibles à l'eau, organiques, gonflants ou constitués par des matériaux de récupération, et par la plupart des sous-produits industriels.

Les sols sensibles à l'eau peuvent faire l'objet de traitements à la chaux ou aux liants hydrauliques.

Les couches organiques doivent être éliminées.

La nature et les techniques de reconnaissance et de caractérisation des sols sont précisées en A3.

A.2.2 Couche de forme

Elle est disposée sur l'arase de terrassement du sol.

A.2.2.1 Choix des matériaux

Le paragraphe 5.1.2.3 donne les caractéristiques géotechniques minimales de portance du support.

A.2.2.1.1 Matériaux utilisables directement :

Tableau A.1 Matériaux utilisables en couche de forme

Appellation des sols selon la norme NF P 11-300	Symbole de classification selon le Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de formes (GTR 92)
Sols sableux et graveleux avec fines non argileuses et gros éléments	B11, B31
Sols comportant des fines non argileuses et des gros éléments	C1B1, C1B3, C2B1, C2B3, C2B1, C2B3, C1B4, C2B4 après élimination de la fraction fine 0/d
Sols insensibles à l'eau	D1, D2, D3 (sauf D32)
Craies	R11
Calcaires rocheux divers	R21, R22
Roches siliceuses	R41, R42
Roches magmatiques et métamorphiques	R61, R62

A.2.2.1.2 Matériaux utilisables après traitement

Les matériaux sensibles à l'eau selon le GTR ne pourront être utilisés qu'après traitement à la chaux et/ou aux liants hydrauliques après étude spécifique suivant la norme NF P 94-100.

NOTE

Dans le cas du traitement aux liants hydrauliques des matériaux au ciment, il faut impérativement vérifier que la teneur en sulfates (gypse) n'excède pas 0,5 %. Sauf étude spécifique, tout traitement de la forme doit être proscrit lorsque le sol sous jacent contient des matières organiques, des sulfures, des chlorures, des nitrates, des sulfates (gypse) ou des composés pouvant perturber l'action des liants ou susceptibles de générer des gonflements.

A.2.2.1.3 Matériaux à exclure

Ce sont :

- les argiles très plastiques ;

NOTE 1

Ces matériaux sont sensibles à l'eau et peuvent être soumis au phénomène de retrait gonflement.

- les roches évolutives ;

NOTE 2

Ces roches sont sujettes à transformation en cours de manipulation.

- les sous produits industriels, sauf certains laitiers sidérurgiques ne présentant pas de risque de gonflement, ni d'évolution chimique ou de transformation au compactage ;
- les roches salines.

NOTE 3

L'exclusion de ces matériaux solubles, notamment le gypse, provient des risques de dissolution.

A.3 Reconnaissance géotechnique

Elle est effectuée par des essais de sol in situ et/ou par des essais en laboratoire. L'importance des essais dépend de la nature des sols et de la destination du dallage.

A.3.1 Essais in situ

Ils consistent en sondages et essais de portance du sol.

A.3.1.1 Sondages

Différentes techniques de sondages peuvent être utilisées :

- sondages à la pelle mécanique : ils permettent de voir le terrain et d'apprécier sa tenue ;
- sondages à la tarière : ils rendent compte de la nature des couches de terrain ;
- sondages carottés (selon norme NF P 94-202) : ils fournissent une coupe du terrain par le prélèvement d'échantillons non remaniés ;
- sondages pénétrométriques statiques (selon norme NF P 94-113) : ils permettent la détermination des caractéristiques de portance et de déformation des terrains ;
- sondages pénétrométriques dynamiques (selon norme NF P 94-114 type A) : ils permettent le repérage des couches compressibles mais ne fournissent pas les caractéristiques de déformation des terrains ;
- sondages pressiométriques (selon norme NF P 94-110) : ils permettent l'évaluation de la capacité portante et des modules de déformation du terrain ;
- essais de pénétration au carottier (ou " Standard Penetration Tests " selon norme NF P 94-116) : ils permettent le repérage des couches de terrain et une évaluation de leur capacité portante.

A.3.1.2 Essais à la plaque

La mesure des modules de réaction permet d'évaluer la déformabilité et la compacité d'une couche de forme ou d'un fond de forme sous des chargements concentrés de courte durée et sur une profondeur de l'ordre du rayon de la plaque d'essai.

Elle ne fournit aucune indication sur les propriétés du sol en profondeur ni, notamment, sur le comportement différé du terrain, et ne permet pas d'évaluer la déformation d'un sol uniformément chargé.

Les essais à la plaque sont essentiellement employés aux fins de vérification de la tenue de la couche de support immédiatement située sous le dallage. On distingue différents modes d'essais à la plaque :

- essai à la plaque de Westergaard : c'est un essai de chargement d'une plaque circulaire rigide de 0,75 m de diamètre sous une pression de 0,07 MPa avec mesure du tassement. Le module de réaction K_w est dit module de réaction de Westergaard. Dans le cas d'interposition d'une interface compressible, la mesure doit être effectuée sur cette dernière ;
- essai à la plaque L.C.P.C. (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) selon norme NF P 94-117-1 : c'est un essai de chargement d'une plaque circulaire rigide de 0,60 m de diamètre sous une pression initiale de 0,25 MPa qui détermine un premier module EV1 et, après déchargement et nouveau chargement sous 0,20 MPa, un second module EV2 avec mesure du tassement ;
- essai à la dynaplaque : c'est un essai de mesure du rebond d'une masse sur une plaque posée sur le sol. Le coefficient de réaction, rapport du rebond sur la hauteur de chute, traduit la compacité des couches superficielles du terrain ou de la forme. Des corrélations expérimentales ont été établies entre les valeurs des coefficients de réaction et celles des modules de réaction de Westergaard ou des modules EV2. Ces essais rapides permettent une analyse statistique.

A.3.1.3 Niveaux des eaux

Une attention particulière doit être apportée à la connaissance des niveaux que les eaux sont susceptibles d'atteindre. La consultation d'archives peut aussi permettre de connaître ces niveaux, et de cerner leurs évolutions probables.

A.3.2 Essais en laboratoire

Ils peuvent inclure des essais :

- d'identification :
 - analyse granulométrique (normes XP P 94-041, NF P 94-056, NF P 94-057) ;
 - teneur en eau (norme NF P 94-050) ;
 - mesure des densités sèche et humide (norme NF P 94-053) ;

- de sensibilité à l'eau :
 - détermination des limites d'Atterberg (norme NF P 94-051) ;
 - équivalent de sable (norme XP P 18-598) ;
- de comportement :
 - essai Proctor pour l'appréciation de l'aptitude au compactage des remblais ;
 - essai Proctor pour l'aptitude au compactage de la couche de forme (norme NF P 94-093) ;
 - essai CBR pour l'évaluation de la portance (norme NF P 94-078) ;
- de compressibilité :
 - essai oedométrique et de temps de consolidation sur un échantillon de sol intact (norme XP P 94-090-1) ;

NOTE

Sous action sismique, les risques de liquéfaction seront évalués conformément à la norme NF P 06-013 (règles PS 92).

A.4 Techniques d'amélioration des sols

La nature du sol peut conduire à préconiser des techniques particulières de réalisation de dallage ou des améliorations du support.

- les techniques d'amélioration les plus courantes sont rappelées ci-après ;
- le projet de dallage doit tenir compte de l'hétérogénéité apportée par la technique d'amélioration.

A.4.1 Drainage

Si nécessaire, il peut être conçu par référence aux prescriptions de la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1). La couche de forme doit être réalisée en matériaux drainants, sans fines.

La distance entre drains est fonction de la perméabilité du sol. A défaut d'éléments plus précis, elle est au plus de :

- 5 m dans les terrains argileux ;
- 10 m dans les terrains limoneux ;
- 15 m dans les terrains sablonneux.

Il convient d'étudier l'influence de l'abaissement de la nappe sur la stabilité d'éventuelles constructions existantes proches du réseau de drainage.

A.4.2 Traitement des sols à la chaux et au ciment

Le traitement des sols consiste à mélanger au sol naturel un liant hydraulique ou pouzzolanique afin d'obtenir après compactage un sol aux caractéristiques améliorées. Le traitement vise surtout les sols limoneux, argileux ou marneux de caractéristiques médiocres et à teneur en eau élevée.

Une étude préalable en laboratoire détermine les teneurs optimales en chaux (2 à 4 %) et en liant (4 à 6 %) du mélange. (Références : normes NF P 94-100 et NF P 94-102 ; guide technique SETRA/LCPC : Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques)

Ce traitement ne peut être réalisé que dans la mesure où le sol ne contient pas plus de 0,50 % de sulfates. Il convient donc, avant tout traitement, de vérifier la teneur en sulfates du sol.

A.4.3 Préchargement

Il consiste à charger le terrain préalablement à la réalisation du dallage, afin d'accélérer son tassement potentiel. La pression des charges mises en place doit être supérieure, en général, d'au moins 50 % à celle exercée par le dallage. La consolidation du terrain est réputée acquise lorsque les tassements sont stabilisés

La durée du tassement peut être évaluée par des essais oedométriques. Cette durée peut être réduite par la mise en

place de drains verticaux, disposés selon un maillage déterminé, et d'un tapis drainant sous les terres rapportées. Cette technique peut s'avérer aléatoire.

