SOLS INDUSTRIELS EN BETON DE CIMENT (1)

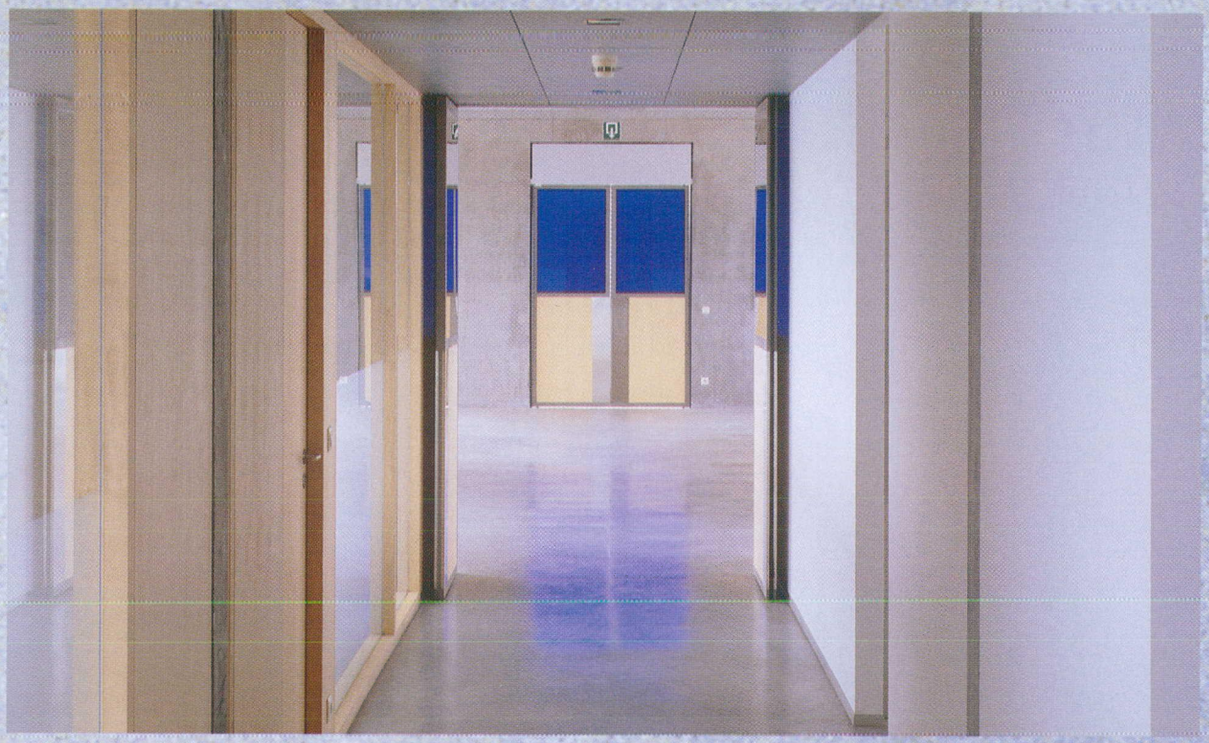
Conception - Dimensionnement

DOSSIER CIMENT

23
novembre 2000

revêtement de sol
béton coulé in situ

(13) Ef2
BBSfB



Depuis quelques années, de nombreuses entreprises consacrent des investissements importants à la construction et à la rénovation de bâtiments industriels. Cette situation est appelée à croître durant les prochaines années. Il existe dès lors, dans ce secteur, un important besoin de sols industriels revêtus.

La réalisation de ce type de revêtements est intimement associée à celle des bâtiments industriels, qu'ils constituent des unités de production, des halls de stockage ou des constructions à caractère commercial. Ces revêtements sont de préférence réalisés en matériaux esthétiques, ne nécessitant que peu d'entretien. Il n'est donc pas étonnant de constater l'intérêt manifesté pour les revêtements en dalle de béton, revêtements peu déformables et d'excellente portance. De plus, le béton est résistant aux charges lourdes, aux charges roulantes, concentrées et ponctuelles, aux chocs, à l'usure, aux fuites d'huile, etc.

La conception d'un sol industriel n'est cependant pas un problème simple. La prise en compte de l'interaction entre la dalle et son support, le calcul de l'épaisseur de la dalle, la mise au point de la composition du béton, armé ou non de fibres ou d'armatures classiques, la définition du type et du nombre de joints… constituent autant de facettes à ne pas négliger.
Le présent bulletin a pour objectif principal de dispenser une information claire relative à la conception et au dimensionnement (calcul de l'épaisseur) d'un sol industriel. Nous renvoyons au Dossier Ciment bulletin n° 24, le lecteur désireux d'obtenir des précisions sur les différentes couches qui constituent le revêtement industriel et sur le type et le positionnement des joints.

Il arrive que des aires extérieures soient également conçues et exécutées à la façon d'un sol industriel. Sujettes à des sollicitations plus sévères, notamment climatiques (cycles thermiques et sels de déverglaçage), elles doivent être conçues, dimensionnées, et réalisées en conséquence.
Le présent bulletin se limite aux sols intérieurs en béton coulés et parachevés sur place. Les sols extérieurs s'apparentent, en effet, plus à des revêtements routiers.
A noter que le terme 'industriel' est à prendre au sens large et comprend ainsi les locaux de production, les entrepôts de stockage, les salles d'exposition, les garages ou parkings,…

LA CONCEPTION

Un sol industriel en béton de ciment requiert des caractéristiques particulières. Parmi les principales, nous citerons :
- une bonne capacité portante ;
- une bonne planéité ;
- une résistance à l'usure et donc au 'poussiérage' requise pour la circulation sans heurt et sans poussière des engins de manutention et autres véhicules ;
- une résistance suffisante aux chocs ;
- une résistance aux agressions chimiques ;
- une étanchéité vis-à-vis des liquides ;
- un caractère antidérapant ;
- une bonne isolation électrique, acoustique et thermique.

