



**RADTKE**  
MESSTECHNIK

20  
JAHRE



SWISS MADE

# Manuel Appareils CCM

## Détermination de la teneur en eau avec la méthode du carbure de calcium



Détermination de l'humidité  
*Rapide. Facile. Fiable.*  
[www.radtke-messtechnik.com](http://www.radtke-messtechnik.com)

Vous trouverez ci-dessous une série de codes QR qui vous donnent un accès mobile à nos vidéos de formation.

La liste donnée ici est continuellement mise à jour et est de ce fait toujours sujette à des modifications. C'est pourquoi nous n'assumons aucune responsabilité quant au caractère complet de cette liste.



- D** **VOR-ORT-KALIBRIERUNG** (siehe Seite 30 dieser Anleitung)
- E** **ON-SITE-CALIBRATION** (see page 30 of this manual)
- F** **ÉTALONNAGE SUR PLACE** (voir page 30 de ce manuel)
- I** **CALIBRAZIONE SUL LUOGO** (veda pagina 30 del ´ manuale)

Avant d'effectuer des mesures avec l'appareil CCM, veuillez lire avec attention ces instructions. Si vous respectez exactement les consignes, l'utilisation des appareils CCM ne présente aucun risque d'accident. Par conséquent, veuillez respecter les consignes suivantes :

Das L'appareil CCM doit uniquement être utilisé conformément aux instructions d'utilisation.



La pression dans le flacon à pression CCM est générée par la formation d'acétylène. Un mélange air-acétylène présentant un risque d'explosion se forme rapidement. Si, pendant une mesure, ce mélange gazeux venait à être allumé suite à la formation d'étincelles, ceci endommagerait totalement le manomètre et entraînerait la perte des résultats de mesure.

Le gaz qui s'échappe est inflammable :

- N'ouvrez pas le flacon à pression CCM dans des locaux fermés.
- Ne fumez pas et ne travaillez pas à proximité d'une flamme nue ou d'installations électriques.**
- Éteuffez un incendie avec du sable ou une couverture, n'utilisez pas de l'eau pour l'éteindre !



Après une mesure, ouvrez le flacon à pression CCM écarté du visage et laissez le gaz s'échapper lentement (vous aurez ainsi moins de problèmes avec le manomètre car son système mécanique est ainsi soumis à une contrainte moindre).

En principe, vous ne devriez pas utiliser d'échantillons avec plus de 1,5 g d'eau. L'acétylène peut lui-même se décomposer à partir d'une pression de 1,5 bar (ce qui correspond à 1,5 g d'eau). Lors de ce processus de décomposition rapide, le manomètre peut être endommagé.

Effectuez des mesures sur l'appareil CCM uniquement avec les matériaux prévus à cet effet. Si vous souhaitez effectuer des mesures avec d'autres matériaux, nous vous demandons de nous faire parvenir un échantillon avec une description pour que nous puissions vous conseiller. Nous vous apporterons volontiers notre soutien.

#### MESURES DE PREMIERS SECOUR



**Contact avec la peau:** Bien brosser puis rincer abondamment à l'eau.

**Contact avec les yeux:** Rincer abondamment les yeux à l'eau.

**En cas de brûlures:** Elles se produisent en général seulement lorsque le carbure de calcium qui adhère n'est pas éliminé. Dans tous les cas, il faut consulter un médecin et lui présenter l'étiquette de votre carton de carbure de calcium.

© Dr. Radtke CPM Chemisch-Physikalische Messtechnik AG  
Lättichstrasse 4A, CH-6340 Baar  
Téléphone +41 41 710 00 32, télécopie +41 41 710 13 32  
info@cpm-radtke.com, www.radtke-messtechnik.com

Une reproduction, même par extraits, n'est possible qu'avec l'accord de l'éditeur.

Version : 1.83 Impression 03/2015

## AVANT-PROPOS

Nos appareils CCM sont des appareils de mesure de l'humidité optimaux et permettent de déterminer rapidement l'humidité de matériaux qui ne réagissent pas avec le carbure de calcium ni avec ses produits de réaction.



Comme pour toutes les méthodes de mesure qui reposent sur une réaction chimique, une attention particulière est exigée ici. Veuillez étudier les présentes instructions d'utilisation avant de procéder à la mise en service et surtout respecter les consignes de sécurité. ie

**Les personnes qui ne sont pas familières avec le contenu des instructions d'utilisation ne doivent pas utiliser l'appareil de mesure.**

## GARANTIE

Dr. Radtke CPM Chemisch-Physikalische Messtechnik AG vous offre une garantie sur les pièces défectueuses et sur les produits finis défectueux, hors consommables. La durée de la garantie est d'un an à compter de la date d'achat.

### **Important!**

Veuillez conserver soigneusement les présentes instructions d'utilisation.

Vous pouvez commander des pièces de rechange auprès de votre détaillant ou directement sur notre site internet. Vous trouverez également sur notre site internet la version actuelle des instructions ainsi que des informations complémentaires sur l'interprétation des résultats de mesure. Ces informations sont également régulièrement mises à jour par nos soins.

## UTILISATION DES INSTRUCTIONS D'UTILISATION

Les informations contenues dans les présentes instructions d'utilisation contiennent des indications sur les composants et sur leurs propriétés. Les instructions d'utilisation contiennent en outre des informations de base sur la méthode de mesure avec le carbure et la méthode de dosage de l'humidité par étuvage. Elles contiennent également une comparaison entre ces deux méthodes ainsi que des informations relatives à des procédures de mesure particulières qui découlent de différentes problématiques de mesure.

Il convient d'accorder une attention particulière **au texte en gras**.

L'utilisation et l'application appropriées conformément aux présentes instructions d'utilisation ont force obligatoire pour la responsabilité du fait du produit et la garantie du produit. Certaines tentatives de réparation propres annulent les droits à garantie.