A.4.4 Compactage dynamique

Il permet l'amélioration de certains terrains (remblais hétérogènes) sur des épaisseurs de plusieurs mètres. La technique consiste à laisser tomber en chute libre une masse selon un maillage défini en fonction du terrain et des charges qu'il est appelé à supporter.

Le compactage dynamique s'applique aux sols non saturés. Il faut noter que la propagation des ondes de choc peut être dangereuse pour le site environnant.

A.4.5 Vibro-compaction

Elle est réservée aux sols pulvérulents comme les sables et les graves lâches. Elle consiste à compacter le sol au moyen d'une grande aiguille vibrante créant des vides remplis de matériaux d'apport. Le serrage du terrain est réalisé selon un maillage adapté à sa granulométrie et sur une profondeur de plusieurs mètres.

A.4.6 Picots

Ce sont des mini-pieux de sable ou de mortier mis en place au moyen de mandrins vibrofoncés ou de tubes battus dans les terrains sans tenue, jusqu'à des profondeurs de plusieurs mètres. Ils jouent à la fois un rôle de densification du sol et d'éléments porteurs. Ils assurent un effet drainant dans les sols fins argileux.

A.4.7 Colonnes ballastées

Applicables aux sols cohérents, cette technique consiste à réaliser des colonnes de ballast (graves, matériaux concassés, éventuellement mélangés à un coulis de ciment) selon un maillage déterminé, au moyen d'un vibreur tubulaire foncé jusqu'à une couche de portance suffisante.

A.4.8 Injection de mortier sec

Le compactage de sols lâches peut s'effectuer par introduction de mortier sec dans des forages verticaux. La mise en pression du mortier compacte le terrain autour des forages et améliore les caractéristiques du sol entre ces derniers. La composition du mortier ne doit permettre ni imprégnation ni claquage du terrain, quelle que soit la pression mise en oeuvre. La profondeur du traitement varie de 5 à 15 m avec un maillage de 1 à 3 m. Une solution alternative consiste à injecter des mousses de polyuréthane.

A.4.9 Pieux de chaux

Cette technique consiste à réaliser des colonnes de terrain traité à la chaux et/ou au ciment au moyen de tarières creuses jumelées travaillant en rotation inverse. Lorsque le terrain s'y prête (argiles ou sables sans gros blocs, par exemple), cette méthode permet de stabiliser des sols susceptibles de fluer.

A.4.10 Béton de sol (jet grouting)

Le " jet grouting " est un procédé de réalisation de colonnes de terrain traité en place par injection à très haute pression de coulis de ciment dans des forages exécutés à l'avancement.

Annexe B (normative) Définitions des actions et des exigences spécifiques pour dallages à usage industriel ou assimilés

Les DPM doivent normalement définir avec précision toutes les actions et toutes les exigences spécifiques à chaque zone du projet de dallage. La présente annexe constitue un outil d'aide au maître d'ouvrage pour la rédaction des contraintes de son projet.

Pour chaque cas où il y a absence d'indication dans les DPM, la présente annexe précise les hypothèses qui seront retenues par défaut.

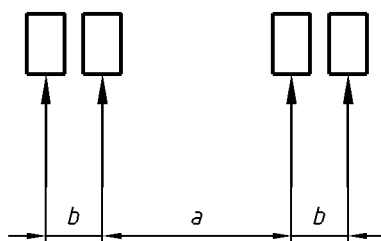
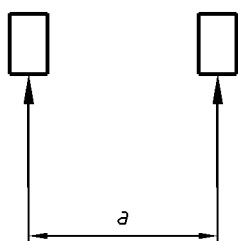
Désignations		Valeurs des DPM	Valeurs par défaut
CHARGES D'EXPLOITATION	1	Charge uniformément répartie (CUR)	kN/m ² 20 kN/m ²
	2	Charge isolée statique	
		Charge	..... kN Valeur de la CUR (selon 5.1.1.1) avec un minimum de 20 kN
		Pression de contact	..... MPa 5 MPa
	3	Rayonnages fixes	Les DPM doivent fournir le plan d'implantation des rayonnages, avec entraxes des montants, dimensions des platines et charges en pied. Non prévu
	4	Rayonnages mobiles	Les DPM doivent fournir toutes les précisions utiles. Non prévu
	5	Chariot élévateur à fourche	
		Charge maximale à la roue	..... kN 20 kN
		Pression de contact	..... MPa 5 MPa
		Type de trafic (selon 6.2.1) — occasionnel (Ct = 1,00) — courant (Ct = 1,20) — intense (Ct = 1,40)	..... Courant
	Nota : essieux de camions.		

Désignations		Valeurs des DPM	Valeurs par défaut
CHARGES D'EXPLOITATION	Camion		
	Charge maximale à l'essieu	..... kN	Non prévu
	Dimension a (cf. nota)	..... m	
	Dimension b (cf. nota)	..... m (si nécessaire)	
	Pression de contact	..... MPa	
	Type de trafic (selon 6.2.1) — occasionnel (Ct = 1,00) — courant (Ct = 1,20) — intense (Ct = 1,40)	.....
État de surface (Brut de règle, Surfaccé, Lissé)		.....	État de surface défini en 5.1.3.1
Limitations spécifiques de déformations ou de tolérances		Les DPM doivent fournir les contraintes spécifiques.	Valeurs définies dans le corps de la norme
Actions physiques et/ou chimiques particulières		Les DPM doivent fournir les contraintes spécifiques.	Non prévu
Nota : essieux de camions.			

Roues simples

ou

Roues jumelées



Annexe C (normative) Evaluation des déformations et des sollicitations

C.1 Liste des principales variables

- d : distance d'une charge au joint, ou au sommet de l'angle mesuré parallèlement à la bissectrice
- D_{eq} : diamètre d'impact équivalent
- E_s : module de déformation d'un sol
- E_{sJ} : module de déformation de la couche de sol d'indice j
- E_b : module de déformation du béton

- E_{bv} : module de déformation du béton sous sollicitation de longue durée (module différé)
- E_{bi} : module de déformation du béton sous sollicitation de courte durée (module instantané)
- f_{t28} : résistance caractéristique du béton à la traction
- f_{c28} : résistance caractéristique du béton à la compression
- f_e : limite élastique de l'armature
- H : épaisseur du dallage
- K_{Deq} : module de réaction conventionnel du support sur la surface de diamètre D_{eq}
- L_{sa} : longueur effective de soulèvement en angle sous retrait différentiel seul
- L_{sb} : largeur effective de soulèvement en bordure sous retrait différentiel seul
- M : moment par unité de longueur
- M_t : moment tangentiel par unité de longueur
- M_r : moment radial par unité de longueur
- p : poids du dallage par unité de surface
- q : charge répartie
- Q : charge concentrée
- Q_e : charge concentrée équivalente utilisée pour la commodité des formules
- Q_s : charge annulant le soulèvement du au retrait différentiel
- V : effort tranchant au droit d'un joint
- γ : poids volumique du matériau constituant le dallage
- ω : coefficient de transmission des actions d'une dalle à la dalle adjacente
- ε : retrait total du béton (4×10^{-4} dans les conditions courantes) ε_r
- $\varepsilon_r', \varepsilon_r''$: retrait affecté des incidences des chapes et du gradient thermique
- σ : contrainte
- ν_s : coefficient de Poisson du sol (0,35 dans le cas courant)
- μ : coefficient de frottement dallage/support
- w : tassement sous charge

C.2 Dispositions générales

A défaut d'une méthode plus rigoureuse, éprouvée et scientifiquement justifiée, les moyens définis dans la présente annexe seront utilisés.

C.3 Déformations d'un dallage

Le principe de leurs évaluations repose sur l'égalité entre

- les tassements du support dus aux pressions exercées par le dallage et
- les déformations du dallage sous l'effet des charges et des réactions du support.

La déformation du support est évaluée par application des formules de Boussinesq.

Celle du dallage découle de l'application des équations de Lagrange.

Les déformations du dallage résultent de la conjugaison des effets :

- de l'ensemble des charges d'exploitation (tassements localisés et propagés) ;
- des retraits linéaires ;
- des retraits différentiels, générant des soulèvements en bordure des joints ;
- des gradients thermiques affectant le dallage ;
- des comportements du support non liés à ses sollicitations (gonflements, dessiccations) ;
- des tassements des fondations de structures et massifs.

La détermination des tassements absolus et différentiels du dallage dus aux fondations de structures et socles ne fait pas partie du présent document. Inévitables, peu dépendants des caractéristiques du dallage, ils sont exclus des tolérances de déformations qui y sont édictées.

NOTE 1

L'attention est attirée sur ces tassements localisés, pouvant atteindre plusieurs centimètres pour les structures lourdes, et sur les points durs que peuvent constituer les fondations ou autres ouvrages enterrés. La réalisation de joints aux alentours de ces points singuliers atténue les risques de fissuration du dallage.

NOTE 2 Les risques liés au gonflement, à la dessiccation, aux migrations d'eau, doivent être mentionnés dans le

rapport géotechnique d'étude des sols, qui préconise les mesures à prendre (substitutions, etc.).

Les déformations d'un dallage peuvent être calculées en faisant la somme de celles déterminées dans le cas d'un dallage supposé continu, propagées par le support, et de celles, complémentaires et localisées, dues à la présence des joints.

