Zeitschrift: Bulletin du ciment

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

Band: 58-59 (1990-1991)

Heft: 6

Artikel: Le projet de mélange pour chapes à base de ciment

Autor: Meyer, Bruno

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146235

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: 15.07.2025

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

BULLETIN DU CIMENT

JUIN 1990 58e ANNEE NUMERO 6

Le projet de mélange pour chapes à base de ciment

Valeurs caractéristiques obligatoires des matériaux. Calcul du volume des composants. Exemples et directives.

Lorsque dans des soumissions il est exigé qu'après compactage le mortier d'une chape contienne par exemple 300 kg/m^3 de ciment, il n'est pas indiqué comment s'obtient le mélange nécessaire. Une formule doit d'abord être établie, qui permette d'atteindre ce but. Mais pour l'entrepreneur, il s'agit de beaucoup plus que du seul dosage en ciment. La maniabilité et le comportement au séchage sont pour lui tout aussi importants. Il doit en outre tenir compte de la résistance mécanique minimale à atteindre.

Le *mélange du mortier* se compose de sable, de ciment et d'eau, et éventuellement d'additifs. Il reste à en chercher le rapport volumétrique. Les différents composants peuvent être dosés soit en poids (par pesage), soit en volume (p. ex. par dosage en caissette ou en pelles). On sait que le rapport est établi par le biais de l'équation du volume des composants. Mais pour pouvoir en user pour le calcul, il faut d'abord connaître les valeurs caractéristiques correspondantes des matériaux.

La *masse volumique apparente* du mortier compacté fraîchement mis en place est déterminante pour la qualité du mortier. Cette valeur n'est à vrai dire pas prescrite, mais les qualités requises selon la

norme SIA 251 [1] sont basées sur le fait que pour la catégorie de sollicitation 2 on devrait obtenir avec un mortier 0/4 mm (dosage en ciment 350 kg/m^3) une masse volumique apparente de 2000 kg/m^3 [2]. Dans ce cas, on pourra également satisfaire aux exigences s'y rapportant quant à la résistance mécanique. Il est toutefois possible de choisir d'autres dosages en fonction de la résistance mécanique, dans la mesure où l'on fait la preuve des résultats au moyen d'essais préalables (voir [1], art. 4 14 2).

Valeurs caractéristiques obligatoires des matériaux

La *masse volumique* est le quotient résultant de la masse divisée par le volume. La masse est dans ce cas compacte, c'est-à-dire sans aucun vide. Pour un corps poreux, on utilise la masse volumique apparente. Il s'agit de la masse divisée par le volume sollicité y compris les vides. La masse volumique apparente est donc plus petite que la masse volumique s'y rapportant. La masse volumique apparente qui se calcule pour les matériaux poreux est le quotient de la masse et du volume qu'occupent les grains et leurs pores ainsi que les vides entre grains. La masse volumique de chacun des grains est désignée par densité apparente, car ces grains sont légèrement poreux.

La densité apparente du sable est de 2,6 à 2,7 kg/dm^3. C'est-à-dire que si l'on pouvait remplir de sable un cube de 1 dm de côté de telle façon qu'il n'y ait pas de vides entre les grains, sa masse serait de 2,6 à 2,7 kg. Mais en pratique, les grains ne peuvent qu'être déversés en vrac et légèrement compactés. La masse volumique apparente du sable sec est de 1,6 kg/dm^3 environ. L'humidité et la composition granulométrique exercent une influence importante sur la masse volumique apparente (voir fig. 1). Dès que le sable sec est un peu humidifié, il augmente de volume, ce qui se traduit par une diminution de sa masse volumique apparente. Si l'on ajoute encore plus d'eau à du sable mouillé, sa masse volumique apparente augmente de nouveau. La masse volumique apparente du sable mouillé va ainsi varier entre 1,25 et 1,50 kg/dm^3.