Un sol industriel est conçu comme un système multicouche où chaque couche assure une partie des exigences requises.

Il existe deux types de sols industriels *(fig. 1)*: le sol industriel *'sur terre-plein'* et le sol industriel *'rapporté'*.

Un sol industriel sur terre-plein (aussi appelé sol monolithe) est composé :
- du sol naturel en place, éventuellement amélioré par stabilisation à la chaux et/ou ciment ou encore par remblayage compacté ;
- d'une fondation, couche bien compactée de sable ou d'un empierrement stabilisés ou non au ciment ou encore d'un béton maigre ;
- éventuellement d'une couche de nivellement ou de propreté ;
- éventuellement d'une membrane de glissement;
- du revêtement éventuellement armé de barres ou de treillis ou encore renforcé de fibres.

Un sol industriel rapporté est composé d'un revêtement adhérant à un support déjà durci (hourdis préfabriqués par exemple). Ce type de sol n'est pas traité dans cette publication.

Afin d'éviter une fissuration erratique (désordonnée) résultant du retrait hygrothermique (dû à l'évaporation de l'eau), un sol industriel est généralement divisé en dalles. Dans le cas de charges non uniformes et, en particulier, de charges mobiles, les joints et bords libres ainsi créés constituent malheureusement des endroits délicats à proximité desquels les moments atteignent des valeurs maximales *(fig. 2)*.

La surface du revêtement doit résister à l'usure et, ce faisant, au poussiérage. Cette résistance est obtenue au moyen d'un traitement approprié consistant généralement en l'apport, sur le béton encore frais, d'une couche de mortier d'agrégats durs et riche en liant et serrée par des moyens mécaniques puissants.

La conception de sols ne se limite pas au dimensionnement en fonction des charges et du support. Les exigences fonctionnelles (tolérances du parachèvement), les techniques de mise en œuvre et les conditions climatiques dans lesquelles le sol sera utilisé (variations de température, ensoleillement) revêtent tout autant d'importance. Un sol n'offrira une performance acceptable que dans

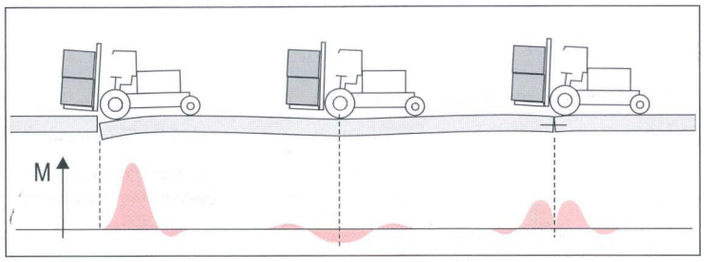


Fig. 2: Moments de flexion maxima aux joints et bords libres

la mesure où tous les aspects conceptuels sont intégrés de manière cohérente.

Ce raisonnement a donné lieu à des concepts types qui sont détaillés ci-après *(fig. 3)*.

• Béton non armé avec joints sciés *(fig. 3a)*

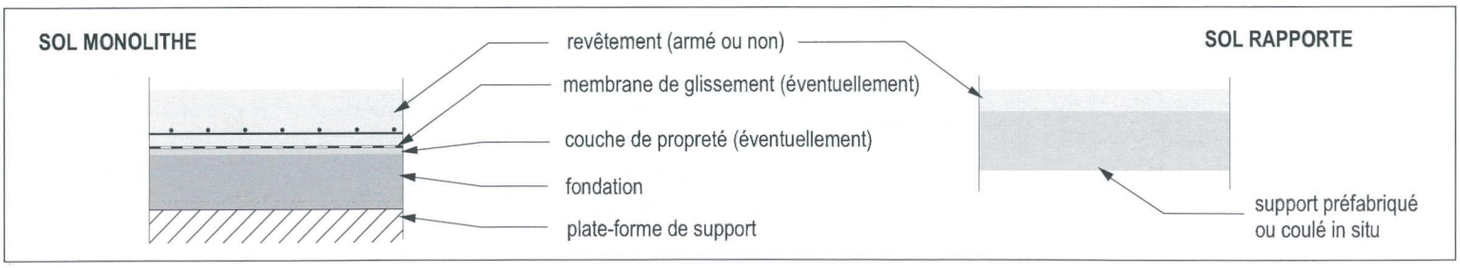
Le béton non armé est une solution évidente et très économique pour les revêtements en béton soumis à des contraintes légères sur support présentant une bonne capacité portante. Lorsqu'il n'est guère soumis à des tensions de flexion, un tel revêtement est en mesure de transférer directement les charges au support sans fissuration notable. L'apparition d'une fissuration erratique par suite du frottement non-contrôlé avec le support est cependant inévitable. En raison de la libre variation de la largeur de fissuration, ces fissures peuvent prendre de telles proportions qu'un déplacement vertical de parties de dalles n'est pas à exclure, ce qui peut donner lieu dès lors à une rapide dégradation.

