Zeitschrift: Bulletin du ciment

Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)

Band: 69 (2001)

Heft: 1

Artikel: Les sols dans les bâtiments

Autor: Hermann, Kurt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146556

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Les sols dans les bâtiments

Dans les bâtiments résidentiels, les sols remplissent des tâches variées, dont il faut tenir compte lors de l'étude du projet déjà.

Les sols sont un élément important d'un logement. Lors d'un séminaire du TFB (voir encadré ci-contre), l'architecte Sabina Stählin a dit à ce propos [1]: «Les logements sont maintes fois repeints. Les cuisines sont rénovées, les meubles remplacés, des salles de bain entières enlevées, avant que le revêtement de sol (moquette exceptée) soit remplacé. C'est pourquoi, aux maîtres d'ouvrage qui veulent ou doivent construire avantageusement, je conseille de fixer des priorités financières, et d'économiser à la cuisine plutôt que de choisir des revêtements de sols et des supports de moindre valeur ou peu appréciés.»

Sols et architecture [1]

Pour que l'ouvrage achevé – et donc aussi les sols – réponde finalement aux exigences du maître de l'ouvrage, la collaboration entre les architectes et les entrepreneurs est indispensable.

Pour Stählin, les sols sont plus que le sixième côté délimitant un espace parallélépipédique: «Un mauvais sol déprécie un appartement. Voyez les annonces immobilières: les revêtements de sols sont presque toujours mentionnés. Des logements sont loués ou ne le sont pas à cause des revêtements de sols.» Avec les sols, on peut souligner ou réduire à néant une conception architectonique.

A propos de cet article

Le présent article est basé en grande partie sur des exposés présentés lors du séminaire du TFB N° 804 501 «Böden in Wohnbauten» qui a eu lieu le 14 novembre 2000 à Wildegg. Ont parlé

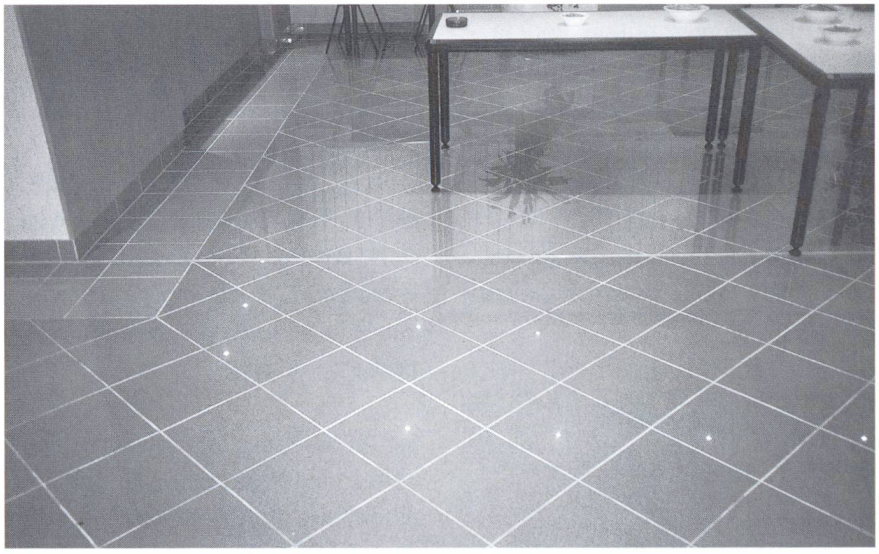
[1] Sabina Stählin (Zurich) sur «Böden: Funktionen und Anforderungen aus der Sicht des Architekten»

[2] Bram van Egmond (Wildegg) sur «Konstruktive und materialtechnologische Anforderungen an Unterlagsböden»

[3] Hartmut Kayser (Dübendorf) sur «Wichtige schalltechnische Aspekte und Massnahmen im Zusammenhang mit Unterlagsböden»

[4] Andreas von Ins (Olten) sur «Magnesitgebundene Bodenbeläge in nicht industriellen Bauten als Alternative».

Des compléments provenant de la littérature spécialisée sont mentionnés dans la bibliographie en page 11.



Conflit entre conception et données de construction: le dessin du dallage n'a pas été accordé au cheminement des joints de la chape qui doivent absolument être repris.

Photo: archives TFB

Dans les appartements traditionnels, un espace délimité avec précision est affecté à chaque usage. Cette utilisation compartimentée peut être accentuée par des revêtements de sols qui varient. La conception, à l'époque révolutionnaire, de l'espace paysagé, dans lequel on ne vit pas dans des pièces mais dans des zones faisant partie d'un même espace, a vu le jour au début du vingtième siècle. Cette conception est soulignée par l'utilisation d'un même revêtement de sol pour l'ensemble de l'espace. Le loft classique en est un exemple. Tout y est réparti dans un espace

unique, avec généralement la salle de bains incorporée. Les logements actuels sont le plus souvent un mélange de ces deux extrêmes.