<b>QR- CODES POUR NOS VIDÉOS D'ÉDUCTIONS</b>	<b>2</b>
<b>CONSIGNES DE SÉCURITÉ</b>	<b>3</b>
<b>AVANT-PROPOS / GARANTIE</b>	<b>4</b>
<b>OPTIONS D'ÉQUIPEMENT DES APPAREILS CCM</b>	<b>6</b>
<b>COMPOSANTS VERSIONS DE</b>	
<b>KIT CCM ECO</b>	<b>11</b>
<b>L'APPAREIL CCM DANS LE COFFRET ALUMINIUM</b>	<b>13</b>
<b>L'APPAREIL CCM DANS LE COFFRET EN MÉTAL</b>	<b>15</b>
<b>DESCRIPTION DES COMPOSANTS</b>	<b>16</b>
<b>PRINCIPES DE BASE DE LA MÉTHODE AU CARBURE</b>	<b>22</b>
<b>PRINCIPES DE BASE RELATIVES À L'ETUVE DE SECHAGE</b>	<b>25</b>
<b>COMPARAISON ENTRE LA MÉTHODE PAR ÉTUVAGE ET LA MÉTHODE AU CARBURE DE CALCIUM (CM)</b>	<b>27</b>
<b>CONTRÔLE DE L'APPAREIL SUR SITE</b>	<b>30</b>
<b>PROCÉDURE DE MESURE GÉNÉRALE</b>	<b>31</b>
<b>«PROCÉDURES DE MESURE « PARTICULIÈRES »</b>	<b>33</b>
<b>PROCÉDURE DE MESURE SELON DIN 18560-4:2011-03</b>	<b>34</b>
<b>PROCÉDURE DE MESURE SELON SIA 253:2002</b>	<b>36</b>
<b>RÉPARTITIONS DE L'HUMIDITÉ DANS LA CHAPE</b>	<b>38</b>
<b>PRÉLÈVEMENT ET PRÉPARATION D'ÉCHANTILLON</b>	<b>40</b>
<b>CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES</b>	<b>42</b>
<b>PROCÈS-VERBAL DE MESURE CM</b>	<b>46</b>
<b>REMARQUE FINALE</b>	<b>47</b>



<b>Flacons à pression étalonnés</b>	<b>Flacon à pression standard (max. 10 M-% pour échantillon de 20 g)</b>	
	<b>Long flacon à pression (jusqu'à 20 M-% pour échantillon de 20 g)</b>	
	<b>Petit flacon à pression (jusqu'à 5 M-% pour échantillon de 20 g)</b>	
	<b>Thermomètre de surface pour la surveillance de la température du flacon ; plage de mesure : 7 à 33 °C.</b>	
<b>Mesure de pression</b>	<b>Montage de manomètre amorti selon EN 837-2 pour toutes les versions à l'exception du kit CCM ECO et Eco dig</b>	
	<b>Manomètre Business (max : 3 bar) avec enregistrement de la valeur de mesure : pression et durée de mesure ; cl. 0.1.</b>	
	<b>Manomètre CLASSIC (max 2,5 bar) Tube-ressort amorti en bronze haute qualité ; cl.1.0.</b>	
	<b>Manomètre ECO (max 1,6 bar) avec visserie standard sur le couvercle ; cl.1.6.</b>	
	<b>Pesée d'échantillons</b>	<b>Balance digitale de précision pour échantillons avec poids d'étalonnage de 100 g pour étalonnage chez le client.</b>
<b>Balance mécanique très robuste pour échantillons avec poids d'étalonnage de 50 g.</b>		

<b>Coffret</b>	Coffret noir, léger, aspect alu.	
	Coffret bleu robuste en métal.	
<b>Prélèvement de produit sous examen</b>	Classique avec marteau et burin	
	<b>En option : PLUS DE FACILITÉ</b> avec le burin à accumulateur et autres accessoires	
	<b>En option : PLUS DE FACILITÉ</b> avec le <b>burin électrique</b> pour des interventions longues	
<b>Broyage de produits sous examen / homogénéisation de produits sous examen</b>	Classic avec la <b>coupelle de broyage</b>	
	<b>En option : plus de sécurité</b> avec le <b>sac de produits pour examen – idéal pour l'homogénéisation</b>	
<b>Ampoules de carbure</b>	Un jeu de <b>25 ampoules</b> offre une grande autonomie de mesure. <b>Convient pour déterminer la maturité d'un revêtement. Assurance qualité interne</b>	
<b>Contrôle de l'appareil sur site</b>	Avec les <b>ampoules de calibrage</b> , vous confirmez en toute simplicité le mode de fonctionnement de chaque appareil CCM.	<b>3x</b> 

**Saisie des temps de mesure**

**Minuterie / chronomètre** pour déterminer la durée de réaction ; pour la version CLASSIC ; indispensable pour déterminer la maturité d'un revêtement.



**Avec le manomètre Business**, la saisie du temps de mesure commence automatiquement avec le début de la réaction chimique.

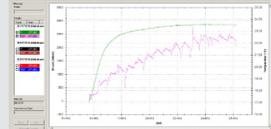


**Journalisation des valeurs de mesure**

**En option:** imprimante de rapports avec en-tête de procès-verbal et logo personnalisés.



**En option:** la saisie de valeurs de mesure via PC Windows nécessite le manomètre Business.



Journalisation **standard** à la main : modèle de procès-verbal en ligne et dans les présentes instructions.