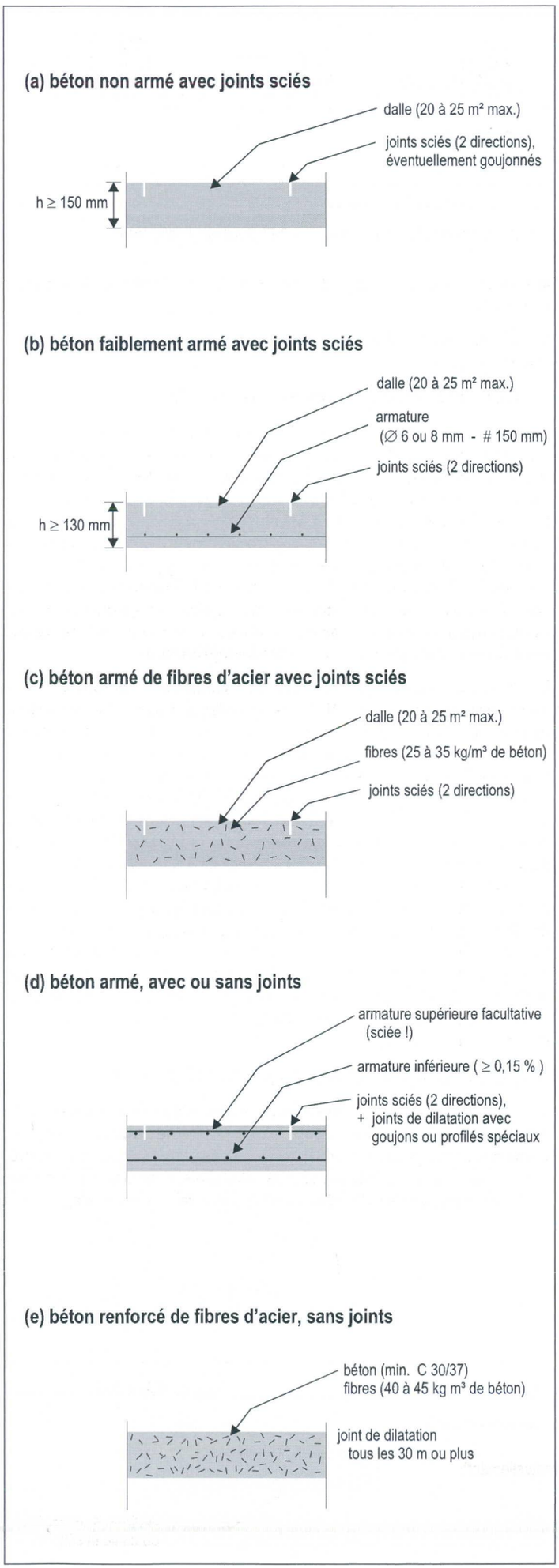
L'expérience nous apprend que la réalisation de joints réduit fortement le risque de fissures supplémentaires. La superficie maximale d'une dalle s'établit entre 20 et 25 m². Il importe évidemment que les joints sciés soient pratiqués avant que les tensions de retrait excèdent la résistance à la traction du béton. La formation de fissures se concentre dès lors dans les joints qui doivent tous travailler. Les joints réalisés préalablement par le coffrage constituent une solution de rechange. Le schéma des joints doit tenir compte de points singuliers dans la surface du sol qui induisent des fissures, tels que parois, colonnes, points d'égouttage, angles internes ou externes, etc. Comme rien n'empêche l'ouverture des joints, il convient, en cas de transfert important, de procéder au moyen de goujons qui se situent sous le joint. Il n'est pas possible non plus d'empêcher le retrait différentiel qui se traduit par un cintrage. Afin d'éviter qu'ils rebiquent trop fortement *(fig. 4)*, il est conseillé de ne pas retenir une épaisseur de sols en béton non armé inférieure à 150 mm.

• Béton faiblement armé avec joints sciés *(fig. 3b)*

Ce type de sol doit être considéré comme une version légèrement améliorée du sol non armé. Une certaine amélioration du comportement peut être obtenue en ajoutant une quantité limitée d'armature, ce qui limite le surcoût. Toutefois, il ne s'agit pas encore à proprement parler de béton armé. Généralement, il s'agit de la

Fig. 1: Types de sols industriels en béton de ciment





pose en continu d'un treillis soudé dont l'ouverture des mailles est de 150 mm et d'un diamètre de 6 ou de 8 mm. Un tel treillis n'est certainement pas en mesure d'empêcher la fissuration dans le cas des épaisseurs de sols conventionnelles de 130 à 200 mm. Dans ce concept, il convient dès lors de réaliser également des joints sciés qui localisent les fissures. Toutefois, la présence de treillis au droit des joints sciés limitera à ce point la largeur des fissures que les granulats restent accrochés les uns aux autres et que le transfert transversal des contraintes demeure possible. Dans la plupart des cas, la pose de goujons peut être évitée de la sorte. Pour limiter la largeur de fissures concentrées dans les joints sciés, on admet qu'il convient de réaliser des joints de dilatation tous les 20 à 30 m qui absorbent une partie importante des mouvements thermiques.