Les mortiers pour chapes [2]

Les mortiers se composent de ciment, de granulats et d'eau. S'y ajoutent éventuellement des adjuvants et des ajouts. Dans la norme SIA 251 [5] sur les chapes flottantes, datant de 1988, en dehors des dosages en ciment minimaux, soit 300–400 kg/m^3, les fuseaux granulométriques pour les sables utilisés étaient également prescrits. Ces prescriptions ne figurent plus dans la recommandation SIA V 251/1 [6] en vigueur depuis 1998.

Il est donné aux exécutants davantage de liberté, et ainsi davantage de responsabilité.

Les ciments

La norme SIA 215.002 [8] a été introduite en Suisse en 1995. Depuis lors, théoriquement 150 ciments ont été normalisés. Mais seuls quelques-uns sont effectivement utilisés. Pour la fabrication de mortiers pour chapes, nous savons par expérience que deux types de ciment suffisent: les ciments Portland CEM I 42,5 et les ciments Portland au calcaire CEM II/A-l 32,5 R, l'utilisation de CEM I 42,5 étant généralement la plus sûre. (Les ciments selon norme SIA 215.002 ont été décrits de façon détaillée dans le «Bulletin du ciment» de juillet 1994 [9].)

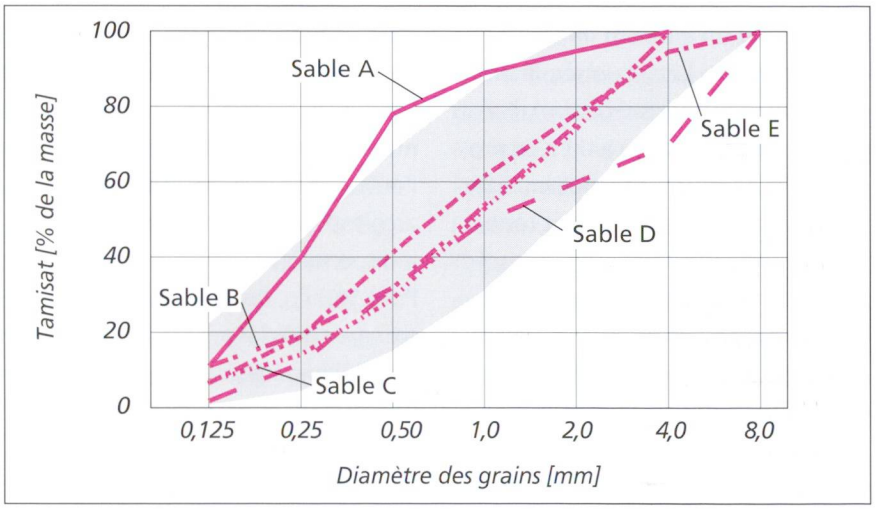


Fig. 1 Courbes granulométriques des sables analysés (voir tableau 1) selon [2]. Marqué en gris: fuseau granulométrique pour sables roulés et sables semi-concassés 0/4 mm selon VSS [7].

Dessins: TFB

Les sables

Cinq sables ont été étudiés de plus près au TFB. Quelques-unes de leurs caractéristiques sont résumées dans le *tableau 1*, et leurs courbes granulométriques sont représentées à la *figure 1*.

Sur les chantiers, les sables contiennent toujours de l'eau. Mais le taux d'humidité d'un sable exerce une grande influence sur la masse volumique en vrac, ce qui est illustré à la *figure 2*. Il en est malheureusement

Sable	Caractéristiques
A	Sable 0/4 mm 100 % roulé; peu de grains dans la fraction supérieure; beaucoup de grains dans la fraction < 0,5 mm
B	Sable semi-concassé 0/4 mm (sable roulé et sable concassé); env. 10 % des grains < 0,125 mm
C	Sable roulé lavé 0/4 mm env. 8 % des grains < 0,125 mm
D	Sable roulé lavé 0/8 mm env. 30 % des grains dans la fraction 4/8 mm
E	Sable de chantier 0/8 mm (sable roulé et sable concassé)

Tab. 1 Caractéristiques des sables analysés au TFB [2].

trop peu souvent tenu compte lors de la fabrication des mortiers.