Le pourcentage de fines n'étant pas le même pour tous les sables, il n'est pas possible de donner des valeurs numériques d'application générale. Quatre exemples sont donnés dans la fig. 1. La courbe A est celle d'un sable de carrière, la courbe B celle d'un sable concassé, et la courbe C celle d'un mélange des deux. Les masses volumiques apparentes du sable concassé sont un peu plus basses que celles du sable de carrière. La courbe D est celle d'un sable à

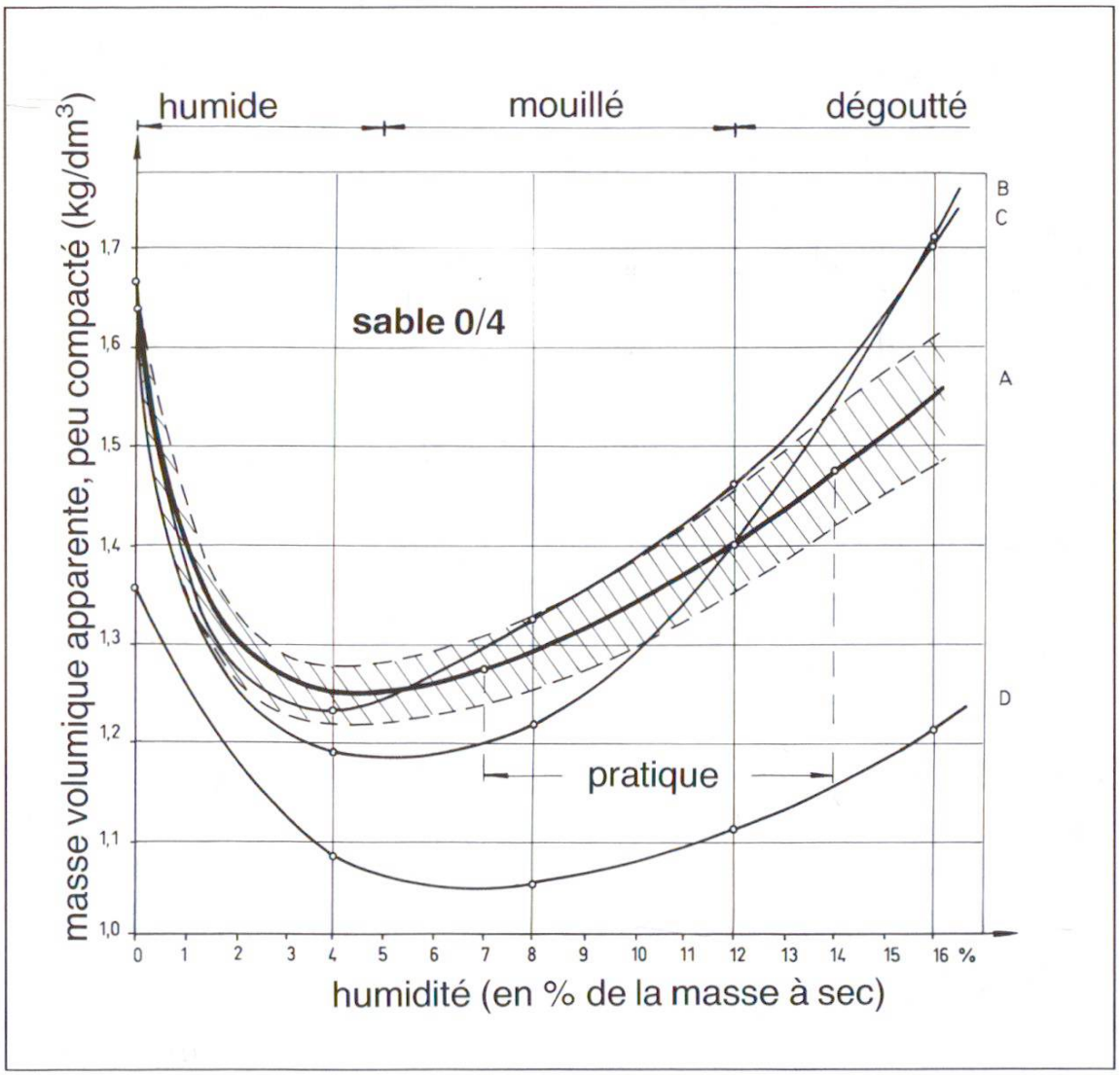

Fig. 1 Influence de l'humidité et du pourcentage de fines sur la masse volumique apparente du sable. Chaque sable a une courbe qui lui est propre, avec la dispersion qui s'y rapporte (voir sable A). Le sable D a un pourcentage de fines beaucoup plus élevé.

fort pourcentage de fines. Sa masse volumique apparente est nettement plus basse que celle des sables plus usuels.