Il existe diverses conceptions quant à la disposition de l'armature. Sur la base du raisonnement qui précède, il est clair que l'armature ne peut pas être sciée afin d'obtenir l'effet de réduction de la fissuration. Dans la majorité des cas, l'armature est posée dans la moitié inférieure de la dalle avec un enrobage d'environ 50 mm. Une telle pose n'a toutefois pas d'effet sur l'apparition de fissures supplémentaires en dehors des joints ou sur les soulèvements dans les coins qui peuvent se produire librement. Pour ce faire, le treillis devrait être disposé à une distance limitée (40 à 60 mm) de la face supérieure, ce qui aurait pour conséquence qu'il serait fréquemment coupé à la scie. Un treillis posé uniquement dans la partie supérieure n'est donc utile que pour améliorer le comportement en termes de retrait et de fissuration des éléments individuels de la dalle, alors qu'un treillis posé uniquement en dessous assure essentiellement un meilleur transfert de contrainte. La combinaison des deux présente également les deux avantages. La pose du treillis supérieur requiert cependant davantage de soins et elle est dès lors souvent abandonnée pour des raisons économiques.

- **Béton renforcé de fibres d'acier avec joints sciés** *(fig. 3c)*

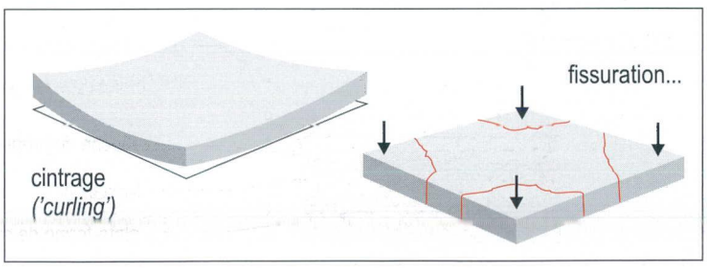
De nos jours, ce concept est très populaire pour diverses raisons. Une addition d'une quantité suffisante de fibres améliore la cohésion après fissuration et permet d'obtenir par voie de conséquence une protection contre les déplacements, soit donc un effet analogue à celui de la pose d'une armature marginale. Cette quantité est fonction du type de fibres et varie de 25 à 35 kg/m³ de béton. Ce concept améliore dans le même temps la résistance à l'impact. Il y a lieu toutefois de procéder à une adaptation de la composition du béton et de recourir à une bonne technique de mélange.

Le grand avantage de cette technique se situe au niveau pratique. La pose d'armature qui, dans le cas de grandes surfaces suppose une dépense d'énergie considérable, peut être évitée et le support demeure accessible aux véhicules pour le bétonnage.

- **Béton armé, avec ou sans joints** *(fig. 3d)*

On peut parler de sol en béton armé à partir d'un pourcentage d'armature supérieur à 0,15 % (dans un plan et dans une direction). L'armature inférieure et l'armature supérieure peuvent être

Fig. 3: Types de revêtements en béton pour sols industriels
Fig 4: Le cintrage se caractérise par le soulèvement des coins de la dalle



combinées. L'armature peut être conçue essentiellement pour absorber les moments de flexion par suite de charges et de tassements externes. Dans ce cas, il sera néanmoins nécessaire de pratiquer des joints de fractionnement, l'armature supérieure n'étant dès lors pas continue. Le pourcentage d'armature inférieure est si élevé que la présence de goujons sous les joints de fractionnement n'est pas nécessaire. Pour permettre des dilatations thermiques importantes, il est indiqué de prévoir un joint de dilatation au moins tous les 50 m avec transfert de contraintes par des goujons coulissants ou un profilé de joint spécial. Afin d'obtenir une action optimale de ces joints de mouvement, il est fortement conseillé de poser une double membrane de glissement et de veiller à une bonne planéité du support.

En dehors de la stabilité, l'armature peut être conçue également pour maîtriser complètement la fissuration par suite de retrait et de dilatation thermique. En d'autres termes, la largeur des fissures reste en deçà d'une certaine valeur en fonction de la classe d'exposition. Ceci suppose aussi bien une armature supérieure qu'une armature inférieure. Moyennant une armature continue suffisamment lourde, l'écartement des joints de fractionnement peut être accru à tel point (jusqu'à 50 m) que l'on peut parler en réalité de sols monolithes. Les seuls joints restants sont les joints de dilatation situés à la périphérie de ces surfaces. Comme tous les mouvements thermiques et de retrait sont concentrés dans ces joints, les profilés de joint doivent être capables de subir d'importants déplacements relatifs longitudinaux et transversaux. L'efficacité de la membrane de glissement s'avère très importante, afin d'éviter l'apparition de fissures trop larges. Les joints de désolidarisation par rapport à d'autres parties de construction doivent permettre de grands déplacements. Le pourcentage d'armature dans une direction (armature inférieure et armature supérieure) s'élèvera au moins à 0,65 %.

• Sols monolithes en béton renforcé de fibres d'acier
(fig. 3e)

Le même raisonnement que ci-dessus peut être appliqué au béton renforcé de fibres d'acier. En appliquant une teneur accrue en fibres d'acier (40-45 kg/m^3) il est possible d'obtenir une telle maîtrise de la fissuration que la longueur d'une dalle peut être portée à 30 m et plus. Dans le cas de cette application, il est essentiel d'utiliser une qualité de béton suffisante (au min. C 30/37).

La présence d'une membrane de glissement interposée entre la fondation et le revêtement est également indispensable pour le bon fonctionnement des joints de dilatation. Lors du calcul, il convient d'accorder une attention toute particulière à la contrainte créée par le retrait, afin d'éviter des fissures trop importantes. L'utilisation de béton ayant une tendance au retrait plus faible et des conditions ambiantes favorables au cours de la prise (séchage pas trop rapide) sont des facteurs importants de réussite.