C.3.1 Déformations d'un dallage supposé continu

C.3.1.1 Tassement dû à une charge concentrée en partie courante

La méthode d'évaluation proposée repose sur deux notions :

- le diamètre d'impact équivalent, noté D_{eq} , égal à celui d'une zone de support circulaire qui, soumise à l'application directe d'une charge uniformément répartie, subit en son centre un tassement identique à celui provoqué sur le dallage par une charge concentrée d'intensité égale à la résultante de cette charge répartie ;
- le module conventionnel de réaction du support, noté K_{Deq} , égal au rapport entre la pression uniformément répartie q sur la zone de support de diamètre D_{eq} et le tassement en son centre.

De ces définitions résulte le tassement sous une charge concentrée Q en partie courante :

$$w = 4 \cdot Q / \left(\pi \cdot D_{eq}^2 \cdot K_{Deq} \right) = q / K_{Deq}$$

Le tassement d'une plaque infinie sur sol élastique, à l'aplomb de l'impact d'une charge concentrée Q , est donné par la relation suivante, dans laquelle k est le module de réaction sol/plaque :

$$w = (Q/8) \left\{ \left[12(1 - \nu^2) \right] / \left[E_b \cdot H^3 \cdot K \right] \right\}^{1/2}$$

L'incidence mineure du coefficient de Poisson du béton pouvant ici être négligée, on obtient :

$$w = 0,43 \cdot Q / (E_b \cdot H \cdot K)^{1/2}$$

Par ailleurs le tassement d'une zone de support circulaire de diamètre D et qui est soumise à l'application directe d'une charge uniformément répartie q a pour valeur :

$$w = q / K = 4Q / \pi \cdot D^2 \cdot K$$

Le diamètre équivalent, qui rend égaux ces deux tassements s'exprime par :

$$D_{eq} = 1,72 \left(E_b \cdot H^3 / K_{Deq} \right)^{1/4}$$

C.3.1.1.1 Cas d'un support homogène

La constance des caractéristiques E_s et ν_s permet d'exprimer le tassement au centre d'une zone de support de diamètre D_{eq} soumise à la charge répartie q , égal à :

$$w = q \cdot (1 - \nu_s^2) D_{eq} / E_s$$

Les valeurs suivantes résultent de la combinaison des expressions précédentes, avec un coefficient de Poisson du sol ν_s pris égal à 0,35 :

$$D_{eq} = 1,97 H (E_b/E_s)^{1/3}$$

$$K_{Deq} = 0,58 (E_s/H) \cdot (E_s/E_b)^{1/3}$$

Le tassement sous la charge concentrée Q a pour valeur :

$$w = 0,57 Q / (E_b \cdot H^3 \cdot E_s^2)^{1/3}$$

NOTE

Le cas du support homogène est purement théorique. Il convient en pratique de tenir compte de toutes les couches, y compris celle constituée par un substratum peu déformable.

C.3.1.1.2 Cas général d'un support multicouches

La diversité des caractéristiques des différentes couches du support interdit tout calcul direct.

K_{Deq} et D_{eq} sont liés par l'expression :

$$1/K_{Deq} = \sum \left[I_{(0,hi)} - I_{(0,bi)} \right] \cdot \left(1 - \nu_{si}^2 \right) D_{eq} / E_{si}$$

E_{si} : module d'élasticité du sol constituant la couche i considérée,

ν_{si} : coefficient de Poisson du sol (qui peut être pris égal à 0,35)

$I_{(0,hi)}$ et $I_{(0,bi)}$ sont les coefficients d'influence à la verticale du centre de l'aire de diamètre D_{eq} (correspondant à $x = 0$), et aux profondeurs relatives z_{hi}/D_{eq} et z_{bi}/D_{eq} du haut et du bas de la couche de sol d'indice i . Ces coefficients sont calculés, en fonction de chaque profondeur exprimée avec D_{eq} comme unité, à partir de la première colonne ($x = 0$) du tableau situé en fin d'annexe.

En pratique on choisit une valeur arbitraire de D_{eq} , (ex : $D_{eq} = 15$ H). Par [3] on calcule K_{Deq} , que l'on reporte dans le second membre de [2], avec itération jusqu'à convergence.

Le couple compatible (D_{eq} , K_{Deq}) ainsi obtenu permet de calculer le tassement au droit de la charge concentrée Q par application de la relation [1].

NOTE 1

Les coefficients d'influence $I_{(x,z)}$ (cf. tableau en fin d'annexe) relatifs à un support homogène et à une zone uniformément chargée de diamètre D_{eq} représentent le rapport entre :

- le tassement $y_{(x,z)}$ induit en un point de ce support situé à la distance horizontale x du centre de cette zone chargée et à la profondeur z , exprimées avec D_{eq} pour unité ;
- et celui $y_{(0,0)}$ en surface du support et au centre de cette zone.

NOTE 2 L'extension de la méthode ci-dessus aux sols constitués de plusieurs couches néglige les effets secondaires des cisaillements horizontaux entre ces dernières, lesquels se neutralisent en présence de charges réparties ou multiples sur de grandes surfaces.

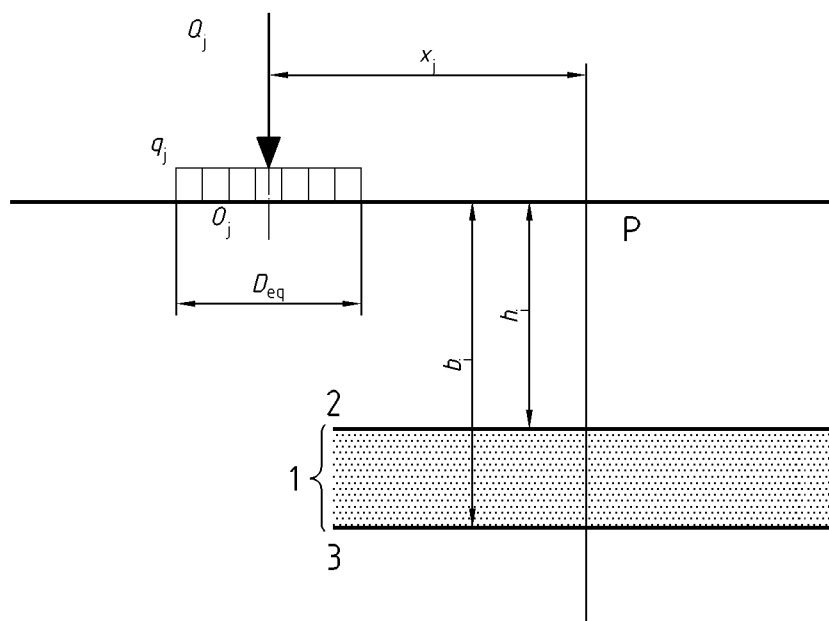
NOTE 3 Le module K_{Deq} , fonction des caractéristiques du support et du dallage, est en général très inférieur à ceux déduits des essais à la plaque, inadaptés à la détection des médiocrités de couches situées à des profondeurs supérieures à la moitié de son diamètre.

NOTE 4 Une charge est à considérer concentrée si la plus grande dimension de son impact sur le dallage est inférieure à $D_{eq}/8$.

C.3.1.2 Propagation du tassement dû à une charge concentrée.**C.3.1.2.1 Cas d'un support homogène**

L'évolution du tassement est déduite de la première ligne du tableau des coefficients d'influence, qui représente la propagation du tassement au droit d'une charge concentrée dans le cas d'un support homogène.

C.3.1.2.2 Cas général d'un support multicouches



Légende

- 1 Couche i
- 2 Haut de la couche
- 3 Bas de la couche
- D_{eq} Unité de longueur

La présence d'un substratum indéformable atténue la propagation des tassements, mais reste fonction des caractéristiques des différentes couches du support.

Dans le cas d'un support réel, le coefficient de propagation $C_{P(x,0)}$ du tassement induit au droit d'une charge concentrée en un point distant de x , exprimé avec D_{eq} pour unité, est :

$$C_{P(x,0)} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{[I(x, h_i) - I(x, b_i)]}{E_{si}} \right] \left[\frac{[I(0, h_i) - I(0, b_i)]}{E_{si}} \right]$$

h_i : profondeur relative du toit de la couche d'indice i , exprimée avec D_{eq} comme unité ;

b_i : profondeur relative de la base de cette couche, exprimée avec D_{eq} pour unité ;

$I(x, z)$: coefficients d'influence relatifs à un support homogène.

NOTE

Les caractéristiques du dallage n'ont pas d'incidence significative sur les tassements au-delà d'une distance à la charge concentrée égale à D_{eq} . En deçà de cette distance, la raideur du dallage influe sur les courbures découlant des coefficients de propagation relatifs au support, qui ne peuvent être utilisés pour le calcul des contraintes.

C.3.1.3 Tassements sous charges concentrées multiples en parties courantes

En un point quelconque, le tassement dû à plusieurs charges concentrées est égal à la somme des tassements propagés en ce point par ces charges .

$$w = \sum_{i=1}^n \left[w_i \cdot C_{P(x_i,0)} \right]$$

w_i : tassement provoqué par la charge concentrée d'indice i au droit de cette charge ;

x_j : distance de chaque charge Q_j au point de calcul P (unité de longueur : D_{eq}).

NOTE 1

Les supports médiocres en profondeur amplifient les propagations de tassements et sont source de désordres sous charges multiples.

NOTE 2 L'obtention des grandeurs D_{eq} , K_{Deq} , $C_{P(x_j,0)}$ est immédiate par recours à des logiciels spécialisés.