Prüfergebnis CM-Messung	
Einwaage	g
Manometeranzeige	bar
Max. Diaperwert dampenspannung	
Wassergehalt	%
Temperatur CM-Gerät vorher resp. nachher	°C
Bodentemperatur	°C
Lufttemperatur	°C
Luftfeuchtigkeit	%F

**Teneur en eau d'équilibre**

**Kit mise à niveau humidité d'équilibre :** accessoire breveté CCM Hygro Combi pour la détermination de la teneur en eau d'équilibre (% hr)



**Moniteur CPM 18/30 pour localisation de conduites non destructive**

**En option: localisation de conduites** rapide pour chauffage récemment mis en marche pour 3 plages de température. Avec thermomètre de sol



**Indicateur d'humidité capacitif**

**En option:** localisation non destructive de nids d'humidité dans des zones proches de la surface.



**CCM Set ECO****N° d'art. 110060**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g  | 9 | Kit de petit matériel avec joints et ampoules de calibrage   |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage courte  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | L | Barre de balance pour balance de précision à ressort   |
| 5 | Balance mécanique pour échantillons jusqu'à 100 g                             | M | Manomètre ECO jusqu'à 1,6 bar avec couvercle   |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  | N | Coffret en plastique double paroi avec insert  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |

Poids total: 7.13 kg

**CCM Set ECO dig****N° d'art. 110061**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g  | 9 | Kit de petit matériel digitale avec joints et ampoules de calibrage  |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage courte  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | M | Manomètre ECO jusqu'à 1,6 bar avec couvercle   |
| 5 | Balance digitale pour échantillons jusqu'à 200 g *                            | N | Coffret en plastique double paroi avec insert  |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  |   |  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |

Poids total: 7.17 kg

\* Le modèle peut différer de la présentation.

**CCM Set ECO dig dig****N° d'art. 110062**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g  | 9 | Kit petit matériel Business avec joints, piles et ampoules de calibrage  |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage courte  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | M | Manomètre Business jusqu'à 3,0 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2  |
| 5 | Balance digitale pour échantillons jusqu'à 200 g *                            | N | Coffret en plastique double paroi avec insert  |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  |   |  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |

Poids total: 7.23kg

\* Le modèle peut différer de la présentation.

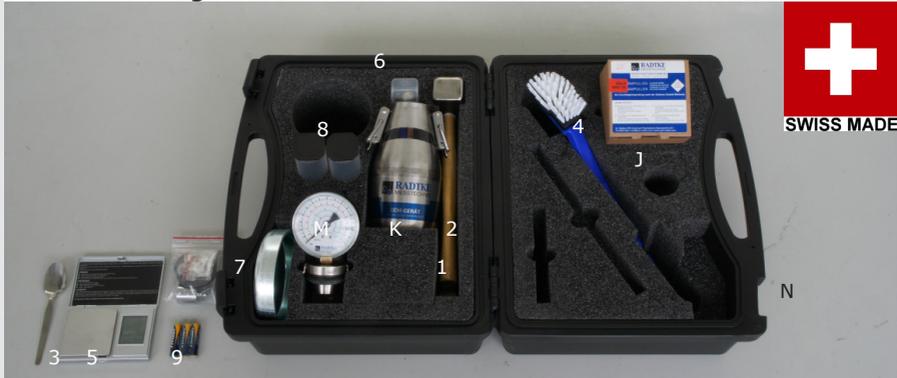
**CCM Set ECO**

**N° d'art. 110060**



**CCM Set ECO dig**

**N° d'art. 110061**



**CCM Set ECO dig dig**

**N° d'art. 110062**



### Appareil CCM Alu CLASSIC N° d'art. 110004

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g et marteau de serrurier  | 9 | Kit de petit matériel avec joints et ampoules de calibrage   |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage courte  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | L | Barre de balance pour balance de précision à ressort   |
| 5 | Balance mécanique pour échantillons jusqu'à 100 g                             | M | Manomètre CLASSIC jusqu'à 2,5 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2   |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  | N | Coffret aspect alu   |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) | O | Chronomètre / minuterie (non représentés)  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |
- Poids total: 8.18 kg

### Appareil CCM Alu CLASSIC dig N° d'art. 110005

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g et marteau de serrurier  | 9 | Set petit matériel dig. avec joints, piles et ampoules de calibrage  |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage courte  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | M | Manomètre CLASSIC jusqu'à 2,5 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2   |
| 5 | Balance digitale pour échantillons jusqu'à 200 g *                            | N | Coffret aspect alu   |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  | O | Chronomètre / minuterie (non représentés)  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |
- Poids total: 8.27 kg
- \* Le modèle peut différer de la présentation.

### Appareil CCM Alu Business N° d'art.11007

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g et marteau de serrurier  | 9 | Kit petit matériel Business avec joints, piles et ampoules de calibrage  |
| 2 | Cuiller d'échantillonnage longue  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Probenlöffel lang   | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | M | Manomètre Business jusqu'à 3,0 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2  |
| 5 | Balance digitale pour échantillons jusqu'à 200 g                              | N | Coffret aspect alu   |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  |   |  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |
- Poids total: 8.36 kg
- \* Le modèle peut différer de la présentation.

**Appareil CCM Alu CLASSIC N° d'art. 110004**



**Appareil CCM Alu CLASSIC dig N° d'art. 110005**



**Appareil CCM Alu Business N° d'art. 110007**



**Appareil CCM CLASSIC****N° d'art. 110000**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g et marteau de serrurier  | 9 | Kit de petit matériel avec joints et ampoules de calibrage   |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Brosse de nettoyage   | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | L | Barre de balance pour balance de précision à ressort   |
| 5 | Balance mécanique pour échantillons jusqu'à 100 g                             | M | Manomètre ECO jusqu'à 2,5 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2   |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  | N | Coffret en tôle d'acier  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) | O | Chronomètre / minuterie (non représentés)  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |
- Poids total: 10.78 kg

**Appareil CCM CLASSIC dig****N° d'art. 113100**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g et marteau de serrurier  | 9 | Set petit matériel dig. avec joints, piles et ampoules de calibrage  |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage courte  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | M | Manomètre ECO jusqu'à 2,5 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2   |
| 5 | Balance digitale pour échantillons jusqu'à 200 g *                            | N | Coffret en tôle d'acier  |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  | O | Chronomètre / minuterie (non représentés)  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |
- Poids total: 11.04 kg
- \* Le modèle peut différer de la présentation

**Appareil CCM Business****N° d'art. 110021**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Maillet 1000 g et marteau de serrurier  | 9 | Kit petit matériel Business avec joints, piles et ampoules de calibrage  |
| 2 | Burin plat pour prise d'échantillons  | J | Kit de 25 ampoules de carbure  |
| 3 | Cuiller d'échantillonnage longue  | K | Flacon à pression standard étalonné avec thermomètre de surface (selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE) |
| 4 | Brosse de nettoyage   | M | Manomètre Business jusqu'à 3,0 bar avec couvercle amorti selon EN 837-2  |
| 5 | Balance digitale pour échantillons jusqu'à 200 g *                            | N | Coffret en tôle d'acier  |
| 6 | Jeu de billes avec 4 billes en acier  |   |  |
| 7 | Coupelle de broyage pour échantillons poreux (en option 20 sacs en plastique) |   |  |
| 8 | 2 gobelets à échantillon avec couvercle                                       |   |  |
- Poids net: 11.13 kg
- \* Le modèle peut différer de la présentation.