• Sols monolithes en béton précontraint

Dans certains cas particuliers, les sols monolithes peuvent être conçus en béton précontraint. On pourra utiliser par exemple des câbles de précontrainte sans adhérence qui sont coulés dans le béton et mis en tension après un durcissement suffisant. Cette méthode requiert une quantité d'acier de précontrainte bien inférieure par rapport au sol monolithe en béton armé. Il est toutefois évident que l'exécution est plus délicate et requiert une compétence professionnelle spécifique. En outre, le sol ne pourra plus être scié ou perforé par la suite.

• Sols rigidifiés et sols sur pieux

En cas de support très mou, compressible, irrégulier ou douteux, il peut s'avérer nécessaire d'accroître la rigidité du sol ou de prévoir des fondations sur pilotis. Le sol prend alors la nature d'un plancher à portée libre, à la différence toutefois qu'il n'y a pas de réel danger d'effondrement. Dans beaucoup de cas, le sol fait dès lors directement partie du projet de stabilité du bâtiment.

Une exécution possible consiste évidemment à réaliser un gîtage de poutres en béton armé sous-jacent, assemblé de façon monolithique au sol. Le gîtage peut être noyé en tout ou en partie dans le sol. La dalle proprement dite peut être réalisée également en béton armé, mais le béton renforcé de fibres d'acier est également possible si la surface n'est pas trop grande et que l'épaisseur de la dalle est suffisante.

Poussant le raisonnement plus loin, on pourrait imaginer des solutions dans lesquelles le gîtage est abandonné et pour lesquelles on réaliserait donc un plancher champignon reposant sur des pieux ou des puits. Pour ces solutions, il existe des variantes en béton armé ou en béton renforcé de fibres d'acier.

De tels concepts sont relativement spécifiques. Ils doivent être soutenus par des études dans lesquelles l'entrepreneur, par suite des techniques spéciales, peut apporter une importante contribution.

CONSEQUENCES DU CHOIX D'UN DE CES CONCEPTS

Le choix d'un concept déterminé présente des conséquences importantes en ce qui concerne les propriétés du béton et la précision de l'exécution.

Epaisseur de la dalle

On peut estimer d'une façon générale que plus une dalle est épaisse, plus elle est robuste en termes de capacité portante. Elle sera dès lors d'autant moins sujette au soulèvement ou à la cassure des coins et elle présentera une meilleure résistance à l'impact. Sa résistance aux charges de poinçonnement sera également d'autant plus élevée. L'option d'une économie en termes d'épaisseur de béton pour compenser le coût de l'armature ou des fibres d'acier peut présenter des conséquences fâcheuses.

Planéité du support

Au fur et à mesure que l'on passe à des espacements de plus en plus grands entre les joints et finalement à des sols monolithes, on devient de plus en plus dépendant de la planéité du support et d'une pose soignée de la membrane de glissement.

Disposition de l'armature et des fibres

Plus le rôle de l'armature est important, plus il convient d'apporter une attention particulière à sa disposition précise. Le même principe s'applique aux fibres. Il convient de veiller par des mesures de technologie du béton, à la distribution la plus uniforme possible des fibres en termes de disposition et d'orientation.

Qualité du béton

Il est recommandé de ne pas utiliser les classes de résistance inférieures à C 25/30. Parfois, pour le béton non armé, armé marginalement ou le béton très massif, le choix de la classe C 20/25 peut s'avérer encore justifié, mais pour le béton renforcé de fibres d'acier, cette classe n'est plus indiquée en raison de l'adhérence insuffisante du béton aux fibres. Pour les sols présentant un niveau de charge supérieur et une méthode de dimensionnement plus critique, il est conseillé de passer à la classe C 30/37.

LE DIMENSIONNEMENT

Les principaux paramètres intervenant dans le dimensionnement d'un sol industriel sont :

- la capacité portante du sol, c'est-à-dire la qualité de portance de la plate-forme support ;
- la résistance à la traction du béton ;
- les charges exercées sur celui-ci ;
- la maîtrise de la fissuration suite au retrait par exemple.

On entend par *capacité portante* d'un sol son aptitude à résister aux charges appliquées. Dans le cas de revêtements en béton, elle est en général mesurée au moyen d'un essai à la plaque et s'exprime par le rapport (N/mm^3) entre la pression appliquée (N/mm^2) sur la plaque et son enfoncement (mm). Ce rapport, appelé module de réaction du sol, est souvent caractérisé par la lettre K. Le sol sera d'autant plus déformable que la valeur de K est faible.

La capacité portante peut également être exprimée en % CBR *(Californian Bearing Ratio)* qui est le rapport, en pour cent, entre la charge requise pour enfoncer un piston standard dans le sol et une charge de référence.

On trouvera au *tableau 1* les valeurs moyennes des valeurs de K et du % CBR mesurées sur une série de sols courants.

Si le module de réaction K mesuré sur la plate-forme support est inférieur à 0,030 N/mm^3, des mesures seront prises afin d'améliorer les caractéristiques du terrain en place et ainsi obtenir cette valeur minimale. Une autre méthode de fondation (par exemple pieux) peut également être envisagée. Dans le premier cas, l'une des techniques suivantes peut être adaptée :

- stabilisation du terrain suivant sa nature par compactage ou incorporation de chaux et/ou de ciment;
- remplacement des terres de moindres qualités par du sable, de la grave, des matériaux de récupération,... et compactage jusqu'à obtention du degré de compactage voulu (jusqu'à obtention du module de réaction K voulu).