Pour les chapes, on conseille également du sable avec diamètre maximal des grains de 8 mm. On utilise à cet effet les composants 0/4 et 4/8 mm, et on augmente ainsi la masse volumique apparente. La fig. 2 donne un exemple avec un rapport volumétrique de 70:30%. Le sable utilisé est le même que celui de la courbe A de la fig. 1. Les masses volumiques apparentes du sable 0/8 mm sont dans ce cas de quelque 0,1–0,2 kg/dm^3 supérieures à celles du sable 0/4 s'y rapportant.

La masse volumique du *ciment* est d'environ 3,15 kg/dm^3. Cette valeur s'applique au ciment Portland et varie très peu. Pour d'autres sortes de ciment, elle varie entre 2,9 et 3,2 kg/dm^3. La masse volumique apparente moyenne du CP est de 1,2 kg/dm^3 à peu près. Elle varie fortement et, selon le déversement, le compactage, la

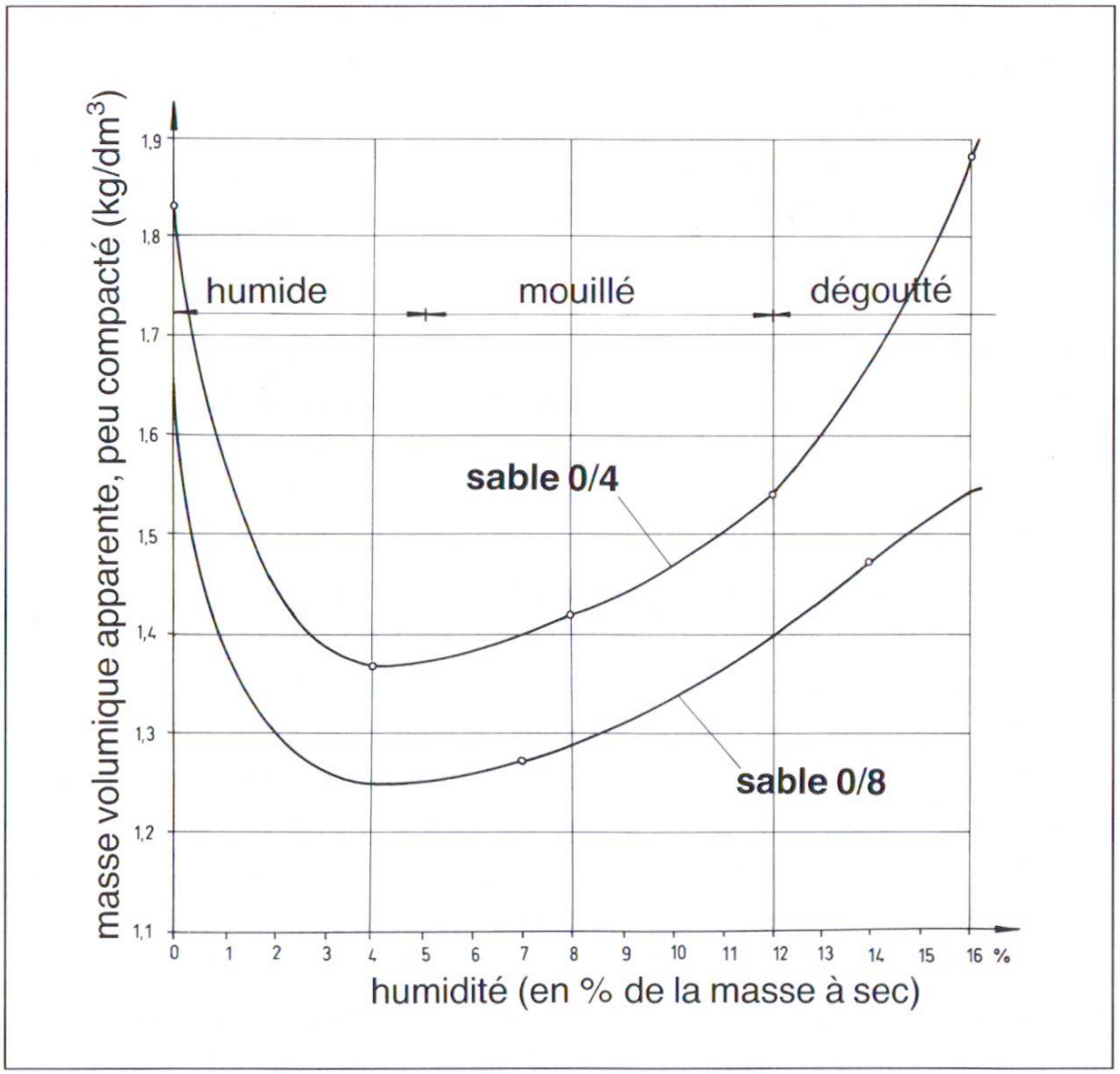

Fig. 2 Influence du diamètre maximal des grains et de l'humidité sur la masse volumique apparente. Courbe inférieure: sable A de la fig. 1. Courbe supérieure: mélange composé de 70% de sable A (0/4 mm) et de 30% de gravillon (4/8 mm).

finesse de mouture et l'entreposage, se situe entre 0,9 et 1,4/dm^3 environ. L'encombrement d'un sac de CP de 50 kg est de 35–55 litres.

La masse volumique de *l'eau* est de 1 kg/dm^3. Il faut prendre en considération le fait que l'eau de gâchage se calcule en tant que somme de l'humidité propre et de l'eau ajoutée.