Fabrication des mortiers
Selon leur utilisation, les chapes flottantes à base de ciment doivent témoigner d'une résistance à la compression après 28 jours de 12/8 N/mm² (valeur moyenne/valeur minimale) ou 16/11 N/mm² [6].
Il ressort de la *figure 3* que la résistance à la compression d'une chape dépend également de la masse volumique apparente du mortier. Par exemple:
résistance à la compression après 28 jours = 12 N/mm²
→ masse volumique apparente env. 1930 kg/m³

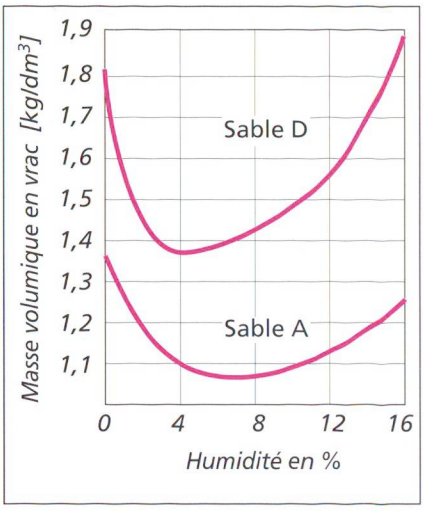


Fig. 2 Masse volumique en vrac des sables en fonction de l'humidité de la masse sèche (selon [2]).

résistance à la compression après 28 jours = 16 N/mm²
→ masse volumique apparente env. 2020 kg/m³

Ce que l'on appelle le calcul de mélange permet de calculer la composition d'un mortier dont la résistance à la compression après 28 jours est donnée.
En voici un exemple: un mortier pour une chape flottante avec un dosage en ciment de 350 kg/m³ et un rapport eau/ciment de 0,50 doit avoir une masse volumique apparente de 2200 kg/m³, c'est-à-dire une résistance après 28 jours d'environ 28 N/mm². Le calcul figure dans le *tableau 2*.

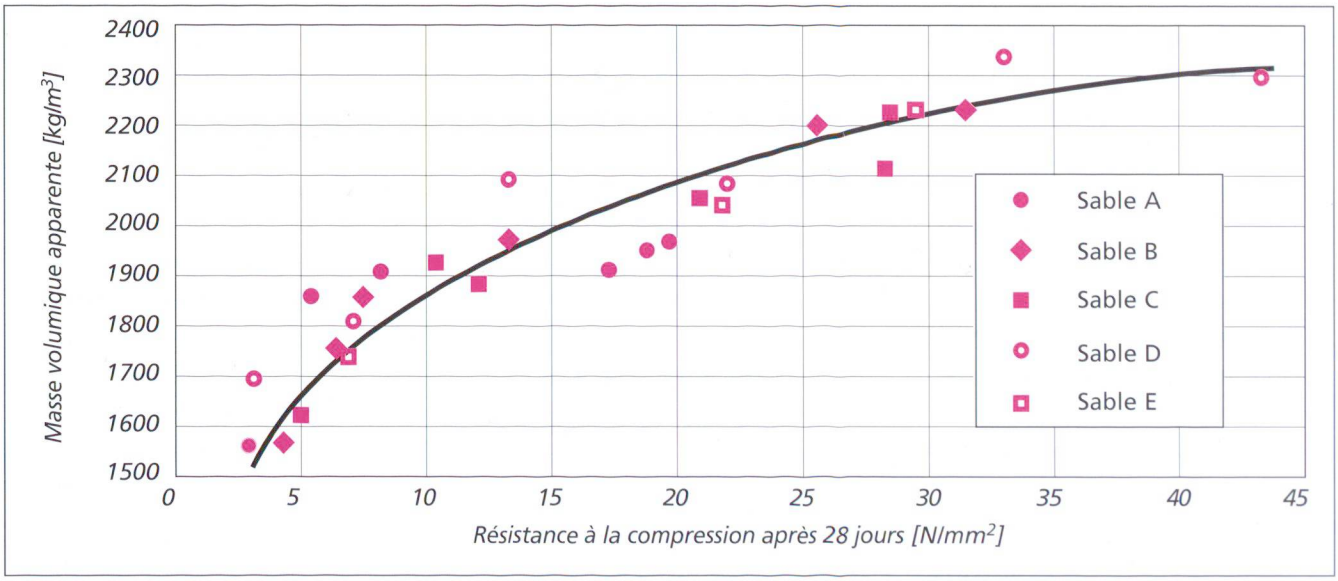


Fig. 3 Rapport entre la résistance à la compression après 28 jours et la masse volumique apparente des mortiers (analyses du TFB) [2].

Revêtements de sols à base de magnésie dans des bâtiments non industriels

Le chimiste français Sorel a découvert en 1867 qu'en remuant de la magnésie (MgO) calcinée avec une solution aqueuse concentrée de chlorure de magnésium ($MgCl_2$), on obtenait une masse ressemblant au béton, appelée ciment Sorel).
Les ciments Sorel ($3\ MgO \cdot MgCl_2 \cdot 11\ H_2O$) sont des masses blanches dures comme le marbre, qui ne résistent pas à l'eau. Leur résistance à la traction après un mois à l'air atteint 200–600 N/mm^2.