C.3.1.4 Tassements sous charge uniformément répartie sur une aire quelconque

Les tassements peuvent être calculés en assimilant la zone chargée à un ensemble de charges ponctuelles élémentaires espacées au maximum de $D_{eq}/8$ dans les deux directions.

C.3.1.5 Tassements sous charge linéaire en partie courante

Ils sont obtenus :

- en assimilant la charge linéaire à une succession de charges ponctuelles ;
- ou en effectuant les produits du tassement sous charge concentrée d'intensité unitaire (longueur / charge) par la charge linéaire par unité de longueur (charge / longueur) et par l'aire délimitée par la courbe des coefficients d'influence du support réel centrée au milieu de la longueur de la charge linéaire et tronquée aux extrémités de cette dernière (cette aire est une longueur).

NOTE

Le tassement aux extrémités d'une charge linéaire est égal à la moitié de celui généré au centre d'une charge linéaire de longueur double. Cette observation permet le calcul du tassement en un point quelconque par cumul de ceux obtenus en considérant successivement les charges qui lui sont situées de part et d'autre.

C.3.2 Déformations complémentaires liées à la présence des joints**C.3.2.1 Phénomènes généraux affectant les dallages****C.3.2.1.1 Retrait linéaire**

Le retrait linéaire est parfois différé par la présence de condensations en sous face du dallage.

NOTE 1

L'ordre de grandeur du retrait final est de 0,4 mm / m.

NOTE 2 L'ouverture maximale possible d'un joint est égale au produit du retrait final par la distance entre joints traversants.

NOTE 3 Pour une même composition de pâte, le retrait augmente lorsque la dimension des granulats diminue ; si le diamètre nominal D_{max} du plus gros granulats est inférieur à 25 mm, la valeur du retrait doit être majorée de :

$D_{max} = 20 \text{ mm}$	$D_{max} = 15 \text{ mm}$	$D_{max} = 10 \text{ mm}$
+ 7 %	+ 13 %	+ 30 %

NOTE 4 Le tableau suivant mentionne l'évolution moyenne du retrait (en % du retrait total) pour une hygrométrie ambiante de 65 % et une hygrométrie supposée saturée en sous-face.

H cm/Semaines	1	4	12	26	52	104	208	312
10 *)	14 %	26 %	40 %	52 %	63 %	74 %	85 %	90 %
16	9 %	17 %	28 %	38 %	48 %	59 %	70 %	77 %
22	7 %	13 %	21 %	29 %	38 %	49 %	60 %	67 %

*) Valeur indicative destinée aux interpolations.

C.3.2.1.2 Variations de température

Les écarts de température à considérer pour les calculs sont :

- dallages sous abris : 1/2 des écarts relatifs à l'air ambiant ;
- dallages extérieurs : écart sous abri majoré de + 30 °C en raison de l'ensoleillement.

Le coefficient de dilatation du béton est pris égal à $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

C.3.2.1.3 Effets conjugués du retrait linéaire et d'une variation de température

Les incidences des variations de température sur les contraintes peuvent être négligées dans le cas des dallages sous abri, où les retraits sont supérieurs aux dilatations.

Dans les autres cas, les dallages doivent faire l'objet d'études particulières (ex : dallages chauffants, fonderies, chambres froides...).

C.3.2.1.4 Retrait différentiel

Les différences d'hygrométrie entre la surface et la sous face du dallage provoquent des retraits différentiels tendant à générer des courbures de rayon $H / (0,9 \cdot \epsilon_r)$, ϵ_r étant le retrait total du béton

Il en découle des soulèvements aux angles et le long des bordures, qui passent par un maximum lorsque l'âge du béton, exprimé en jours, est voisin de $1,8 \cdot H^2$, H étant exprimée en cm.

Le retrait différentiel ϵ'_r d'une dalle comportant une chape d'épaisseur e est voisin de :

$$\epsilon'_r = \epsilon_r \cdot [1 + 1/(1 + (0,15 \cdot H/e))]$$

NOTE 1

La sous-face d'un dallage est souvent sujette à des condensations, qui y retardent le retrait, et accentuent celui différentiel entre les faces supérieure et inférieure du dallage.

NOTE 2 Les effets du retrait différentiel affectent tous les types de joints, conjugués ou non (la raideur des goudjons est insuffisante pour s'y opposer significativement).

NOTE 3

Lorsqu'une charge appliquée sur le dallage dépasse celle annulant le soulèvement en angle ou en bordure, le calcul des déformations (et des sollicitations) comporte 2 phases :

- détermination de la charge annulant le soulèvement ;
- calcul des effets complémentaires sous une charge égale à la différence entre celle totale appliquée et celle annulant le soulèvement.

NOTE 4 Les déformations du dallage comportent les soulèvements liés au retrait différentiel, et les tassements découlant des charges subies, y compris toutes incidences des proximités des charges et des joints (le retrait différentiel n'a pas d'incidence sur les tassements en partie courante des dalles).

NOTE 5 Les déformations ci-dessus s'ajoutent à celles générales sous charges multiples.

C.3.2.1.5 Gradient thermique dans le dallage

Le gradient de température entre les faces supérieure et inférieure du corps du dallage est défini par le coefficient C , exprimé en degrés Celsius par mètre.

A défaut d'être fixé par les DPM, il sera pris égal à :

Pour un dallage abrité du soleil : $C = 20 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$

Pour un dallage non abrité : $C = 70 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$

EXEMPLE Pour un dallage de 20 cm d'épaisseur, $\delta t = C \times H = 20 \text{ }^{\circ}\text{C/m} \times 0,20 \text{ m} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ s'il est abrité, 14 °C dans le cas contraire.

Un gradient de température agit comme un retrait différentiel ϵ'_r égal à $\delta t \cdot 10^{-5}$,

δt : différence de température entre les faces inférieure et supérieure du dallage.

NOTE

Une face de dalle soumise à une variation brutale de température (grêle en particulier) subit des variations linéaires superficielles susceptibles d'amorcer des fissurations en surface.

C.3.2.1.6 Effets conjugués du retrait différentiel et d'un gradient thermique

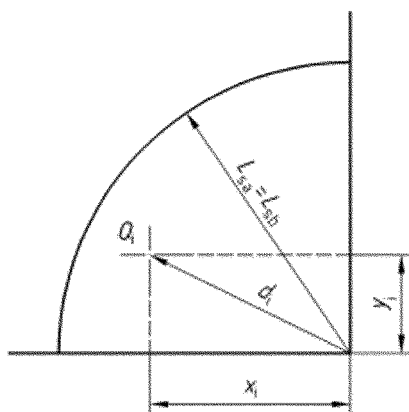
Ils sont équivalents à ceux provoqués par un retrait ε''_r :

$$\varepsilon''_r = \varepsilon'_r (\text{retrait hydraulique total}) \pm 1,1 \cdot \delta t \cdot 10^{-5} \text{ (effet du gradient)}$$

signe : + si la source chaude est en sous face du dallage (majoration des courbures), - dans le cas contraire.

C.3.2.2 Déformations complémentaires à un angle de dalle

Cet article concerne les déformations liées aux charges situées en angle de dalle à l'intérieur du secteur de cercle de rayon égal à la longueur soulevée de bord L_{sb} avec $d_i = (x_i^2 + y_i^2)^{1/2}$.

**C.3.2.2.1 Soulèvement sous l'effet du retrait différentiel et d'un gradient thermique**

La longueur de soulèvement à l'angle est donnée par l'expression :

$$L_{sa} = L_{sb} = (0,0375 \varepsilon''_r \cdot E_{pv} \cdot H / \gamma)^{1/2}$$

γ : poids volumique du béton.

La flèche ascendante à l'angle d'une dalle sous l'effet du retrait différentiel et du gradient de température vaut, en l'absence de charge :

$$w_{sa} = 2 w_{sb} \text{ et } w_{sb} \text{ étant défini au C.3.2.3.1}$$

C.3.2.2.2 Charge équivalente au sommet d'un angle de dalle isolé ou non conjugué

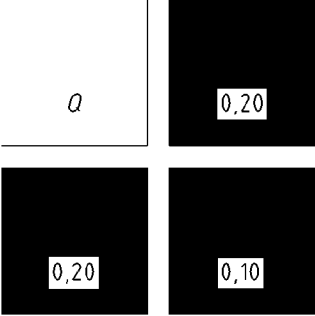
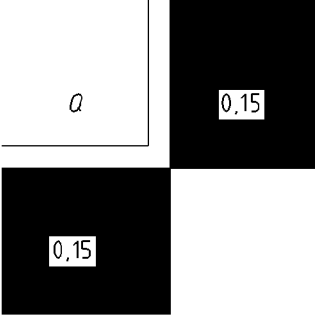
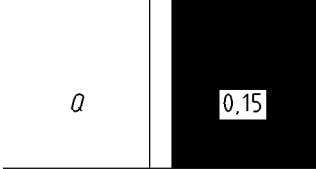
Il est admis que l'effet complémentaire, sur les déformations, des charges disposées dans la zone d'angle est équivalent à celui provoqué par la charge équivalente Q_e disposée au sommet de l'angle :

$$Q_e = \sum Q_i \left[1 - \left(d_i / L_{sa} \right) \right]$$

C.3.2.2.3 Charge équivalente au sommet d'un angle de dalle non isolé conjugué

Pour déterminer la charge Q_e affectant un angle, la transmission de charge aux sommets des angles adjacents sera prise en compte (diminution de 50 %, de 30 % ou de 15 %), ainsi que les fractions de charges Q_e (20 %, 10 % ou 15 %) qui proviennent de ces derniers.