Sun Cheminal Entreprises

Heyters

Il est important que l'auteur du projet estime les charges statiques et/ou mobiles exercées sur le sol.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des rapports CBR et K pour une série de sols courants

Nature du sol	Déformabilité sous passage d'un essieu de 13 t	Valeur CBR (%)		Module de réaction du sol K (Westergaard) (N/mm^3)
		Nappe phréatique profonde (> 60 cm sous le terrain naturel)	Nappe phréatique superficielle (≤ 60 cm sous le terrain naturel)	
Argiles fines saturées d'eau	Trafic quasiment impossible; très déformable	2 – 3	0 – 2	≤ 0,025
Limons argileux	Profond orniérage; très déformable	3 – 10	2 – 5	0,025 – 0,050
Sables et graves argileux ou limoneux	Peu d'orniérage; légèrement déformable	10 – 20	5 – 10	0,050 – 0,075
Sables à granulométrie régulière, graves	Très peu déformable	20 – 50	10 – 30	0,075 – 0,150
Graves compactées	Pas d'orniérage; indéformable	> 50	30 – 50	> 0,150

La mise en charge de la dalle provoque un moment de flexion qui se traduit généralement par des contraintes de compression dans la partie supérieure de la dalle et des contraintes de traction dans la partie inférieure. Le béton résistant moins bien en traction qu'en compression, il est caractérisé par sa ***résistance à la traction par flexion.***

Par comparaison aux routes où c'est surtout le facteur de fatigue qui joue un rôle important et pour lesquelles le nombre de véhicules commerciaux qui sollicitent quotidiennement le revêtement est bien souvent déterminant, dans le cas des sols industriels ce sont principalement la nature et ***l'importance des charges*** qui jouent les rôles principaux. Par raison de sécurité, il faut donc toujours contrôler les contraintes sous les charges les plus élevées susceptibles de se présenter.

Les charges appliquées aux sols industriels sont de plusieurs types :

- les charges statiques provenant des marchandises entreposées; celles-ci peuvent être soit réparties uniformément sur le sol ou sur une partie du sol, soit être transmises au sol de manière ponctuelle ou par bandes via les montants des rayonnages. Ces charges induisent des tassements et/ou le fléchissement du revêtement.
- les charges mobiles générées par les roues des engins de manutention et autres véhicules. Ces charges induisent en outre :
  - le phénomène de fatigue par répétition et variation du sens des contraintes ;
  - les effets dynamiques dus au freinage et au franchissement de seuils ou de joints ;
  - éventuellement les charges dynamiques exercées par certaines machines.

Il est important que l'auteur de projet estime parfaitement les charges exercées sur le sol. Le CSTC (1997) a défini des classes de sollicitations qui permettent de spécifier les prescriptions relatives à chaque couche constitutive du sol industriel *(tableau 2)*.

La ***fissuration*** du béton sous l'effet de charges directes et/ou de déformations contrariées comme le retrait est pratiquement inévitable. Il faut savoir qu'une part importante du retrait hydraulique se produit, en général, avant la mise en service du revêtement mais que celui-ci se poursuit après. Le retrait engendre des contraintes de traction, contraintes majorées par le frottement de la dalle sur son support. Les joints ont pour but de maîtriser la fissuration et de localiser celle-ci. Ils absorbent en outre le retrait et permettent le mouvement des dalles, ce qui réduit les contraintes. L'espacement des joints dépend des propriétés de retrait du béton, des caractéristiques d'adhérence de la dalle sur son support et de l'épaisseur du revêtement. Le *tableau 3* reprend les espacements recommandés en fonction de l'épaisseur.

Epaisseur de la dalle	Espacement des joints
12 cm	3,00 m
14 cm	3,50 m
16 cm	4,00 m
18 cm	4,50 m
20 cm	5,00 m
22 cm	5,50 m
24 cm	6,00 m
26 cm	6,00 m

Tableau 3: Espacement recommandé des joints en fonction de l'épaisseur de la dalle

Le lecteur consultera la littérature spécialisée pour un dimensionnement précis. Toutefois, à titre d'exemple, le cadre *(voir ci-contre)* permet de déduire l'épaisseur minimum d'une dalle en béton en fonction du nombre de charges mobiles appliquées sur celle-ci et pour une durée de vie préétablie et ce pour 4 types de fondations, 3 types de charges mobiles et 2 types de joints (goujonnés ou non – l'incorporation de goujons au niveau des joints permet d'améliorer le transfert des charges au niveau de ceux-ci et par conséquent de diminuer l'épaisseur du revêtement en béton). Le module de réaction du sol K est de 0,030 N/mm³. Des épaisseurs sont renseignées pour le cas de portances plus élevées.