Les revêtements à base de magnésie
contiennent, en dehors du ciment Sorel, des granulats et éventuellement des additifs. Entrent en question comme granulats:

- fibres de bois et (beaucoup moins) charges minérales pour dallages magnésiens
- sable de carrières ou de lacs pour revêtements non thermo-isolants

Des additifs (le plus souvent des couleurs synthétiques d'oxyde de fer ainsi que du vert de chrome et du bleu de cobalt) permettent de teinter les revêtements de sols à base de magnésie.
Ces revêtements sont également connus sous le nom de dallage ou parquet magnésien.
Dès le début du 20e siècle, on trouve parmi leurs principaux domaines d'application des entreprises de l'industrie textile, des menuiseries, des entrepôts pour denrées et céréales, des minoteries et des entreprises pyrotechniques (propriétés anti-étincelle parce qu'antistatiques).
Les dallages magnésiens ont aussi été utilisés dans des immeubles résidentiels et des bâtiments scolaires, particulièrement en Allemagne pendant la Seconde Guerre mondiale (pénurie de moquettes, linoléum et parquet).
Depuis quelque cinq ans, on assiste à une renaissance des dallages magnésiens, qui sont utilisés dans les établissements scolaires, les musées, les surfaces d'exposition, les bibliothèques et les bâtiments résidentiels.

Propriétés
Les dallages magnésiens contiennent un fort pourcentage de fibres de bois mauvaises conductrices de chaleur. C'est pourquoi on les ressent comme thermo-isolants même à pieds nus. Bien qu'ils soient de faible masse volumique apparente (< 1600 kg/m^3), ils supportent des sollicitations mécaniques moyennes. Ils ne peuvent pas être utilisés dans des lieux exposés à une action de l'eau prolongée, c'est-à-dire en plein air ou dans les salles d'eau, car l'eau peut libérer des ions de chlorure (danger de corrosion) [16].

Construction
Les revêtements de sols à base de magnésie peuvent être mis en place sans joints sur des chapes à base de ciment de catégorie B selon recommandation SIA V 251/1 [6], avec ou sans chauffage par le sol. Les joints de construction doivent toutefois être repris.
Dans les bâtiments non industriels, l'épaisseur des revêtements est de 15 à max. 20 mm. Les éléments en acier ou en aluminium ne doivent pas entrer en contact avec un matériau à base de magnésie.

Mise en place
Le mélange magnésien est préparé sur le chantier dans des malaxeurs doubles, éventuellement en le teintant. Le matériau pâteux est répandu sur le sol et égalisé à la règle. Après un court temps d'attente, le mélange est soigneusement lissé à la truelle.
Dans le secteur non industriel, les sols sont ensuite traités par un polissage mécanique et une imprégnation avec un bouche-pores incolore. Peu avant la mise en service, on y applique un produit de protection de surface non brillant.

Effet optique
Peu après leur mise en place, les dallages magnésiens ne sont souvent pas uniformes et présentent de nombreuses taches. Leur teinte définitive n'est mise en valeur qu'une fois le processus de séchage terminé, ce qui prend plusieurs mois.

Entretien et nettoyage
Les produits fortement acides ou fortement basiques ne conviennent pas pour l'entretien. On conseille les produits à base de cire.
Si les sols sont très sales, ils peuvent également être récurés par un nettoyeur professionnel.

Source: [4]

Pour atteindre la masse volumique apparente donnée, il faut beaucoup d'expérience dans le travail des mortiers. S'ils ne sont par exemple pas suffisamment compactés, le dosage en ciment par mètre cube diminue.

Un exemple: la masse volumique apparente donnée d'un mortier avec 350 kg de CEM I 42,5/m^3 est de 2200 kg/m^3, mais la masse volumique apparente mesurée sur le chantier n'est que de 2000 kg/m^3. Le dosage en ciment dans le mortier se réduit alors à 318 kg/m^3, et la résistance à la compression après 28 jours s'abaisse à environ 16/Nmm^2.

Composants du mortier	Densité [kg/dm^3]	Masse [kg]	Σ [kg]	Volume [l]	Σ [l]
Ciment (CEM I 42,5)	3,10	350	350	113	113
Eau	1,0	175	525	175	288
Sable (0/4 ou 0/8 mm)	2,68	2200–525 = 1675	2200	625	913
Total (but visé)			2200 ✔		1000 ✔
Air		–			1000–913 = 87

Tab. 2 Projet de mélange pour 1 m^3 de mortier avec: dosage en ciment 350 kg/m^3, rapport eau/ciment 0,50 et masse volumique apparente 2200 kg/m^3.