Les calculs sont effectués sur celui des angles qui est le plus chargé.

$\omega = 0,5$	$\omega = 0,3$	$\omega = 0,15$
		
Transmission à 3 angles adjacents 3 angles adjacents $\omega = 0,5$ Soit $0,20 + 0,10 + 0,20$	Transmission à 2 angles adjacents 2 angles adjacents $\omega = 0,3$ $0,15 + 0,15$	Transmission à 1 angle adjacent 1 angle adjacent $\omega = 0,15$ $0,15$

Les coefficients ω du tableau ci-dessus correspondent à la fraction de la charge équivalente Q_e au sommet de l'angle qui est transmise aux angles adjacents, uniquement dans le cas où les joints sont conjugués (dans le cas contraire, $\omega = 0$).

C.3.2.2.4 Charge annulant le soulèvement au sommet d'un angle de dalle

Charge Q_s à l'angle annulant le soulèvement dû au retrait différentiel et au gradient de température :

$$Q_s = Q_{ls} \cdot 2 \cdot L_{sb}$$

Q_{ls} défini au C.3.2.3.4 et L_{sb} défini au C.3.2.3.

C.3.2.2.5 Déformation complémentaire en angle de dalle

Cette déformation, localisée, s'ajoute à celles générales déterminées dans le cas d'un dallage continu soumis à l'ensemble des charges.

Cas $Q_e < Q_s$: La flèche ascendante résiduelle au sommet de l'angle est évaluée à

$$w_{ar} = w_{sa} [1 - Q_e/Q_s]^2$$

w_{sa} est définie au C.3.2.2.1.

Cas $Q_e > Q_s$: Le tassement complémentaire peut être évalué sous l'action $Q_e - Q_s$:

$$w_c = 6 \cdot w_0 (Q_e - Q_s)$$

$w_0(Q_e - Q_s)$ est le tassement calculé pour la charge $Q_e - Q_s$ supposée appliquée sur le dallage continu (voir article C.3.1).

NOTE

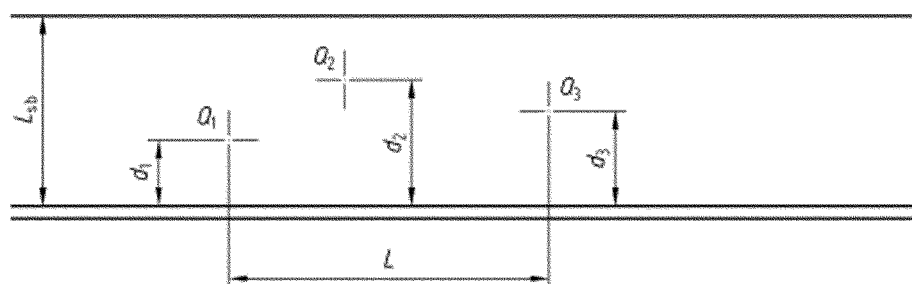
Les déformations ci-dessus évaluées supposent que l'angle considéré soit en phase de soulèvement maximum sous l'effet notamment du retrait différentiel maximum.

Il ne peut être exclu que ce soulèvement soit très atténué (fluages sous chargements précoces, support poreux abaissant l'hygrométrie en sous face, élimination avec le temps puisque le retrait différentiel passe par un maximum puis s'annule lentement).

Il y a donc lieu, pour la vérification du respect des états limites de déformation, de calculer aussi les déformations en supposant $Q_s = 0$, puis de les cumuler avec celles générales.

C.3.2.3 Déformations complémentaires sur une bordure de dalle

Cet article concerne les charges situées sur une bande de dalle parallèle au joint correspondant à la largeur soulevée effective égale à $L_{sb} = (0,0375 \cdot \epsilon''_r \cdot E_{bv} \cdot H / \gamma)^{1/2}$.

**NOTE**

L est la distance entre charges extrêmes prises en compte.

C.3.2.3.1 Soulèvement sous l'effet du retrait différentiel et d'un gradient de température

Il a pour valeur, en l'absence de charge :

$$w_{sb} = (0,0675 \cdot \epsilon''^2 \cdot E_{bv} / \gamma) - (1,975 \cdot \gamma \cdot H \cdot L_{sb} / E_{sq}) \cdot (2 + (3 \cdot U) + (2 \cdot U^2))$$

avec $U = 2,26 \cdot L_{sb} / D_{eqv}$ et $E_{sq} = 7,645 \cdot E_{bv} \cdot ((H / D_{eqv})^3)$

C.3.2.3.2 Charge équivalente q_e en bordure de dalle non conjuguée

Il est admis que l'effet complémentaire sur les déformations des charges disposées dans la zone de bordure est équivalent à celui provoqué par la charge équivalente Q_e disposée en bordure :

$$Q_e = \left[6 \cdot H / (L + 6 \cdot H) \right] \cdot \sum Q_i \cdot \left[1 - (d_i / L_{sb}) \right]$$

L : voir schéma du C.3.2.3 ;

i : indice de la charge Q_i considérée.

Le maximum de Q_e est obtenu par essais successifs correspondant à diverses valeurs de L, notamment $L = 0$ au droit d'une charge.

C.3.2.3.3 Charge équivalente en bordure

Pour déterminer la charge équivalente Q_e affectant une bordure conjuguée, la transmission d'une charge en bordure à la bordure adjacente sera prise en compte (diminution de 50 % de la charge équivalente due aux charges sur une bordure : $\omega = 0,5$). La transmission des charges agissant en vis à vis sur la même longueur de bordure adjacente (cf 3.2.3) sera prise en compte.

C.3.2.3.4 Charge annulant le soulèvement en bordure

Il est admis en pratique que la charge annulant le soulèvement dû au retrait différentiel et au gradient de température est :

$$Q_s = Q_{ls} \cdot ((2 \cdot L_{sb}) + (6 \cdot H))$$

avec $Q_{ls} = 0,017 \cdot \epsilon''^2 \cdot E_{bv} \cdot E_{sq} / \gamma$

$$E_{sq} = 7,645 \cdot E_{bv} \cdot ((H / D_{eqv})^3)$$

C.3.2.3.5 Déformation complémentaire en bordure

Cas $Q_e < Q_s$:

La flèche ascendante résiduelle w_{rb} sur le bord est évaluée à $w_{rb} = w_{sb} \cdot [1 - Q_e / Q_s]^2$

w_{sb} est définie au C.3.2.3.1.

Cas $Q_e > Q_s$:

Le tassement complémentaire peut être évalué sous l'action $Q_e - Q_s$:

$$w_c = 2,5 \cdot w_0 (Q_e - Q_s)$$

$w_0 (Q_e - Q_s)$ est le tassement calculé pour la charge $Q_e - Q_s$ supposée appliquée sur le dallage continu (voir article C.3.1).

La Note de l'article C.3.2.2.5 (déformation complémentaire en angle de dalle) est applicable aux bordures.

C.4 Calcul des sollicitations

Les sollicitations à prendre en compte sont celles résultant des combinaisons d'actions susceptibles d'agir de façon simultanée dans des situations durables ou transitoires ; ces combinaisons sont définies dans les règlements en vigueur.

Il est admis que les états limites sous divers systèmes de charges verticales sont satisfaits s'ils le sont indépendamment :

- en partie courante en supposant que le dallage est continu ;
- à proximité des joints.

C.4.1 Sollicitation d'un dallage en partie courante

C.4.1.1 Sollicitations dues au retrait linéaire en partie courante

La contrainte due au retrait linéaire diminue du centre de la dalle vers les zones de bordures et d'angles, où elle s'annule.

Lorsque les dispositions constructives permettent au dallage de glisser sur son support :

$$\sigma_r = 0,5 \cdot \mu \cdot L_j \cdot (p + \varphi \cdot q)/H$$

μ : coefficient de frottement dallage/support

- égal à 0,5 avec couche de glissement ;
- égal à 1,5 dans le cas d'un support lisse et fermé, non adhérent au béton (par exemple par interposition d'une feuille de polyéthylène conforme au paragraphe 4.2.2) ;
- tendant vers l'infini, si le support adhère au béton ou comporte des rugosités empêchant tous glissements ; la rupture par traction du béton étant alors certaine.

L_j : distance entre joints autorisant les retraits (2 x distance si une bordure est fixe),

p : poids du dallage par unité de surface,

q : charge moyenne d'exploitation répartie par unité de surface,

φ : rapport entre charges extrêmes durant une période d'exploitation de 3 mois (à défaut d'autre précision des DPM, $\varphi = 1/2$ pour les dallages industriels).

NOTE 1

Lors de sa prise et de son durcissement, la résistance du béton croît progressivement, en même temps que le retrait augmente. Des micro-fissures, dites de prise, surviennent lorsque les contraintes dues au retrait sont supérieures à la résistance du béton frais en traction. Elles constituent par la suite de véritables joints s'ouvrant au fur et à mesure du retrait.

NOTE 2 L'attention est attirée sur les risques de fissuration dans le cas de supports rigides et/ou adhérents susceptibles d'empêcher le glissement.

NOTE 3 Il y a donc lieu, notamment dans le cas des dallages non armés, d'apporter la plus grande attention aux paramètres susceptibles d'atténuer le retrait du béton et de lui permettre de s'effectuer afin de libérer les contraintes qu'il génère.