Les *additifs* se séparent en ajouts et en adjuvants. Pour le calcul, les ajouts sont à assimiler à des pourcentages de fines. L'indication de leur masse volumique s'obtient chez le fournisseur. Quant aux adjuvants, ils sont ajoutés en si petites quantités qu'il n'est pas nécessaire d'en tenir compte dans le calcul du volume des composants (à l'exception des entraîneurs d'air, qui ne sont toutefois guère utilisés pour les chapes). Leur dosage est fonction du liant et doit se faire conformément à ce que prescrit le fabricant.

5 Le calcul du volume des composants

Le calcul du volume des composants permet de déterminer les pourcentages volumétriques des différents composants tels que ceux dont doit témoigner le mortier de la chape en place. Ce calcul se fonde sur *l'équation du volume des composants*, qui ressort de la technologie du béton. Cette équation est la suivante:

$$\frac{\text{ciment}}{\text{masse vol. CP}} + \frac{\text{eau}}{\text{masse vol. E}} + \frac{\text{sable}}{\text{masse vol. S}} + \frac{\text{additifs}}{\text{masse vol. A}} + \frac{\text{air}}{\text{masse vol. A}} = 1$$

Dans le numérateur, il est indiqué combien de masse de chacun des composants doit être contenue dans le mortier fini, p. ex. 350 kg CP par m^3 ou par 1000 l de mortier. Dans le dénominateur, on trouve la masse volumique s'y rapportant. L'air ayant une masse insignifiante, il peut s'utiliser directement sous forme de pourcentage volumétrique.
Dans cette équation, les différentes grandeurs sont soit données, soit supposées, soit cherchées. Quelques degrés de liberté existent en l'occurrence, mais il ne faut pas surdoser le mélange. Il est préférable d'effectuer le calcul sous forme de tableau. Trois exemples sont donnés ci-après.