**Appareil CCM CLASSIC N° d'art. 110000**



**Appareil CCM CLASSIC digi N° d'art. 113100**



**Appareil CCM Business N° d'art. 110021**





### Flacon à pression étalonné

Tous nos flacons à pression actuels répondent aux exigences fixées dans la norme s'appliquant aux appareils sous pression 97/23 CE. Ils sont fabriqués en Suisse et sont en acier inoxydable de haute qualité. Nos flacons sont en outre étalonnés selon des normes internes à l'entreprise. Chaque flacon à pression est doté d'un numéro d'étalonnage qui lui est propre. Un thermomètre de surface est monté sur chaque flacon à pression afin de permettre la lecture de la température du flacon.



### Thermomètre de surface

Le thermomètre de surface présente 9 champs de température. Chaque champ couvre une plage de température de 3 °C et peut afficher des températures comprises entre 7 et 34 °C.

Chaque champ de température change de couleur dans l'ordre suivant à mesure que la température augmente : noir-marron-vert-bleu-noir.

Chaque champ est caractérisé par un chiffre. Ce chiffre correspond à la température lorsque le champ est vert.

Les autres températures découlent de ceci :

Si la température est inférieure d'1 °C au chiffre représenté, le champ est alors marron. Si elle est supérieure d'1 °C, le champ est bleu.



### Jeu de billes

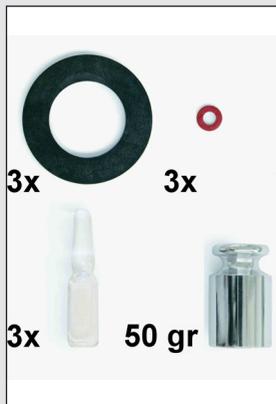
Le jeu de billes joint contient 4 billes en acier présentant un diamètre défini. Le volume libre du flacon à pression est étalonné avec ces billes, qui remplissent par ailleurs quatre autres fonctions importantes :

Effet de démarrage : désintégration de l'ampoule de carbure

Effet de broyage : broyage du matériau d'échantillon et du carbure de calcium

Effet de mélange : malaxage du mélange de réaction

Effet de nettoyage : la surface de carbure est préservée du produit de réaction que constitue l'hydroxyde de calcium

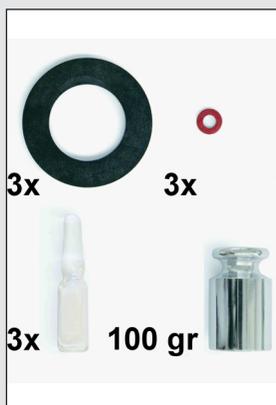


#### Kit de petit matériel

Le kit de petit matériel contient des joints de rechange pour le manomètre et le flacon à pression, un kit comprenant 3 ampoules de calibrage contenant 1,0 g d'eau et destinées au **calibrage sur site** ainsi qu'un poids de contrôle de 50 g.

Pour l'utilisation des ampoules de contrôle, nous vous invitons à vous reporter à la page 26 des présentes instructions d'utilisation ou à consulter notre courte vidéo disponible sur notre site web.

Les joints rouges du manomètre sont des joints de compression qui sont compressés du fait du serrage des vis. Cet écrasement confère aux joints leur fonction d'étanchéité. Un tel joint doit en général être utilisé une seule fois.

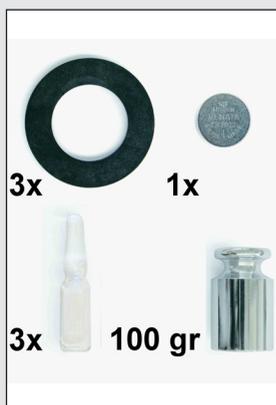


#### Kit de petit matériel dig.

Le kit de petit matériel dig. comprend des joints de rechange pour le manomètre et pour le flacon à pression, un kit comprenant 3 ampoules de calibrage contenant 1,0 g d'eau et destinées **au calibrage sur site** ainsi qu'un poids de contrôle de 100 g.

Pour l'utilisation des ampoules de contrôle, nous vous invitons à vous reporter à la page 26 des présentes instructions d'utilisation ou à consulter notre courte vidéo disponible sur notre site web.

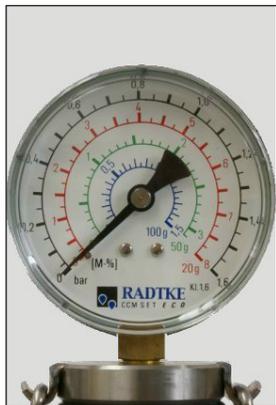
Les joints rouges du manomètre sont des joints de compression qui sont compressés du fait du serrage des vis. Cet écrasement confère aux joints leur fonction d'étanchéité. Un tel joint doit en général être utilisé une seule fois.



#### Kit de petit matériel Business

Le kit de petit matériel Business comprend des joints de rechange pour le flacon à pression, un kit comprenant 3 ampoules de calibrage contenant 1,0 g d'eau et destinées **au calibrage sur site** ainsi qu'une batterie de rechange pour le manomètre Business et un poids de contrôle de 100 g.

Pour l'utilisation des ampoules de contrôle, nous vous invitons à vous reporter à la page 26 des présentes instructions d'utilisation ou à consulter notre courte vidéo disponible sur notre site web.