Cet article est à examiner à la lumière des paragraphes 5.3.2 concernant les couches de glissement et 6.2 concernant les combinaisons d'actions.

C.4.1.2 Sollicitations dues au retrait différentiel en partie courante

Le retrait différentiel provoque des tractions en surface des dalles, et des compressions en sous-face.

Il constitue, tout au moins pendant son existence et en partie courante, une précontrainte des dalles allant dans le sens de la sécurité, à ne pas prendre en compte dans les calculs.

C.4.1.3 Incidence des gradients de température en partie courante

En l'absence de déformation du plan moyen :

$$\sigma_t = 0,5 \delta t \cdot 10^{-5} \cdot E_{bv}$$

δt : écart de température entre les deux faces du dallage en régime permanent.

Ces contraintes pourront être négligées dans les dallages en béton armé, ou dans les dallages sous abri non soumis à des échanges d'énergie autres que ceux avec l'air ambiant.

C.4.1.4 Sollicitations sous charge concentrée isolée en partie courante

NOTE PRELIMINAIRE

Sauf dans les rares cas où les épaisseurs du dallage et du support déformable sont comparables, le comportement de ce dernier n'est pas assimilable à celui de ressorts juxtaposés. En effet, une charge sur une aire élémentaire de support provoque des tassements propagés sur des aires non chargées.

Les sollicitations conventionnelles ci-après s'appuient sur les courbures du support, l'ensemble des charges étant supposé contraindre les dalles à épouser sa surface.

Une charge Q_i génère en un point P situé à une distance x de celle-ci, exprimée avec D_{eq} comme unité, un moment radial $M_r(x)$ et un moment tangentiel $M_t(x)$ par unité de longueur déterminés à l'aide du tableau suivant :

	Vecteur moment tangentiel (1)	Vecteur moment radial (2)		Vecteur moment tangentiel (1)	Vecteur moment radial (2)
Distance x	$M_t(Q/8)$	$M_r(Q/8)$	Distance x	$M_t(Q/8)$	$M_r(Q/8)$
0 D_{eq}	1	1	0,7 D_{eq}	- 0,17	0,10
0,1 D_{eq}	0,71	0,88	0,8 D_{eq}	- 0,14	0,07
0,2 D_{eq}	0,21	0,63	0,9 D_{eq}	- 0,10	0,05
0,3 D_{eq}	- 0,07	0,43	1 D_{eq}	- 0,06	0,03
0,4 D_{eq}	- 0,16	0,30	1,1 D_{eq}	- 0,03	0,02
0,5 D_{eq}	- 0,19	0,21	1,2 D_{eq}	- 0,01	0,01
0,6 D_{eq}	- 0,19	0,14	1,3 D_{eq}	- 0,00	0,00

(1) Tangent aux cercles concentriques à la charge, provoquant des contraintes radiales et d'éventuelles fissures tangentielles.

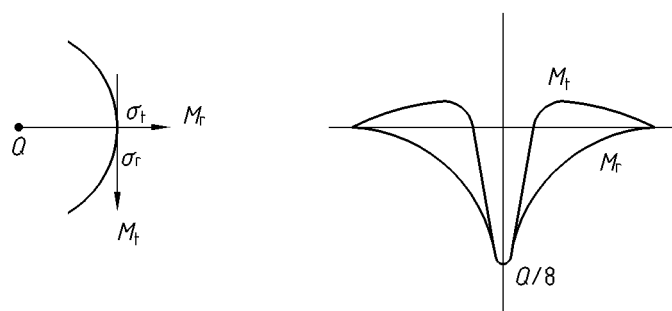
(2) Sur rayons passant par le centre de la charge, provoquant des contraintes tangentielles et d'éventuelles fissures radiales.

Variation des moments tangentiels et radiaux en fonction de la distance x

Ces moments déterminent des contraintes principales de flexion :

$$\sigma_{rx} = 6 \cdot M_t(x) / H^2 \text{ et } \sigma_{tx} = 6 \cdot M_r(x) / H^2$$

Moments radial et tangentiel : Courbes M_r et M_t sous Q



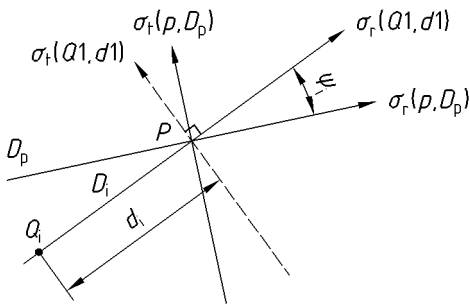
NOTE

Les vecteurs " contrainte " sont perpendiculaires aux vecteurs " moment ".

C.4.1.5 Sollicitations sous charges concentrées multiples en partie courante

Les contraintes en un point P peuvent être composées selon la méthode suivante :

Contraintes sous charges multiples



Ψ_i étant l'angle formé par une droite D_p passant par un point P et par la ligne D_i passant par le centre de gravité de la charge concentrée Q_i , les contraintes au point P ont pour valeur :

$$\sigma_{rp} = \sum_1^n \left(\sigma_{ri} \cdot \cos^2 \Psi_i + \sigma_{ti} \sin^2 \Psi_i \right)$$

(vecteur contrainte sur D_p , fissure éventuelle orthogonale à D_p)

$$\sigma_{tp} = \sum_1^n \left(\sigma_{ti} \cdot \cos^2 \Psi_i + \sigma_{ri} \sin^2 \Psi_i \right)$$

(vecteur contrainte orthogonale à D_p , fissure éventuelle sur D_p)

n : nombre de charges concernées, chacune d'indice i ;

σ_{ri} : contrainte radiale au point P due à la charge Q_i et au moment tangentiel $M_{t(Qi)}$;

σ_{ti} : contrainte tangentielle au point P due à la charge Q_i et au moment radial $M_{r(Qi)}$;

Les contraintes maximales au point P sont obtenues en faisant varier l'inclinaison de D_p .

C.4.1.6 Sollicitations sous charge répartie sur une bande de dallage

Le moment enveloppe sous une charge uniforme q par unité de surface, appliquée sur une bande de dallage de largeur aléatoire a pour valeur $0,035 \cdot q \cdot D_{eq}^2$.

Ce moment de flexion et la contrainte de flexion qui en résulte doivent être considérés aussi bien pour la face inférieure que pour la face supérieure du dallage.

Dans le cas d'un support homogène :

$$M = 0,134 \cdot q \cdot H^2 \cdot (E_b/E_s)^{2/3}$$

$$\sigma \text{ (flexion, dallage non armé)} = 0,804 \cdot q \cdot (E_b/E_s)^{2/3}$$

NOTE

L'attention est attirée sur la sévérité des sollicitations sous charge répartie, et sur l'indépendance des contraintes vis-à-vis de l'épaisseur d'un dallage non armé, dont l'augmentation ne saurait compenser la médiocrité du support.

C.4.1.7 Sollicitations sous charge linéaire q_{lin} en partie courante

Le moment enveloppe a pour valeur $0,122 \cdot q_{lin} \cdot D_{eq}$, dans cette expression q_{lin} est une charge par unité de longueur. Le moment de flexion et la contrainte de flexion qui en résulte doivent être considérés pour la face inférieure du dallage.

Dans le cas d'un sol homogène :

$$M = 0,24 \cdot q_{lin} \cdot H \cdot (E_b/E_s)^{1/3}$$

$$\sigma \text{ (flexion, dallage non armé)} = 1,43 \cdot q_{lin} / H \cdot (E_b/E_s)^{1/3}$$

C.4.2 Sollicitations liées à la présence des joints

C.4.2.1 Sollicitations dues au retrait linéaire

Le retrait linéaire n'a pas d'incidence sur les sollicitations le long des bordures et aux angles, soumis aux soulèvements par retrait différentiel.

C.4.2.2 Incidences du retrait différentiel et des gradients de température

Le retrait différentiel et les gradients de température n'interviennent, dans le calcul des contraintes, qu'au travers des soulèvements qu'ils génèrent aux angles et le long des bordures, où ils provoquent des fonctionnements du type " porte-à-faux ".

C.4.2.3 Sollicitations sous charges concentrées en angle de dalle

Cet article concerne les charges situées à l'intérieur du secteur de cercle défini au paragraphe C.3.2.2, les expressions suivantes étant définies aux paragraphes C.3.2.1.6 et C.3.2.2 :

- la valeur de ε_r'' incluant les effets du retrait différentiel et du gradient de température ;
- la longueur L_{sa} de soulèvement à l'angle ;
- la charge équivalente Q_e au sommet de l'angle ;
- la charge Q_s annulant le soulèvement.