Exemple 1	Donné:	Dosage en ciment	350 kg/m^3
		Masse volumique CP	3,15 kg/dm^3
		Masse volumique eau	1,0 kg /dm^3
		Masse volumique sable	2,68 kg/dm^3
		Additifs	aucun
	Supposé:	eau (e/c=0,60)	*210 l/m^3*
		air	*170 l/m^3*
	Cherché:	eau ajoutée, sable 0/4 mm (humide), masse volumique apparente (mortier frais, compacté)	

La quantité nécessaire d'eau de gâchage dépend de la consistance du mortier voulue. Les mortiers frais pour chapes ont une consistance de terre humide. Leur rapport volumétrique d'eau et ciment – exprimé sous forme de facteur e/c – est de 0,60 environ. Dans l'exemple 1, il est supposé de 210 : 35 = 0,60.

Le volume des pores d'un mortier frais est de 10–25 %, selon le compactage et le séchage. La résistance mécanique diminue proportionnellement. Dans l'exemple 1, on a supposé un compactage

Tableau 1 Calcul du volume des composants pour l'exemple 1

Composants du mortier	Masse vol. kg/l	1 m³ mortier frais, compacté masse kg	volume l
Dosage en ciment	3,15	350	111
Eau de gâchage	1,00	*210*	*210*
Air	–	–	*170*
Additifs	–	–	–
Sable (sec)	2,68	**1 364**	**509**
Mortier frais, compacté	**1,92**	**1 924**	1 000

moyen et un volume des pores de 17%, c'est-à-dire 170 l d'air par m^3 de mortier (voir tableau 1).

On effectue alors le calcul de façon à compléter le volume jusqu'à 1. On obtient ainsi le volume nécessaire de sable (509 l), dont la masse volumique permet de calculer la masse (1364 kg/m^3). On additionne alors les masses des différents composants (1924 kg), et on obtient la masse volumique apparente du mortier (1,92 kg/dm^3). Cette masse volumique se situe dans une gamme usuelle pour les chapes. Selon les qualités requises (p. ex. catégorie de sollicitation), la masse volumique apparente varie entre 1,85 et 2,10 kg/dm^3.
Il reste maintenant à calculer le volume apparent et l'eau ajoutée. Si le sable a par exemple une humidité de 8% de sa masse à sec, sa masse volumique apparente est d'env. 1,30 kg/dm^3 (fig. 1). Il faut alors une masse de 1364 × 1,08 = 1473 kg ou un volume apparent de 1133 litres. L'humidité de 8% signifie que dans cet exemple il y a déjà dans le sable 0,08 × 1364 kg d'eau, soit 109 l. Il faut donc encore 210–109 = 101 l d'eau ajoutée par m^3.

Aussitôt qu'une chape est compactée plus fortement, sa masse volumique apparente augmente, et le rapport volumétrique se modifie. Le volume des pores diminue, et la quantité de sable nécessaire augmente.

Exemple 2 Donné: mêmes grandeurs que dans l'exemple 1

Supposé: eau (e/c=0,60) *210 l/m^3*
air *110 l/m^3*

Cherché: eau ajoutée, sable 0/4 mm (humide), masse volumique apparente (mortier frais, compacté)

Tableau 2 Calcul du volume des composants pour l'exemple 2

Composants du mortier	Masse vol. kg/l	1 m³ mortier frais, compacté masse kg	volume l
Dosage en ciment	3,15	350	111
Eau de gâchage	1,00	*210*	*210*
Air	–	–	*110*
Sable (sec)	2,68	**1 525**	**569**
Mortier frais, compacté	**2,08**	**2 085**	1 000

Si le dosage en ciment et en eau est inchangé, le volume des pores ne doit en revanche plus être de 17%, mais de 11% seulement, c'est-à-dire de 100 l par m^3 (voir tableau 2). La résistance mécanique et la masse volumique apparente vont augmenter proportionnellement. Les opérations sont les mêmes que dans le tableau 1. Il faut 1525 kg de sable (sec) pour obtenir une masse volumique apparente de 2,08 kg/dm^3.