Tableau 2 : Classes de sollicitations (CSTC, 1997)

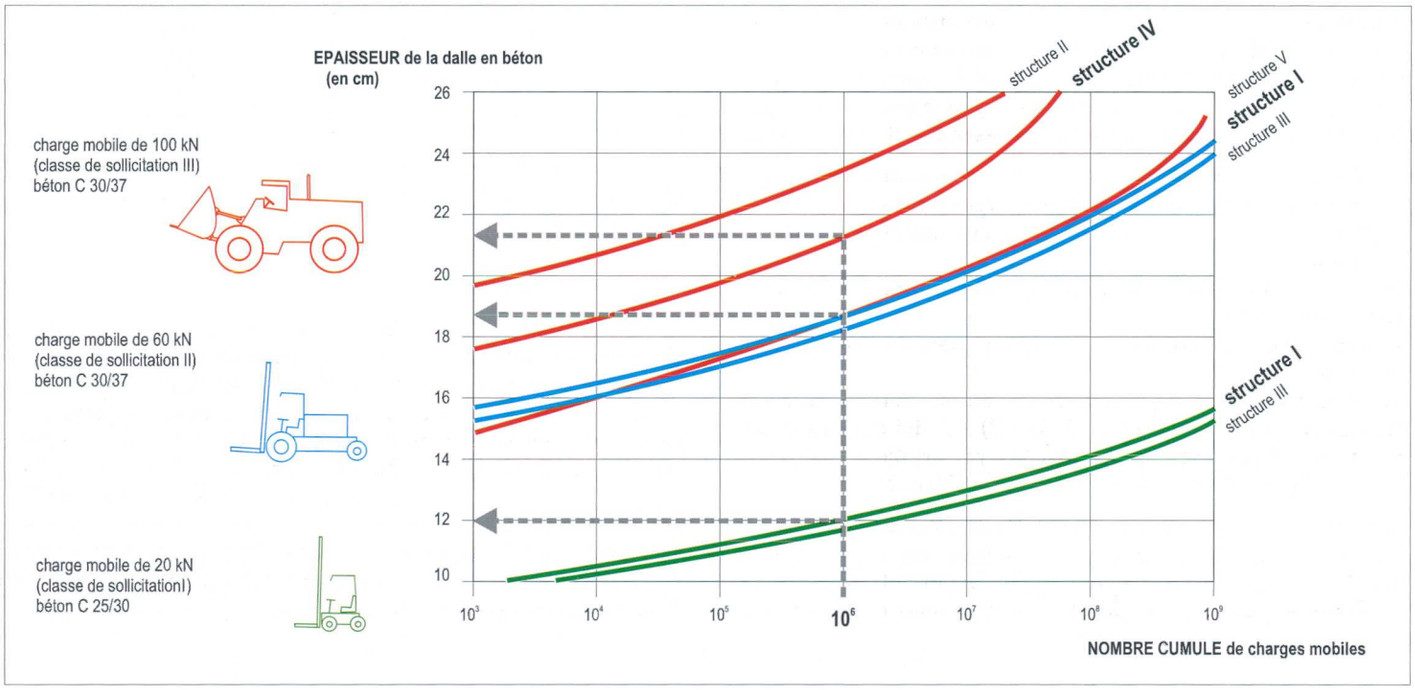
Classe	Sollicitation	Exemples d'application
I **Légère**	$p_{nom} \leq 15$ kN/m² $F_{nom} \leq 20$ kN	-rayonnages de 5 m de haut maximum -élévateurs, capacité d'élévation ≤ 20 kN -gerbeurs, capacité d'élévation ≥ 12 kN *A cette classe appartiennent généralement les bâtiments destinés au stationnement de voitures et les ateliers pour l'industrie légère.*
II **Moyenne**	15 kN/m² < p_{nom} < 50 kN/m² 20 kN < F_{nom} < 100 kN	-rayonnages de 5 à 10 m de haut -élévateurs, capacité d'élévation de 20 à 90 kN -gerbeurs, capacité d'élévation de 12 à 50 kN *A cette classe appartiennent bon nombre d'entrepôts pour marchandises.*
III **Lourde**	$p_{nom} \geq 50$ kN/m² $F_{nom} \geq 100$ kN	-rayonnages de plus de 10 m de haut -élévateurs, capacité d'élévation ≥ 90 kN -véhicules spéciaux (p. ex. avions) *A cette classe appartiennent généralement les bâtiments pour le stockage en vrac, les entrepôts avec rayonnages élevés et les ateliers pour l'industrie lourde.*

p_{nom} : charge uniformément répartie, valeur nominale
F_{nom} : charges ponctuelles, valeur nominale; capacité d'élévation des élévateurs, gerbeurs, etc.; charge des roues pour les autres véhicules

DETERMINATION DE L'EPAISSEUR DE LA DALLE EN BETON

Types de structures considérées :

Détermination de l'épaisseur dans le cas d'un sol en place avec un module de réaction du sol K = 0,030 N/mm³:



Exemple :

-hypothèse : les charges les plus importantes sont des charges mobiles
-nombre de charges mobiles par jour de travail circulant sur le revêtement à dimensionner : maximum 150
-nombre de jours de travail par an : 230

=> l'épaisseur minimale de la dalle de béton pour une durée de vie estimée à 30 ans, sera de :

- 12,0 cm dans le cas de charges mobiles de 20 kN (structure I)
- 19,0 cm dans le cas de charges mobiles de 60 kN (structure I)
- 21,5 cm dans le cas de charges mobiles de 100 kN (structure IV)

(fondation de 20 cm d'épaisseur et transfert des charges au droit des joints non amélioré par la pose de goujons, soit structure I ou IV)

Epaisseurs dans le cas de capacités portantes plus élevées du sol (K > 0,030 N/mm³) :

		Structure	I		IV
		Charge	20 kN	60 kN	100 kN
K =	0,030	N/mm³	12,0 cm	19,0 cm	21,5 cm
	0,050		11,5 cm	18,5 cm	21,0 cm
	0,075		11,5 cm	18,0 cm	20,0 cm
	0,150		11,0 cm	17,0 cm	19,0 cm