### Manomètre ECO

Le manomètre ECO dispose, en plus de l'échelle noire pour la pression, de 3 échelles auxiliaires de couleur pour des pesées d'échantillons de 20 g (rouge), 50 g (vert) ou 100 g (bleu). Avec ces échelles auxiliaires, il est possible de **lire l'humidité directement en «M-%» (% de la masse)**.

Les échelles auxiliaires ont été déterminées à une température de 20 °C et affichent la meilleure précision lorsque **la température de départ et la température de fin** correspondent à une mesure de cette température.



### Manomètre CLASSIC

Le manomètre CLASSIC est monté sur le couvercle amorti conformément à la directive EN 837-2.

Avec **sa plus grande plage de pression**, il offre, pour la même précision que le manomètre ECO, davantage de sécurité en cas de surpression inattendue. Il est en outre mieux protégé grâce **au capuchon de protection en caoutchouc**.

Ce manomètre dispose également, en plus de l'échelle noire pour la pression, de 3 échelles auxiliaires pour les pesées d'échantillons de 20 g (rouge), 50 g (vert) ou 100 g (bleu). Avec ces échelles auxiliaires, il est possible de lire l'humidité directement en « M-% » (% de la masse).

Les échelles auxiliaires ont été déterminées à une température de 20 °C et affichent la meilleure précision lorsque **la température de départ et la température de fin** correspondent à une mesure de cette température.



### Manomètre Business pour kit CCM ECO dig

Le manomètre digital Business est monté sur le couvercle amorti conformément à la directive EN 837-2. Par défaut, il est conçu pour des pesées d'échantillons de 10, 20, 50 et 100 g. Du fait de sa grande plage de pression de jusqu'à 3 bar, il offre une excellente protection contre la surpression. De plus, le manomètre est doté d'un capuchon de protection en caoutchouc qui le protège de la salissure et de l'humidité de l'extérieur. Il est possible, en option, de raccorder une imprimante ou un programme de saisie de valeurs de mesure via la sortie de données (à droite).

### Commande du manomètre

2 éléments de commande : touches « **Menu** » et « **Entrée** »

Après l'**activation** au moyen de l'une des deux touches, le manomètre affiche la dernière valeur de mesure. L'actionnement de la touche « Entrée » permet d'afficher la durée de la dernière mesure.

Pour naviguer entre **les différentes commandes par menu du manomètre**, vous disposez, à chaque emplacement, de trois variantes de commande :

- 1) Ne rien faire :** Une commande reste affichée pendant 7 secondes. Si durant ce laps de temps, aucune autre touche n'est actionnée, le manomètre revient à sa position initiale.
- 2) Appuyer sur la touche « Menu » :** La prochaine commande possible à partir de cette position est affichée.
- 3) Appuyer sur la touche « Entrer » :** La commande affichée est confirmée et par conséquent exécutée.

**Autres remarques importantes :** Pendant une mesure en cours, 3 crochets clignotent sur le côté inférieur gauche de l'écran. Durant cette phase, l'unité de la valeur de mesure affichée ne peut pas être modifiée. La durée de mesure est en général de 10 minutes. Une mesure en cours peut être arrêtée prématurément avec la commande STOP. La dernière valeur de mesure reste enregistrée même après un changement de pile. Si aucune touche n'est actionnée pendant une durée de 60 minutes, le manomètre est automatiquement désactivé.



**Après confirmation de la commande Start** avec la touche « Entrée » : Le manomètre commute dans le mode de mesure et règle le point zéro avec la pression ambiante qui règne actuellement. Il attend ensuite 5 minutes jusqu'au commencement de la réaction. Si une montée de la pression est constatée pendant ce laps de temps, le cycle de mesure définitif commence. Si aucune montée de pression n'est constatée, le manomètre revient à la position initiale.

Il est possible de remettre prématurément le manomètre en position initiale en sélectionnant la commande STOP via la touche « Menu » puis en confirmant avec la touche « Entrée ».

**Après la confirmation de la commandes OFF** avec la touche « Entrée », le manomètre est désactivé.

**Après la confirmation de la commande Print** avec la touche « Entrée », le manomètre envoie les données de mesure enregistrées via l'interface (cache en métal) à l'imprimante de rapports (kit mise à niveau imprimante de rapports, n° d'article 110024).

**Après la confirmation de la commande Unit** avec la touche « Entrée », le manomètre affiche la valeur de mesure sous **forme de pression [bar]** ou sous **forme d'humidité [M-%]** (% de la masse). Les unités Humidité [M-%] se rapportent à une quantité d'échantillon : **100 g, 50 g, 20 g ou 10 g** (correspond au crochet sur le bord supérieur de l'affichage).

Vous trouverez sur notre site internet des informations complémentaires ainsi que des vidéos.



### Gobelet à échantillon

Les deux gobelets à échantillon (8) sont livrés avec un couvercle pouvant être fermé. Le matériau d'échantillon peut être versé en toute simplicité avec la cuiller d'échantillonnage ou avec un autre outil adapté. L'humidité ainsi que les échantillons chauds et humides peuvent y être efficacement protégés du dessèchement pendant une durée limitée. Si, après le refroidissement d'un échantillon chaud et humide, du condensat se forme sur le bord intérieur du gobelet, le condensat peut se mélanger facilement avec l'échantillon en secouant l'échantillon.

Les gobelets à échantillon présentent un volume de 70 ml et peuvent recueillir une quantité de matériau d'échantillon granuleux de max. 100 g. (densité relative supérieure à 2).



### Balance mécanique robuste pour échantillons

La balance à ressort de haute précision (en bref : balance) est livrée dans un emballage de protection en plastique transparent. La balance permet la pesée de quantités d'échantillon jusqu'à 100 g ; le poids du gobelet peut être neutralisé. L'échelle peut être ajustée en toute simplicité vers l'avant par simple rotation de l'étrier (image du haut).

#### Préparation :

Retirer la balance de son emballage de protection, vérifier la souplesse de fonctionnement des ressorts. Appuyer la barre de balance (L) dans le plastique expansé à un endroit approprié (image du bas). Accrocher la balance à la barre.