Si le sable a de nouveau une humidité de 8%, il faut alors 1647 kg ou 1267 l de sable (humide) et 88 l d'eau ajoutée. Selon l'exemple 2, il faut donc pour un même taux d'humidité du sable un peu moins d'eau ajoutée que selon l'exemple 1, mais 12% de sable en plus.

Avec un sable plus grossier, on peut réduire le dosage en ciment (voir norme SIA 251). C'est pourquoi il faut en calculer les incidences au moyen d'un exemple.

Exemple 3	Donné:	ciment	300 kg/m^3
		masse volumique CP	3,15 kg/dm^3
		masse volumique eau	1,0 kg/dm^3
		masse volumique sable	2,68 kg/dm^3
		additifs	aucun
	Supposé:	eau (e/c=0,64)	*192 l/m^3*
		air	*170 l/m^3*
	Cherché:	eau ajoutée, sable 0/8 mm (humide), masse volumique apparente (mortier frais, compacté)	

En raison de la consistance, le facteur e/c est supposé un peu plus élevé. Mais il est tenu compte du fait que la quantité d'eau absolue est plus faible que dans les exemples 1 et 2. Les opérations à

Tableau 3 Calcul du volume des composants pour l'exemple 3

Composants du mortier			Masse vol. kg/l	1 m³ mortier frais, compacté masse kg	volume l
Dosage en ciment			3,15	300	95
Eau de gâchage			1,00	*192*	*192*
Air			–	–	*170*
Sable (sec)	0/4	70 %	2,68	**1 019**	**543**
	4/8	30 %	2,68	**436**	
Mortier frais, compacté			**1,95**	**1 947**	1 000

effectuer figurent dans le tableau 3. Il faut 1455 kg de sable (sec) pour obtenir une masse volumique apparente de 1,95 kg/dm³.

Si l'on dispose de sable en composants de 0/4 et 4/8 mm, on le mélangera dans le rapport de 70:30%. Il faut ainsi 1019 kg de sable 0/4 et 436 kg de sable 4/8 (sec). Avec également une humidité de 8% du sable 0/4, il faut une masse de 1100 kg ou un volume apparent de 845 l. Le composant 4/8 n'a que peu d'humidité, car il n'y a pas de pourcentages de fines. Avec une humidité de 2%, il faut 445 kg ou 275 l environ. Quantité d'eau se trouvant dans le granulat: $0{,}08 \times 1019 + 0{,}02 \times 436 = 82 + 9 = 91$ l. L'eau ajoutée est dans ce cas encore de $192 - 91 = 101$ l par m³.

Si l'on connaît la densité apparente du sable 0/8 mm (voir fig. 2), on peut alors calculer directement la quantité de sable nécessaire. Avec 6% d'humidité, il faut 1542 kg ou 1120 l de sable (humide) et 105 l d'eau ajoutée.

Questions

Question 1: Combien peut-on fabriquer de mortier pour une chape de catégorie 1 de 60 mm d'épaisseur avec 100 sacs de CP de 50 kg? – Le sable utilisé pour le mortier est de 0/4. Le dosage minimal en CP prescrit est de 350 kg par m³. La quantité de ciment de 100×50 kg suffit pour $5000:350 = 14{,}3$ m³ ou 238 m² de 60 mm. Des écarts signifieraient qu'il y a eu surdosage ou sous-dosage.

Question 2: Combien de sable faut-il pour fabriquer 10 m³ de mortier (chape en place, compactée)? – Une ancienne règle de construction dit que pour 10 litres de mortier il faut environ 12 litres de sable humide. Sur la base de cette règle empirique, la réponse est: 12 m³ de sable. Les 3 exemples donnés plus haut confirment cette règle,

 mais avec des écarts allant jusqu'à 10%. C'est pourquoi, pour des travaux de grande envergure, des calculs plus précis sont nécessaires. Ils dépendent principalement du compactage du mortier et du taux d'humidité du sable. Il faut calculer le volume des composants, puis vérifier et adapter les formules sur la base d'échantillons de rendement.