- cas où l'angle reste soulevé (cas général où $Q_e \leq Q_s$)

Moment unitaire : $M = Q_e/2$

Contrainte : $\sigma = 6.M/H^2$

- cas où le sommet de l'angle vient en contact avec le support (cas $Q_e > Q_s$)

Chaque charge Q indiquée i , intervient pour sa valeur résiduelle Q_{ci} , qui majore le moment précédemment obtenu :

$$Q_{ci} = Q_i (1 - \omega)[1 - (Q_s/Q_e)]$$

Moment unitaire complémentaire :

$$M_c = \sum \left[\left(Q_{ci} / 2 \right) \cdot \delta_i \right]$$

Avec $\delta_i = 1 - 1,64 \cdot (d_i/D_{eq})^{1/2}$ (d_i : voir C.3.2.2)

si $1,64 \cdot (d_i/D_{eq})^{1/2} = 1$, prendre $\delta_i = 1$

Contrainte complémentaire : $\sigma_c = 6 \cdot (M_s + M_c)/H^2$ avec $M_s = Q_s/2$

C.4.2.4 Sollicitations sous charges concentrées en bordure de dalle

Cet article concerne les charges situées sur une bande de dalle parallèle au joint correspondant à la largeur soulevée L_{sb} définie au paragraphe C 3.2.3, où sont aussi définies :

- la charge équivalente au bord de joint, notée Q_e ;
- la charge Q_s annulant les soulèvements.

Cas général $Q_e \leq Q_s$:

Moment unitaire :

$$M = (Q_e/2) \cdot L_{sb}/(3H + L_{sb})$$

NOTE

Ce moment et la fissure qu'il tend à provoquer sont parallèles au joint

Contrainte de calcul : $\sigma = 6.M/H^2$.

Cas $Q_e > Q_s$:

Moment parallèle au joint annulant le soulèvement : $M_s = Q_s/2 \cdot [L_{sb}/(3H + L_{sb})]$.

Moment complémentaire après annulation du soulèvement : $M' = 0,20 \cdot (Q_e - Q_s)$.

Moment global à considérer : $M_s + M'$.

Contrainte (moment et fissure parallèle au joint) : $\sigma = 6 \cdot (M_s + M')/H^2$

avec $M_s = Q_s/2 \cdot [L_{sb}/(3H + L_{sb})]$.

Dans les deux cas ($Q_e < ou > Q_s$), il est admis que le moment orthogonal au joint (fissure orthogonale au joint) a pour

enveloppe $0,32.Q_e$, la contrainte étant $1,92.Q_e/H^2$.

C.5 Conjugaison des bordures de part et d'autre des joints

C.5.1 Effort vertical traversant un joint conjugué

Compte tenu des aléas inhérents aux implantations des charges et de l'importance pour la tenue du dallage de la bonne conjugaison des joints, l'effort vertical **V** pris en compte par unité de longueur de joint est, pour chaque zone de chargement définie dans les DPM, comme la plus élevée des valeurs suivantes :

- la plus élevée des charges transmise par un angle ou la bordure d'un panneau, aux panneaux adjacents, divisée par $6H$;
- la charge concentrée la plus élevée affectant les zones d'angle ou de bordure, définies aux paragraphes C.3.2.2 et C.3.2.3, divisée par $6H$;
- la charge répartie par m^2 imposée par les D.P.M, divisée par $6H$, ou, si elle est plus élevée, la charge moyenne par m^2 résultant sur un même panneau de dallage du système de charges imposé par les DPM, divisée par $6H$.

C.5.2 Conjugaison par goujons

Les conditions suivantes doivent être remplies dans le cas de goujons cylindriques :

- non adhérence des goujons à l'un au moins des deux panneaux adjacents

NOTE 1

Cette condition, qui impose des goujons cylindriques et sans reliefs, peut être obtenue par graissage stable et adhérent, par application d'une peinture plastique épaisse, ou par gainage rigide sans jeu initial (ex : polyéthylène haute densité).

- implantation : dans la zone médiane de l'épaisseur du dallage,
- tolérance de déviation $\leq 5\%$ par rapport à un axe orthogonal au plan du joint,
- diamètre de calcul : $\varnothing \geq 0,1 H$ et avec un espacement de 3 unités au mètre et une longueur de 500 mm.

NOTE 2

Ces dispositions ne sont pas applicables aux joints dont l'ouverture peut être supérieure à 12 mm.

C.5.3 Conjugaison par tenons

Hauteur minimale h_t du tenon ou de chaque 1/2 mâchoire l'entourant : $h_t \geq 3.V_u/ft_{28}$.

COEFFICIENTS D'INFLUENCE DU TASSEMENT

Base : Boussinesq massif homogène semi infini - Coefficient de Poisson du sol = 0.35 - Unités des X et Z : Diamètre de l'aire chargée

Tableau C.1 Pour un sol homogène avec coefficient de Poisson $\nu_s = 0.35$

Z / X	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
0,0	1	.9899	.9587	.9028	.8125	.6366	.4685	.3860	.3306	.2900	.2587	.2132	.1816	.1582	.1403
0,1	.9435	.9331	.9010	.8432	.7500	.6088	.4743	.3894	.3326	.2913	.2595	.2136	.1818	.1584	.1404
0,2	.8705	.8598	.8271	.7695	.6842	.5765	.4728	.3935	.3364	.2942	.2617	.2149	.1826	.1589	.1408
0,3	.7903	.7801	.7492	.6974	.6260	.5427	.4611	.3923	.3384	.2967	.2640	.2165	.1837	.1597	.1413
0,4	.7116	.7025	.6756	.6319	.5743	.5089	.4438	.3855	.3369	.2974	.2655	.2181	.1849	.1606	.1420
0,5	.6395	.6319	.6096	.5740	.5281	.4763	.4237	.3749	.3320	.2957	.2655	.2191	.1860	.1615	.1427
0,6	.5760	.5698	.5518	.5233	.4867	.4453	.4027	.3618	.3246	.2919	.2638	.2193	.1867	.1623	.1434
0,7	.5211	.5161	.5017	.4790	.4498	.4165	.3816	.3473	.3153	.2863	.2606	.2187	.1870	.1628	.1440
0,8	.4739	.4699	.4584	.4403	.4169	.3899	.3612	.3324	.3049	.2793	.2561	.2171	.1867	.1631	.1444
0,9	.4334	.4302	.4210	.4064	.3875	.3655	.3418	.3175	.2938	.2714	.2506	.2147	.1859	.1630	.1446
1,0	.3985	.3960	.3885	.3767	.3613	.3432	.3235	.3030	.2826	.2630	.2445	.2116	.1845	.1625	.1446
1,2	.3420	.3403	.3354	.3275	.3170	.3045	.2905	.2757	.2606	.2456	.2309	.2039	.1804	.1605	.1438
1,4	.2987	.2975	.2941	.2886	.2813	.2724	.2623	.2514	.2400	.2284	.2169	.1948	.1748	.1572	.1419
1,6	.2647	.2638	.2614	.2575	.2522	.2457	.2382	.2300	.2213	.2123	.2032	.1853	.1684	.1530	.1393
1,8	.2373	.2367	.2350	.2320	.2281	.2233	.2176	.2114	.2046	.1976	.1903	.1757	.1614	.1481	.1360
2	.2150	.2145	.2132	.2110	.2080	.2043	.1999	.1951	.1898	.1842	.1783	.1663	.1544	.1429	.1322
4	.1098	.1097	.1095	.1092	.1088	.1082	.1076	.1068	.1059	.1050	.1039	.1016	.0989	.0961	.0931
6	.0735	.0735	.0734	.0733	.0732	.0730	.0728	.0726	.0723	.0720	.0716	.0709	.0700	.0690	.0679
8	.0552	.0552	.0552	.0551	.0551	.0550	.0549	.0548	.0547	.0545	.0544	.0541	.0537	.0532	.0527
10	.0442	.0442	.0442	.0441	.0441	.0441	.0440	.0440	.0439	.0438	.0438	.0436	.0434	.0432	.0429
25	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0177	.0176	.0176	.0176
50	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088	.0088
100	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044
200	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022
400	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011
800	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006
1 600	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003

Tableau C.1 Pour un sol homogène avec coefficient de Poisson $\nu_s = 0.35$

Z / X	2	4	6	8	10	25	50	100	200	400	800	1 600
0,0	.126	.0626	.0417	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,1	.1261	.0626	.0417	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,2	.1264	.0627	.0417	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,3	.1268	.0627	.0417	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,4	.1273	.0628	.0418	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,5	.1278	.0629	.0418	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,6	.1284	.063	.0418	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,7	.1290	.0631	.0419	.0313	.0250	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,8	.1294	.0632	.0419	.0313	.0251	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
0,9	.1298	.0634	.0419	.0314	.0251	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
1,0	.1299	.0635	.0420	.0314	.0251	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
1,2	.1298	.0638	.0421	.0314	.0251	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
1,4	.1289	.0641	.0422	.0315	.0251	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
1,6	.1273	.0643	.0424	.0316	.0252	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
1,8	.1251	.0645	.0425	.0316	.0252	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
2	.1224	.0646	.0426	.0317	.0252	.0100	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
4	.0900	.0612	.0429	.0323	.0257	.0101	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
6	.0667	.0531	.0408	.0319	.0258	.0101	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
8	.0522	.0451	.0373	.0306	.0254	.0102	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
10	.0426	.0386	.0336	.0287	.0245	.0103	.0050	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
25	.0176	.0173	.0168	.0162	.0154	.0098	.0052	.0025	.0013	.0006	.0003	.0002
50	.0088	.0088	.0087	.0086	.0085	.0072	.0049	.0026	.0013	.0006	.0003	.0002
100	.0044	.0044	.0044	.0044	.0044	.0042	.0036	.0024	.0013	.0006	.0003	.0002
200	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0022	.0021	.0018	.0012	.0006	.0003	.0002
400	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0010	.0009	.0006	.0003	.0002
800	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005	.0003	.0002
1 600	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002

Annexe D (normative) Dallage de chambre froide et de bâtiment frigorifique

D.1 Généralités

La présente annexe indique les spécificités des chambres froides à température égale ou inférieure à 0 °C.