#### Tarage / lecture :

Placer des gobelets vides et propres. Ajuster le point zéro en tournant la vis de tarage blanche (cercle noir). Vous devez avoir les yeux à hauteur de l'échelle de manière à réduire le risque d'erreurs de lecture.

#### Contrôle sur site :

Un poids de calibrage de 50 g est disponible pour le contrôle de la balance. Ce poids présente un écart maximal de  $\pm 10$  mg (M2). Pour ce faire, la balance doit être accrochée et tarée avec le gobelet de manière à garantir sa liberté de mouvement. Placer ensuite le poids dans le gobelet et lire la valeur de la balance.



**Balance digitale de précision pour échantillons**

Avant la première utilisation, assurez-vous que les piles sont correctement insérées.

1. Placez la balance sur une surface horizontale et appuyez sur la touche ON/OFF
2. Attendez quelques secondes jusqu'à ce que [0.00] s'affiche.
3. Placez le gobelet propre et vide sur la plate-forme.
4. Appuyez sur la touche TARE. L'affichage [0.00] apparaît.
5. Remplissez le gobelet de matériau d'échantillon jusqu'à la quantité requise (20, 50 ou 100 g). Si nécessaire, modifiez l'unité de poids en appuyant sur la touche MODE.
6. Couvercle fermé, vous pouvez conserver pendant plusieurs minutes un échantillon équilibré dans le gobelet, sans perte d'humidité.
7. Au bout de 120 secondes, la balance se désactive automatiquement ; vous pouvez également appuyer sur la touche ON/OFF pendant plus de 3 secondes.



**Target :**

1. Alors que la balance est activée, placez le récipient à tarer sur la plate-forme.
2. Appuyez sur TARE et attendez que [0.00] s'affiche.
3. Ajoutez le produit à peser et lisez directement son poids.

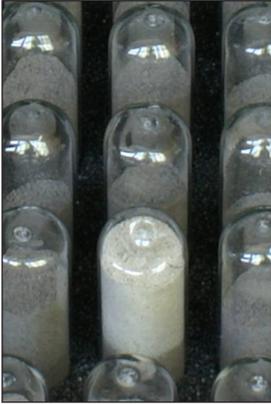
**Calibrage (uniquement dans l'unité GRAMME):**

1. Activez la balance et appuyez ensuite sur la touche CAL jusqu'à ce que [CAL] s'affiche. La plate-forme doit être vide et propre pendant cette étape.
2. Appuyez encore une fois sur la touche CAL. Le [CAL] clignote et passe ensuite à [100.00].
3. Placez le poids de calibrage de 100 g sur la plate-forme et attendez quelques secondes.
4. [PASS] apparaît maintenant sur l'affichage et indique que le calibrage a été effectué avec succès. La balance passe au mode de pesée. Vous pouvez désactiver la balance.



**Remarques supplémentaires :**

- [LO]: faible tension des piles, veuillez remplacer les piles
- [O-LD]: surcharge, réduisez la charge



### LA RÉACTION

La méthode de mesure au carbure est une réaction hétérogène à laquelle participent un corps solide (carbure) et une autre matière (eau) dans un état quelconque (solide, liquide ou gazeux). L'eau peut être présente à l'état pur (ampoule de calibrage) ou comme faisant partie d'une autre matière (matières en vrac).

L'équation ci-après décrit la réaction :

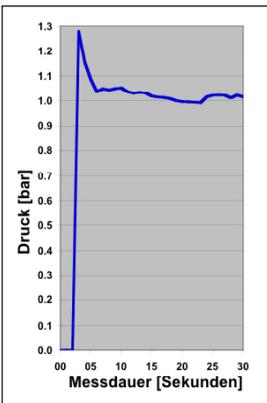


*Carbure de calcium + eau      Hydroxyde de calcium + acétylène*

### PRINCIPE DE MESURE

Le carbure de calcium réagit avec l'eau et forme ainsi de l'acétylène gazeux et de l'hydroxyde de calcium solide. Pour chaque molécule d'eau consommée, une quantité toujours égale d'acétylène est formée ; ainsi, cette réaction convient idéalement à la détermination d'une quantité d'eau.

**Restriction** : étant donné que le carbure de calcium fait l'objet de réactions correspondantes également avec le méthanol, un échantillon ne doit pas contenir simultanément de l'eau et du méthanol.



### FAITS RELATIFS À LA RÉACTION

1. La réaction a lieu à **la surface du carbure de calcium**. (Image du haut)
2. Les deux partenaires de réaction **doivent pouvoir être en contact**. **Remarque** provenant de notre assurance qualité (image en haut) : tant que les ampoules de carbure sont étanches, elles peuvent être stockées sans limitation de durée.
3. **L'intensité du contact** entre les partenaires de réaction ainsi que **la concentration des partenaires de réaction** sont **essentiels pour la vitesse à laquelle la pression monte**. En cas de contact intensif et direct entre le carbure de calcium et l'eau (concentration de même niveau à l'état liquide et solide), **la réaction est très rapide et violente**. Si une ampoule de calibrage (image au centre) est mise en réaction avec du carbure fin, on obtient **une montée de la pression en une fraction de secondes**. Le développement de chaleur qui se produit est bien visible via la montée de pression accrue.





En cas de **faible concentration de l'eau sur la surface du carbure** p.ex. en raison de la faible intensité du mélange (flacon à pression en position immobile) ou si l'eau peut entrer en contact avec le carbure seulement via la phase gazeuse, **la montée de la pression intervient parfois sensiblement plus lentement. La vitesse à laquelle la pression monte est immédiatement limitée par les processus de transport** (l'air saturé à 20 °C contient 17,28 mg/l d'eau, pression partielle de l'eau : 23,1 mbar, ce qui correspond à environ 2 % du volume).

4. **Du fait de la réaction avec le carbure, de l'eau est consommée, un échantillon est séché en cas d'excédent de carbure.** (Images à gauche) : une rondelle de pomme et du carbure sous le couvercle en verre au début et au bout de 47 heures.