Joints pour les chapes [1, 2]

Construction

Les chapes flottantes à base de ciment sont sujettes au retrait, et donc à la fissuration. C'est pourquoi elles doivent être découpées en petits champs au moyen de joints. Les exigences caractéristiques de la recommandation SIA V 251/1 [6] figurent dans le *tableau 3.*

Les joints doivent être rectilignes et perpendiculaires au plan de la chape. Les joints peuvent être de deux types:

- Joints de retrait, qui sont coulés avant la pose du revêtement de sol.
- Joints de dilatation, qui permettent le mouvement (flottement) des champs du revêtement.

Les joints doivent être disposés en fonction de la configuration des lieux. Les angles saillants, les brusques changements de plan et les baies de portes augmentent les contraintes dans la chape. Il faut donc en tenir compte lors de la répartition des joints. Les joints de dilatation du support doivent être repris dans la chape.

Du point de vue de l'architecte [1]

Les chapes exigent des joints qui, pour de nombreux types de revêtements de finition, doivent également être visibles dans le sol fini. Les architectes souhaitent cependant des champs sans joints aussi grands que possible, afin d'avoir une plus grande liberté de conception.

L'architecte doit concevoir les différentes pièces en incluant les joints nécessaires. Il doit s'entretenir avec l'entrepreneur afin d'assurer que les joints sont exécutés comme prévu.

Avec les parquets, il est possible de se jouer des joints comme s'ils n'existaient pas.

Pour les revêtements céramiques, les joints de la chape doivent absolument être repris dans le revêtement

	Sans chauffage par le sol	Avec chauffage par le sol
Surface des champs	≤ 40 m^2	≤ 30 m^2
Longueur des champs	≤ 8 m	≤ 6 m
Rappport entre les côtés	max. 1 : 2	max. 1 : 1,5

Tab. 3 Répartition des joints dans les chapes flottantes selon recommandation SIA V251/1 [6].

de finition. Etant donné que le dallage comporte de très nombreux joints, les joints de construction ne se remarquent pas. A condition toutefois que la trame des carreaux soit projetée de telle façon que les joints du dallage soient superposés à ceux de la chape. Cela n'est pas possible sans entente préalable entre le fabricant de la chape et le poseur des carreaux.

Mesurage des bruits

L'oreille traite les impressions auditives de façon à peu près logarithmique. Cela se comprend, car elle perçoit une gamme de pressions acoustiques de $2 \cdot 10^{-5}$ à $2 \cdot 10^{-10}$ Pa (N/mm^2). Le niveau de pression acoustique est également indiqué en échelle logarithmique.

$$\text{Niveau de pression acoustique } L = 10 \cdot \log (p^2/p_0^2) \text{ [dB]}$$

La pression acoustique de référence p_0 est $20 \cdot 10^{-6}$ Pa; elle est juste encore audible à 1000 Hz. L'homme ne peut percevoir des différences dans le niveau de pression acoustique qu'à partir de 3 dB. Les sons de fréquence différente mais de même intensité sont toutefois perçus comme plus ou moins forts. C'est pourquoi les valeurs mesurées sont corrigées dans les différentes gammes de fréquences. Selon la courbe d'évaluation de fréquence utilisée, le niveau de pression acoustique pondéré est indiqué en dB(A), dB(B) ou dB(C). On utilise à peu près exclusivement dB(A).

Aspects concernant l'acoustique [3]

Dans les chapes, les aspects concernant l'acoustique sont très complexes. En traiter en détail sortirait largement du cadre de cet article. C'est pourquoi il est renvoyé à la norme SIA 181 («Protection contre le bruit dans le bâtiment») [10]; le praticien trouve de nombreuses informations utiles dans la brochure «Element 30» [11].

Son

Le son est transmis par des matières solides, liquides ou gazeuses. Dans les bâtiments, on peut distinguer entre

- Transmission des sons aériens, avec laquelle les ondes sonores se propagent soit directement par des baies, fentes, etc., ou par l'excitation d'éléments de séparation (murs, sols...).
- Transmission des sons solidiens, avec laquelle l'élément de construction est excité par contact direct avec l'excitateur de bruit produisant des vibrations. (Les installations techniques des immeubles en sont souvent la cause.)
- Transmission des bruits de chocs, avec laquelle le sol est directement excité par la marche.

Le niveau sonore est mesuré dans le local de réception, en en calculant la moyenne dans le temps et dans l'espace, et en fonction de la fréquence (bandes de fréquences de $^1/_3$ d'octave). Dans l'acoustique architecturale, on ressent comme une nuisance les sons dans la gamme de fréquences de 100 à 3150 Hz.

Exigences relatives à l'isolation acoustique

L'article 21 de la loi sur la protection de l'environnement dit à propos de l'isolation acoustique des nouveaux immeubles: «Quiconque veut construire un immeuble destiné au séjour prolongé de personnes doit prévoir des aménagements adéquats de lutte contre le bruit extérieur et intérieur, de même que contre les vibrations» (paragraphe 1).