D.2 Isolation thermique

L'isolation thermique placée sous le dallage doit être conforme à la norme NF P 75-401-1 (référence DTU 45.1).

D.3 Retraits

Le retrait hydraulique et thermique du dallage doit être facilité par un dispositif de glissement qui est généralement obtenu avec un film en polyéthylène disposé entre l'isolant thermique et la dalle. Dans ce cas, pour les contraintes de retrait, on pourra considérer un coefficient de frottement égal à 0,5.

Le film en polyéthylène sera d'épaisseur nominale de 150 µm au minimum.

NOTE

D'une façon générale, malgré toutes les précautions adoptées, le retrait ne se répartit pas régulièrement et certains joints peuvent s'ouvrir exagérément (> 8 mm) en cumulant le retrait de plusieurs panneaux.

D.4 Joints

Les joints du dallage sont disposés en fonction du régime thermique prévu de la chambre froide.

Les joints de retrait sont disposés de façon à éviter les angles rentrants, entre autres aux seuils des portes. En cas d'impossibilité il y a lieu de prévoir la mise en place dans le béton de dispositifs adéquats pour limiter l'ouverture des fissures.

Le calfeutrement des joints n'est pas obligatoire. Cependant, la chambre froide doit satisfaire aux exigences hygiéniques comme stipulées au paragraphe " *hygiène* " et à l'annexe I de la norme NF P 75-401-1 (référence DTU 45.1).

Un joint périphérique d'isolement est obligatoire et doit être fermé en partie supérieure par un matériau souple, adapté au régime de température de service de la chambre froide.

D.5 Seuils des portes (interfaces avec les ouvrages non inclus dans les travaux de dallage)

Le raccordement du dallage de la zone froide au dallage extérieur à cette zone doit faire l'objet d'une attention particulière. Les seuils de plain-pied seront réalisés suivant les indications du paragraphe " *seuil de plain-pied* " et de l'annexe F de la norme NF P 75-401-1 (référence DTU 45.1).

D.6 Mise en froid de la chambre froide

La mise en froid ne pourra pas commencer avant que la résistance nominale du dallage ait été obtenue.

En tout état de cause le délai minimum à respecter, après la fin du coulage de la dalle, est de 28 jours pour des conditions de température ambiantes voisines de + 20 °C.

Annexe E (informative) Maintenance des dallages

Un dallage est un ouvrage soumis à la fatigue et à l'usure, il doit donc faire l'objet de la part du maître d'ouvrage d'une maintenance régulière.

Les principales opérations de maintenance sont :

- le remplissage ultérieur des joints et son entretien ;
NOTE 1
Le remplissage ultérieur comprend le dégarnissage des joints, puis un nouveau remplissage, après que le béton ait terminé son retrait.
- le nettoyage courant du dallage avec des produits adaptés aux liants hydrauliques utilisés ;
- le traitement des efflorescences ;
- les opérations de bouchage des pores, de lustrage ou de cirage du dallage ;

La maintenance peut concerner notamment :

- les épaufrures le long des joints et en partie courante ;
NOTE 2
Leurs réparations font généralement appel à des mortiers de résine. Lorsqu'il y a dégradation des bordures de joints, des injections de coulis hydrauliques ou de mousses polyuréthane près des bordures et en sous face peuvent s'avérer nécessaires pour limiter le pianotage.
- les fissures ;
NOTE 3
La réparation la plus courante consiste à ouvrir les lèvres de la fissure, à réaliser sur son trajet des forages régulièrement espacés, et à injecter des résines afin de rétablir les cohésions.
- l'atténuation des pianotages ;
NOTE 4
La suppression des pianotages dus au passage des charges roulantes est en général obtenue au moyen d'injections destinées à remplir les vides liés aux soulèvements par retrait différentiel du béton aux angles et bordures.
- les tassements localisés ;
NOTE 5
Ils sont généralement liés à des affaissements du support sur des surfaces limitées. Une solution de réparation peut consister à injecter en sous face du dallage un coulis à base de liants hydraulique, ou à injecter des mousses. Les soulèvements du dallage doivent être parfaitement contrôlés au cours des opérations. Il peut s'avérer nécessaire de conforter le support en profondeur, avec injection des couches instables.
- l'abrasion de la couche d'usure ;
NOTE 6
Sa réparation relève en général de l'adjonction d'un revêtement approprié.
- les défauts de surface (ils sont généralement repris par ponçage).

Liste des documents référencés

- #1 - Règles BAEL 91 (DTU P18-702) (mars 1992) : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites (Règle DTU de calcul retirée) + Amendement A1 (février 2000)
- #2 - DTU 13.2 (P11-212-1) (septembre 1992) : Travaux de fondations profondes pour le bâtiment - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P11-212-1)
- #3 - DTU 14.1 (NF P11-221-1) (mai 2000) : Travaux de bâtiment - Travaux de cuvelage - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Erratum (novembre 2000) (Indice de classement : P11-221)
- #4 - NF DTU 26.2 P1-1 (avril 2008) : Travaux de bâtiment - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (Indice de classement : P14-201-1-1)
- #5 - DTU 21 (NF P18-201) (mars 2004) : Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P18-201)
- #6 - DTU 65.7 (NF P52-302-1) (mai 1993) : Exécution de planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Amendement A1 (septembre 1999) (Indice de classement : P52-302-1)
- #7 - DTU 53.1 (NF P62-202-1) (avril 2001) : Revêtements de sol textiles - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P62-202-1)
- #8 - NF DTU 53.2 P1-1 (avril 2007) : Travaux de bâtiment - Revêtements de sol PVC collés - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P62-203-1-1)
- #9 - NF DTU 51.2 P1-1 (mai 2009) : Parquets - Pose des parquets à coller - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P63-202-1-1)
- #10 - NF DTU 51.2 P1-2 (mai 2009) : Parquets - Pose des parquets à coller - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM) (Indice de classement : P63-202-1-2)
- #11 - DTU 45.1 (NF P75-401-1) (octobre 2001) : Isolation thermique des bâtiments frigorifiques et des locaux à ambiance régulée - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P75-401-1)
- #12 - NF DTU 52.2 P1-1-3 (décembre 2009) : Travaux de bâtiment - Pose collée des revêtements céramiques et assimilés - Pierres naturelles - Partie 1-1-3 : Cahier des clauses techniques types pour les sols intérieurs et extérieurs (Indice de classement : P61-204-1-1-3)
- #13 - NF DTU 52.2 P1-2 (décembre 2009) : Travaux de bâtiment - Pose collée des revêtements céramiques et assimilés - Pierres naturelles - Partie 1-2 : Cahier des critères généraux de choix des matériaux (Indice de classement : P61-204-1-2)
- #14 - NF DTU 52.2 P2 (décembre 2009) : Travaux de bâtiment - Pose collée de revêtements céramiques et assimilés - Pierres naturelles - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (Indice de classement : P61-204-2)
- #15 - Pose collée de revêtements céramiques et assimilés - pierres naturelles - en rénovation de sols intérieurs dans les locaux P4 et P4S - Cahier des Prescriptions Techniques d'exécution (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3530_V3, mai 2011)
- #16 - NF DTU 51.11 P1-1 (décembre 2009) : Parquets et revêtements de sol - Pose flottante des parquets contrecollés et revêtements de sol à placage bois - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P 63-204-1-1)
- #17 - Règles PS 92 (DTU NF P06-013) (décembre 1995) : Règles de construction parasismique - Règles PS applicables aux bâtiments + Amendement A1 (février 2001) + Amendement A2 (novembre 2004)

Liste des figures

Figure 1 Dallage, définitions

Figure 2 Exemples de joints

Figure de l'article : Annexe B (normative) Définitions des actions et des exigences spécifiques pour dallages à usage industriel ou assimilés

Figure de l'article : C.3.1.2.2 Cas général d'un support multicouches

Figure de l'article : C.3.2.2 Déformations complémentaires à un angle de dalle

Figure de l'article : C.3.2.2.3 Charge équivalente au sommet d'un angle de dalle non isolé conjugué

Figure de l'article : C.3.2.3 Déformations complémentaires sur une bordure de dalle

Figure de l'article : C.4.1.4 Sollicitations sous charge concentrée isolée en partie courante

Figure de l'article : C.4.1.5 Sollicitations sous charges concentrées multiples en partie courante

Liste des tableaux

[Tableau sans titre]

Tableau de l'article : 6.2.1 Coefficient de majoration Ct des charges roulantes

Tableau de l'article : 8.3 Tolérances de planéité locale

Tableau A.1 Matériaux utilisables en couche de forme

Tableau de l'article : Annexe B (normative) Définitions des actions et des exigences spécifiques pour dallages à usage industriel ou assimilés

Tableau de l'article : Annexe B (normative) Définitions des actions et des exigences spécifiques pour dallages à usage industriel ou assimilés

Tableau de l'article : C.3.2.1.1 Retrait linéaire

Tableau de l'article : C.3.2.1.1 Retrait linéaire

Tableau de l'article : C.4.1.4 Sollicitations sous charge concentrée isolée en partie courante

Tableau C.1 Pour un sol homogène avec coefficient de Poisson $\nu_s = 0.35$

Tableau C.1 Pour un sol homogène avec coefficient de Poisson $\nu_s = 0.35$