5. Le **point final de la réaction est déterminée par ledit équilibre de la réaction** : soit pratiquement tout le carbure est consommé, soit pratiquement toute l'eau est consommée. « Pratiquement tout » doit être compris au sens scientifique : lors de toute réaction, il reste toujours un petit résidu des matériaux de départ dans un système fermé (flacon à pression fermé). Dans le cas de cette réaction, on obtient, pour un excédent de carbure dans l'équilibre de la réaction, **une pression partielle résiduelle de l'eau de 1,87x10<sup>-10</sup>mbar.**

**Il s'agit d'un état exceptionnellement sec !** En comparaison, de l'air saturé froid à -100 °C est 10 000 fois plus humide !

## GRANDEUR DE MESURE : PRESSION

L'acétylène formé est égal à la **quantité de substance** «  $\Delta n$  » correspondant à l'augmentation du nombre de molécules dans la phase gazeuse d'un système fermé.

La quantité d'acétylène formée peut être facilement déterminée via la **mesure de la pression.**

---

Loi des gaz parfaits :  $\Delta p \times V = \Delta n \times R \times T \Rightarrow \Delta p = \Delta n \times K$

---

dans laquelle:

- $\Delta p$**  Augmentation de pression dans le flacon
- $V$**  Volume du flacon
- $\Delta n$**  Quantité de matière formée dans le flacon
- $R$**  Constante gazeuse
- $T$**  Température dans le flacon
- $K$**  Constante de synthèse à température et volume constants

---

La loi des gaz parfaits établit le lien entre la pression et la quantité de gaz formée. Les grandeurs de volume et de température nécessaire pour une détermination quantitative de la quantité d'eau consommée sont définies de manière spécifique au système et l'influence de ces grandeurs est discutée brièvement ci-après.

## FACTEURS INFLUANT SUR LA GRANDEUR DE MESURE

La **constante de gaz « R »** est une constante dont la valeur chiffrée change uniquement avec la définition des unités physiques.

Le **volume « V »** est prédéfini avec la taille du flacon et est en principe constant. Le flacon à pression est conçu de telle sorte qu'un gramme d'eau développe une pression d'un bar d'acétylène (un jeu de billes complet (6) est requis). Tous nos flacons à pression sont calibrés sur ce volume théorique.

La **température « T »** est une grandeur ambiante qui est donnée avec une utilisation habituelle. Nos **tableaux de conversion se basent sur une température de référence de 20 °C**.

Si des mesures sont exécutées à d'autres températures, il peut s'avérer judicieux d'utiliser un facteur de correction. **Il faut en principe tenir compte de la température uniquement en cas de faibles teneurs en humidité ou en cas de résultats de mesure très précis.** Pour l'évaluation de la grandeur du facteur de correction, les températures de départ et de fin de la mesure doivent être connues.

La **température de départ** désigne la température au moment de la fermeture du flacon à pression. À partir de ce moment, l'appareil est considéré comme un système fermé et un changement de la pression a seulement lieu si les grandeurs d'influence (loi sur les gaz) changent.

La **température de fin** désigne la température qui règne au moment de la lecture de la pression.

**Avec le thermomètre de surface situé sur nos flacons à pression, cette grandeur peut être évaluée !**

Cas	Départ	Fin	Correction de température de la pression
I	20°C	20°C	Aucune correction nécessaire
II	26°C	26°C	Pour chaque excès de température de 3 °C, réduire la pression de 1 % (26-20=6) => - 2% (pression lue *0.98)
Exemple: <b>Ne pas relevant si on n'est pas dans région critique avec l'humidité.</b>			
III	5°C	20°C	Pour chaque 1 °C d'écart, retirer 3 mbar de la pression. Δ 15°C on retire donc - 45mbar
Exemple: <b>Relevant, dans région critique avec l'humidité.</b>			

### Cas II

Si la **température de départ et la température de fin sont de même niveau** mais différentes de la température de référence, le facteur de correction pour la pression peut alors être corrigé conformément au cas II du tableau ci-dessus.

Si la mesure est effectuée à des températures supérieures à 20 °C, la pression lue est trop élevée et doit être corrigée vers le bas. La pression aurait été proportionnellement plus faible à une température de 20 °C.

### Cas III

Si la température de départ et la température de fin ne sont pas au même niveau, il faudrait con-

naître, pour permettre une définition précise du facteur de correction, la pression de l'air actuelle. Si l'on se base sur une pression de l'air de 1 bar, on peut déterminer un facteur de correction à partir de la différence entre les deux températures. Pour ce faire, il faut, pour chaque 1 °C de différence de température, déduire 3 mbar de la pression lue.

Dans le cas III, le flacon à pression est fermé à une température de 8 °C et le résultat de mesure est lu à une température de fin de 23 °C. Ceci donne une différence de température de 15 °C. Il faut déduire 45 mbar de la pression lue avant de calculer la teneur en humidité dans le tableau de conversion. Dans le cas inverse, la pression doit être corrigée vers le haut.

À partir d'une pression mesurée d'env. 1 bar et plus, on peut, en règle générale, renoncer à utiliser une correction de la température. Nous proposerons prochainement sur notre site internet un petit programme à télécharger permettant d'évaluer la correction de la température.



Pour exclure tout flacon froid, effectuer un calibrage sur site afin d'amener le flacon à température de service.

### CONVERSION : PRESSION – TENEUR EN EAU

Grâce à des courbes d'étalonnage correspondantes pour des quantités d'échantillons définies, on peut couvrir une plage d'humidité de 0,19 M-% (quantité d'échantillon : 100 g) jusqu'à 50 M-% (quantité d'échantillon : 3 g).