La protection minimale à assurer est fixée par le Conseil fédéral, cela dans l'article 32.1 de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) [13]: «Le maître de l'ouvrage d'un nouveau bâtiment doit assurer que l'isolation acoustique des éléments extérieurs et des éléments de séparation des locaux à usage sensible au bruit, ainsi que des escaliers et des équipements, satisfont aux règles reconnues de la construction. Sont notamment applicables les exigences minimales selon la norme SIA 181 de la Société suisse des ingénieurs et des architectes».

Une sélection des exigences pour l'isolation acoustique entre appartements ou entre cage d'escalier et appartement figure dans le *tableau 4.* Pour les sons aériens, une dalle en béton armé de 20 cm d'épaisseur, sans chape flottante, suffit déjà pour satisfaire aux exigences minimales de la norme.

Les rapports sont plus compliqués pour les bruits de chocs: même une dalle en béton armé brute de 30 cm d'épaisseur ne suffit pas pour satisfaire aux exigences minimales:
Le niveau de pression pondéré du bruit de chocs mesuré diffère d'environ 10 dB(A) du niveau de pression pondéré du bruit de chocs standardisé $L'_{nT,w}$ (≤ 55 dB pour exigence minimale) selon norme SIA 181 [10] (voir *figure 4).*

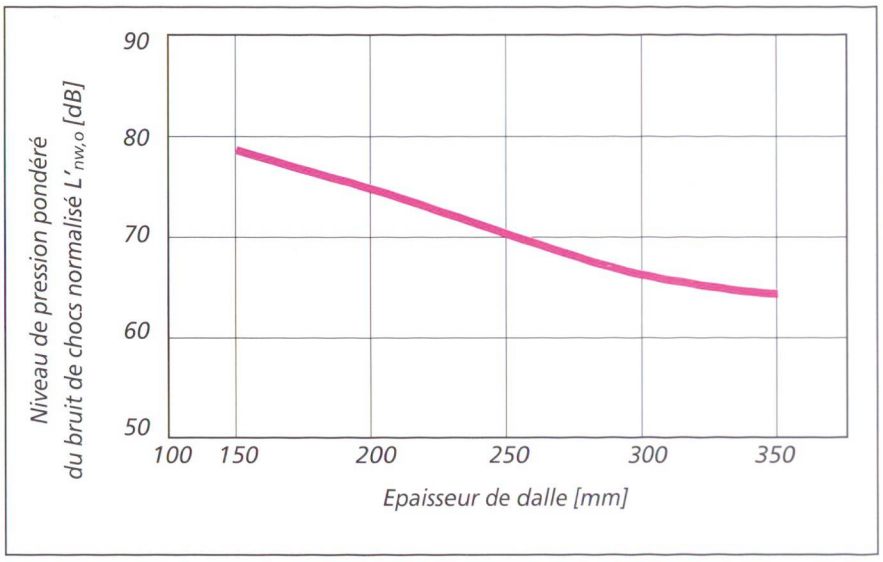


Fig. 4 Niveau de pression pondéré du bruit de chocs normalisé de dalles en béton armé de diverses épaisseurs (selon [13]).

La chape flottante est une des solutions de ce problème. Du point de vue physique, elle fonctionne selon le principe masse-ressort-masse (en acoustique, on parle de système à double paroi):
L'isolation contre les bruits de chocs (ressort) repose sur la dalle brute ayant une grande masse, et la chape sur cette isolation.

La grandeur de l'affaiblissement acoustique des dalles massives avec chapes flottantes dépend de la fréquence de résonance (fréquence propre) f_0 du système (voir aussi *figure 5):*

- A des fréquences $f < f_0$, les deux masses vibrent comme si elles étaient accouplées de façon rigide, c'est-à-dire que la couche isolante est sans effet.

Source sonore	Exigence minimale	Exigence élevée
Son aérien [1]		
Isolation acoustique normalisée pondérée $D_{nT,w}$	≥ 52 dB	≥ 57 dB
Bruit de choc [1]		
Niveau de pression pondéré du bruit de chocs normalisé $L'_{nT,w}$	≤ 55 dB	≤ 50 dB
Installations techniques des immeubles [2]		
Niveau d'évaluation $L_{r,H}$		
Bruits de fonctionnement	≤ 35 dB	≤ 30 dB
Bruit d'utilisation	≤ 40 dB	≤ 35 dB

[1] Degré de nuisance du bruit intérieur des locaux de réception faible, sensibilité au bruit moyenne dans les locaux de réception
[2] degré de nuisance élevé ainsi que sensibilité au bruit moyenne dans les locaux de réception

Tab. 4 Exigences de protection contre le bruit entre appartements ou entre appartement et cage d'escalier selon norme SIA 181 [10].