FEBELCEM

ce bulletin est publié par :
FEBELCEM - Fédération de l'Industrie Cimentière Belge
rue Volta 8 - 1050 Bruxelles
tél. (02) 645 52 11
fax (02) 640 06 70
http://www.febelcem.be
e-mail: info@febelcem.be

auteur:
Ir C.Ployaert

photos:
A.Nullens

éditeur responsable :
J.P. Jacobs

dépot légal :
D/2000/0280/06

BIBLIOGRAPHIE

Sols industriels à base de ciment
Note d'information technique n° 204
Bruxelles : CSTC, juin 1997

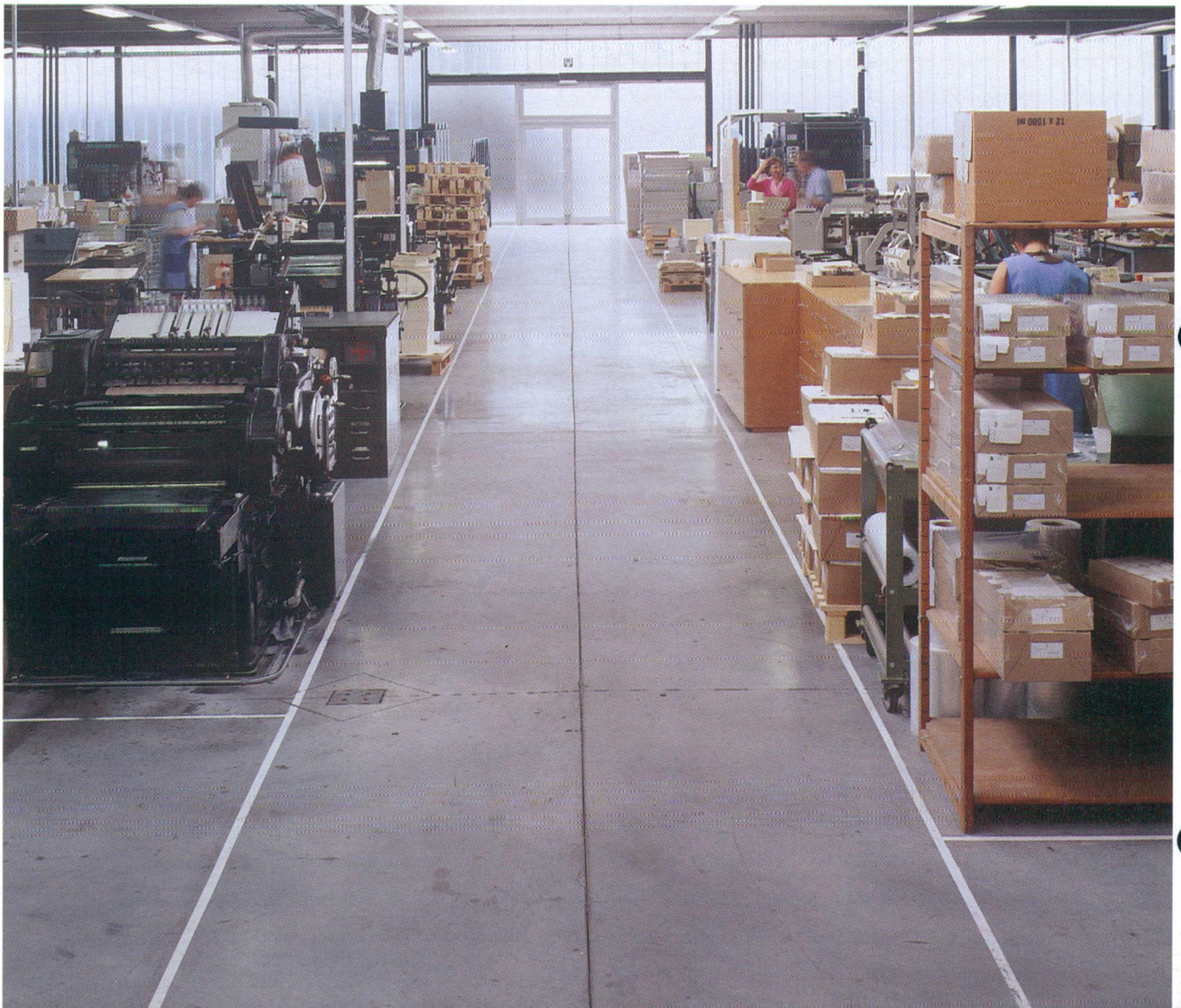
RIGO J.M. (éd.)
Séminaire 'Sols industriels en béton : conception, dimensionnement, réalisation et pathologie'
Liège : CERES, Université de Liège, 28 janvier 1999

BOUQUET G. Chr. ; FRENEY F.W.
Betonnen bedrijfsvloeren en bedrijfsverhardingen
's Hertogenbosch : VNC, octobre 1998

Concrete Floors on Ground (second edition)
Illinois : PCA, 1990

DE BLAERE B.
Beton voor cementgebonden bedrijfsvloeren
Bruxelles : novembre 1997
(Journée d'étude KVIV 'Bedrijfsvloeren')

Floor 1.0 – Software voor elastisch ondersteunde betonvloeren en betonverhardingen
Gouda : CUR, 1998



(+ Couverture: Sandrus, arch. C.Kieckens)