Question 3: Il est prévu une étape journalière de 100 m^2 de chape à base de ciment, de 65 mm d'épaisseur, charge utile 4 kN/m^2. L'entreprise qui exécute les chapes choisit un mortier avec diamètre maximal des grains de 8 mm. Le dosage en ciment requis est de 350 kg/m^3. Le mortier est fabriqué dans une centrale à béton. Comment doit-on passer commande? La quantité à commander est de 6,5 m^3. En dehors du lieu, de l'heure, de l'accès, de l'usage prévu et du dosage en ciment, il faut indiquer: consistance de terre humide, diamètre maximal des grains 0/8 mm. – C'est l'entrepreneur qui est responsable du dosage en ciment. La centrale à béton dose généralement les mélanges de mortier et béton pour un compactage complet (2,35–2,45 kg/dm^3), parce que l'usage prévu n'est pas connu de prime abord. Si un mélange de ce genre n'est pas compacté complètement, ce qui est le cas pour les chapes, il se produit un sous-dosage. C'est pourquoi, lors de la commande, il faut soit augmenter le dosage en ciment nominal ou clairement spécifier qu'il s'agit d'un mortier pour chapes, afin que la centrale à béton adapte sa formule en conséquence.

Directives pratiques

Les mortiers pour chapes sont fréquemment *préparés sur le chantier* et mis en place avec une pompe mélangeuse. Le dosage est alors volumétrique, c'est-à-dire d'une précision bien inférieure à celle obtenue dans les exemples de calcul. Les calculs indiquent toutefois très clairement les tendances. Selon la norme SIA 251, le dosage en ciment minimal est de 300 kg/m^3, une valeur qui n'était pas toujours exigée précédemment. Pour le sable, il faut trouver les courbes granulométriques, car pour le choix de sa composition les courbes granulométriques données par la norme SIA 251 pour la catégorie en question doivent être observées.

Si l'on utilise le mortier d'une *centrale à béton*, on bénéficie d'un mélange plus précis et l'on peut également profiter des plus récents acquis de la technologie du béton. Mais il ne faut pas confondre le mortier pour chapes avec le mortier que les maçons utilisent pour le revêtement d'escaliers, sols de cave, vestibules, etc. Pour les quan-

tités, il ne faut commander que ce qui peut être mis en œuvre en temps utile. (Il n'est pas possible de retarder de façon satisfaisante la prise d'un mortier à consistance de terre humide.) Les centrales à béton doivent toujours laver le malaxeur lorsqu'elles changent de formule. C'est pourquoi le mortier doit être commandé assez tôt, particulièrement auprès des centrales ne disposant que d'un seul malaxeur.

L'entrepreneur doit s'assurer de la bienfacture de son travail en faisant son propre *contrôle de qualité*. Il se procurera à cet effet un tableau synoptique sur la résistance mécanique et le dosage en ciment possibles en fonction du compactage et de la qualité du sable. Il contribuera ainsi à la qualité de la construction en général, car les sols sont des éléments visibles et peuvent très vite donner lieu à des réclamations.

Il est conseillé d'utiliser du sable à gros grains (0/8 au lieu de 0/4 mm). On peut le faire sans difficulté pour les épaisseurs requises de 55 mm et plus, et cela permet d'améliorer la maniabilité et de réduire la quantité d'eau nécessaire. Il est ainsi possible d'obtenir des masses volumiques apparentes et des résistances mécaniques plus élevées sans dépenses supplémentaires. Pour des raisons écologiques, les gravières ont également intérêt à exploiter les composants 4/8 mm.

Bruno Meyer

Bibliographie

[1] Norme SIA 251 (1988): «Chapes flottantes». Zurich: Société suisse des ingénieurs et des architectes

[2] *Balzan, P., Girard, L.* (1990): Comment réussir vos chapes flottantes. Ecublens: Edition à compte d'auteur

TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
Case postale Téléphone 064 53 17 71
Lindenstrasse 10 5103 Wildegg Téléfax 064 53 16 27