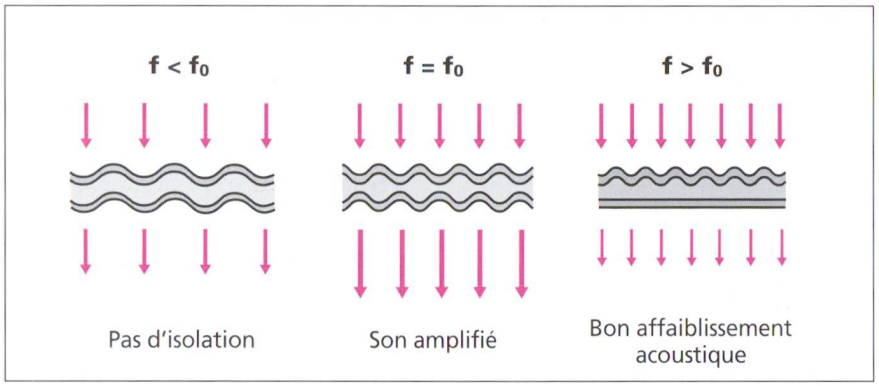


Fig. 5 Comportement aux vibrations de dalles massives avec chapes flottantes (selon [3]).

- A la fréquence $f = f_0$, une résonance se produit, c'est-à-dire que l'affaiblissement acoustique est moindre que dans un élément de construction à paroi simple; le bruit de chocs est amplifié.
- A des fréquences $f > f_0$, la couche isolante est efficace; l'affaiblissement acoustique est bon.

Règle pour la fréquence de résonance d'une dalle en acier avec chape flottante:

$$f_0 = 160\ (s'/m_1)^{1/2}\ [Hz]$$

s' = rigidité dynamique (indice de mollesse) de la couche isolante [MN/m³]

m_1 = masse surfacique de la chape [kg/m²]

Un exemple:

- natte en fibres minérales isolant contre le bruit de chocs, épaisseur 12 mm: s' = 16 MN/m³
- chape à base de ciment de 6 cm d'épaisseur (masse volumique apparente env. 2200 kg/m³)

$m_1 = 2200 \times 0{,}06 = 132\ kg/m^2$

$\rightarrow f_0 = 160\ (16/132)^{1/2} = 56\ Hz.$

La fréquence de résonance du système se situant en-dessous de la gamme de l'acoustique architecturale, l'atténuation des bruits de chocs (et donc également celui des sons aériens) est suffisante.

L'atténuation des bruits de chocs est d'autant plus élevée que la masse du système (dalle en béton armé et chape) est grande et que la rigidité dynamique de la couche isolante est petite.

Ponts acoustiques

La chape la mieux planifiée perd de son efficacité s'il se produit des ponts acoustiques, par exemple aux

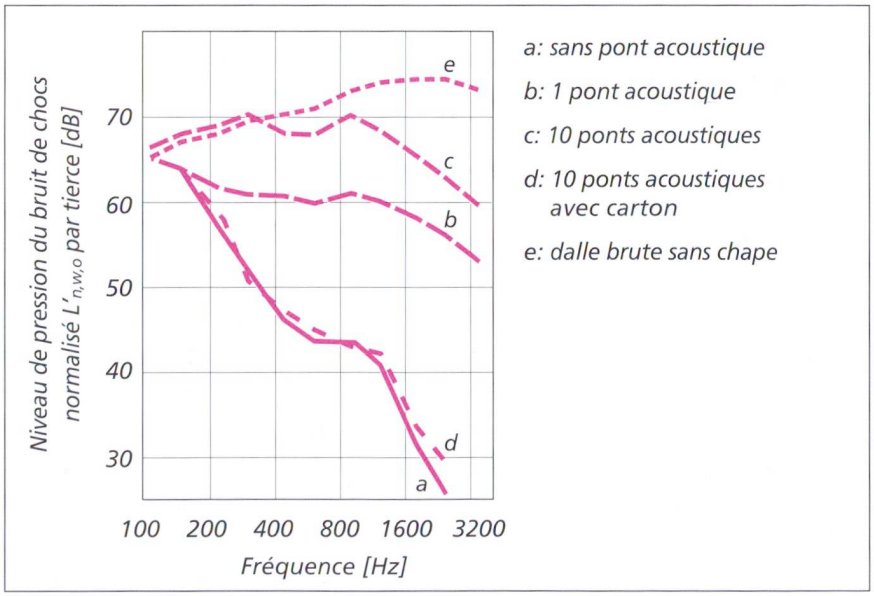
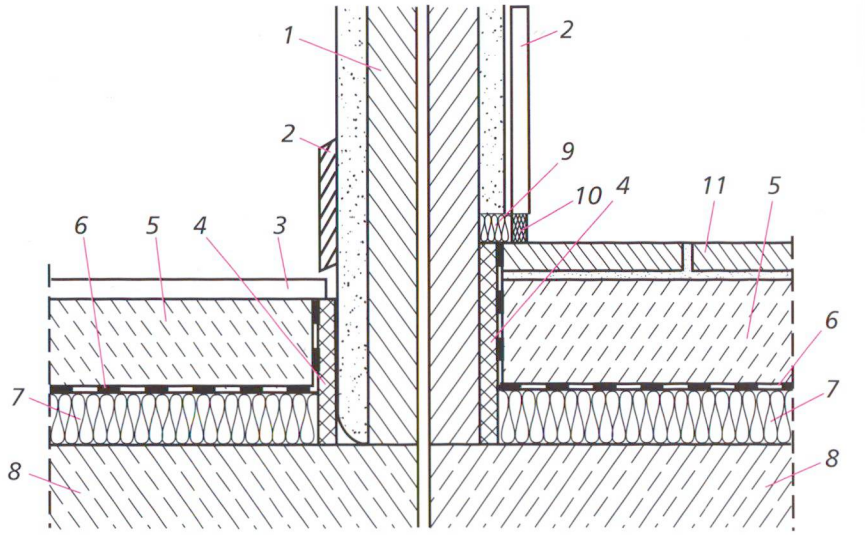


Fig. 6: Effet des ponts acoustiques sur l'atténuation du bruit de chocs (selon 3, 14]).



1 Maçonnerie ou béton crépi
2 Plinthe avec raccord dur, sous carrelage ou dallage dans couche mince ou épaisse
3 Revêtement de sol mou
4 Bande de bordure isolante
5 Chape
6 Etanchéité
7 Couche d'isolation contre le bruit de chocs
8 Dalle massive
9 Bande isolante servant de joint de séparation
10 Masse de jointoyage élastique
11 Carrelage ou dallage

Fig. 7 Constructions possibles du raccord au mur (selon [3, 15]).

- assemblages entre chapes et murs contigus (bande de bordure insuffisante)
- assemblages entre revêtements (p. ex. dallage) et murs contigus
- assemblages entre chapes et dalles brutes, par exemple aux tubes de chauffage.

L'influence des ponts acoustiques sur l'atténuation des bruits de chocs est représentée de façon éloquente à la *figure 6*. Et la *figure 7* présente deux bonnes solutions pour des raccords de murs sans ponts acoustiques.

Problème du vrombissement [3]
Des effets de vrombissement apparaissent au sein du secteur d'habitation à des fréquences de < 100 Hz. Des mesures efficaces pour y remédier sont par exemple

- revêtements très mous (effet de ressort à l'introduction des forces)
- augmentation de la masse de la chape (niveau du son solidien réduit de 5–6 dB lorsque l'épaisseur de la dalle est doublée).

Mots-clés
Acoustique, bruit de chocs, chapes, ciment Sorel, isolation acoustique, joints, magnésie, mortier, ponts thermiques, protection contre le bruit, son aérien, son solidien.

Kurt Hermann, TFB

BIBLIOGRAPHIE

En dehors des indications données par les orateurs du séminaire du TFB, les publications suivantes ont été utilisées:

[5] Norme SIA 251: «Chapes flottantes» (1988).

[6] Recommandation SIA V 251/1: «Chapes flottantes – terminologie, étude du projet, matériaux, exécution» (1998).

[7] Norme SN 670130: «Sables, graviers, gravillons et pierres concassées pour revêtements» (1998).

[8] Norme SIA 215.002: «Ciment – composition, spécifications et critères de conformité – Partie 1: Ciments courants» (1993).

[9] **Hermann, K.**, «Ciments: de nouvelles normes et sortes», Bulletin du ciment **62** [6/7], 3–11 (1994).

[10] Norme SIA 181 «Protection contre le bruit dans le bâtiment» (1988).

[11] **Martinelli, R., Menti, K., Meier, R.**, et **Stupp, G.**, «Element 30: Schallschutz im Hochbau», Industrie suisse de la terre cuite (1992).

12] Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (Loi sur la protection de l'environnement, LPE).

[13] Ordonnance du 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit (OPB) (état: 15 juillet 1997).

[14] **Gösele, K.**, et **Schüle, W.**, «Schall, Wärme, Feuchte», Bauverlag GmbH, Wiesbaden/Berlin (1983).

[15] DIN 4109: «Schallschutz im Hochbau».

[16] **Liniger, R.**, «Magnesitgebundene Bodenbeläge» dans Documentation SIA D 032 («Böden und Bodenbeläge»), pages 79–88 (1988).