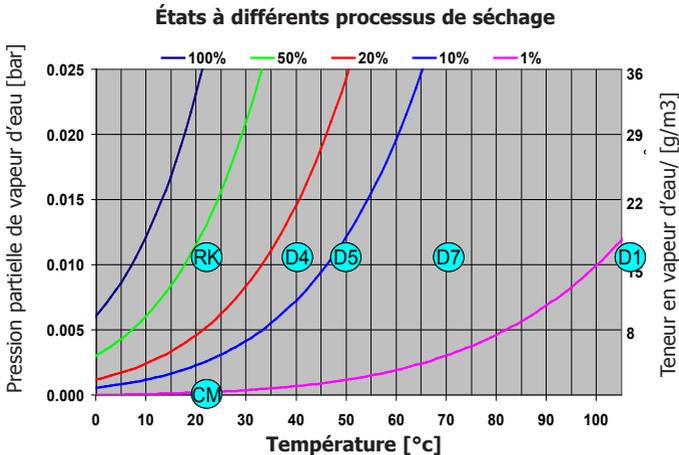
**Plus la teneur en humidité d'un échantillon est faible, plus la précision du manomètre ainsi que l'évaluation de la température sont importantes.** Avec les manomètres digitaux proposés, vous pouvez étendre la plage de mesure à env. 0,01 M-% ; il peut être judicieux de développer des courbes d'étalonnage propres pour des échantillons présentant une densité spécifique qui diffère fortement.

### FINALITÉ ET UTILITÉ DU JEU DE BILLES

Pour améliorer le contact entre l'eau et le carbure de calcium dans ces circonstances, on utilise le jeu de billes.

Celui-ci permet de remplir 4 fonctions :

1. **Démarrage** : l'ampoule de verre avec le carbure de calcium est désintégrée.
2. **Broyage** : bien utilisée, la matière contenant de l'eau est broyée.
3. **Malaxage** : les différentes matières présentes sont mélangées et le produit solide attenant est secoué.
4. **Accélération de la réaction** : du fait d'une agitation intensive, le processus de réaction est accéléré étant donné que le carbure et l'eau peuvent plus rapidement être en contact l'un avec l'autre.



## BASES RELATIVES À L'ÉTUVE DE SÉCHAGE

Le séchage en étuve, notamment décrit dans la norme DIN 18121-1, est considéré comme la méthode standard parmi les méthodes de détermination de l'humidité. Dans cette méthode très simple, le produit sous examen est **séché dans une étuve jusqu'à la constance de poids** à une température définie (généralement 105 °C). La perte de poids correspondant à la teneur en eau est déterminée par pesée de l'échantillon avant et pendant le séchage. Est considéré comme un critère d'interruption une modification de poids inférieure à 0,1 M-% en l'espace de 24 heures.

En plus de étuve de séchage – également appelé étuvage ou méthode de dosage de l'humidité par étuvage - on utilise dans la pratique également d'autres **méthodes directes visant à déterminer la teneur en eau**. Ces méthodes ont en commun le fait de retirer l'eau présente dans un échantillon via le stockage de ce dernier dans un environnement avec une faible humidité relative (p.ex. cryodessiccation, séchage dans le dessiccateur).

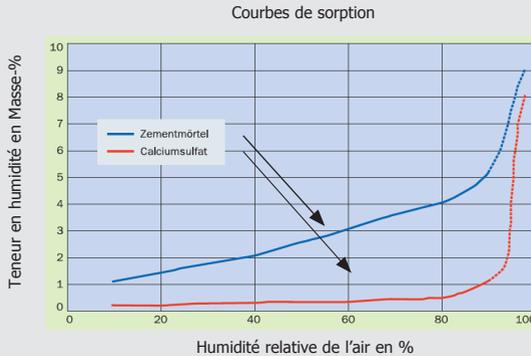
Dans l'étuve de séchage la réduction de l'humidité relative se produit du fait de l'augmentation de la température (voir graphique d'exemple en haut). On utilise le fait suivant dans ce cadre :

**Jusqu'à ce qu'il soit saturé, l'air chaud peut recueillir plus d'eau que l'air froid.**

Ceci entraîne la conséquence suivante : lorsqu'un air quelconque est réchauffé avec une humidité de l'air donnée (air de laboratoire p.ex.), son humidité relative de l'air d'origine diminue.

Du fait de la température accrue dans l'étuve, la mobilité des molécules d'eau est également augmentée. Il s'agit de la principale raison pour laquelle un séchage effectué à 105 °C dans l'étuve se déroule beaucoup plus rapidement que dans les autres processus de séchage (dessiccateur notamment).

**En fonction de la température de l'étuve (40 °C, 50 °C, 70 °C et 105 °C) et de la teneur en eau de le climat ambiant aspiré (RK), une humidité relative correspondante se forme**



**dans l'étuve.** Cette humidité relative (mais aussi la température) correspondent à la condition d'équilibre pour l'échantillon qui rejette de l'humidité (c.-à-d. perd du poids) jusqu'à ce qu'il se trouve en situation d'équilibre avec les conditions qui règnent dans l'étuve. Une fois que cet état est atteint, le poids de l'échantillon ne change plus. (À l'état d'équilibre, l'échantillon absorbe autant d'eau contenue dans l'air qu'il n'en rejette).

Cette relation d'équilibre entre la teneur en eau d'un échantillon et l'humidité relative est décrite dans lesdits **isothermes de sorption** et caractérise la capacité d'un échantillon à emmagasiner de l'eau. Pour les **matériaux de construction, les isothermes de sorption dépendent peu de la température en règle générale**. Ils suivent une évolution qui diffère légèrement lorsqu'un échantillon rejette de l'eau (quand il sèche) ou lorsqu'il recueille de l'eau. Lors du rejet d'eau, on parle d'un phénomène de désorption, et donc d'**isothermes de désorption**. Dans le cas d'absorption d'eau, on parle alors d'adsorption, et donc d'**isothermes d'adsorption**. L'écart entre les valeurs d'équilibre au cours de l'absorption d'eau et du rejet d'eau est appelé hystérèse.

L'aptitude d'un mélange de matériau ou d'une matière à emmagasiner de l'eau dépend non seulement de sa composition et de sa capacité à établir une liaison avec la molécule d'eau, mais essentiellement de la taille de sa surface intérieure, c'est-à-dire de sa structure de pores.

**Les systèmes cimentaires** présentent une grande proportion de très petits pores appelés pores de gel, ce qui les différencie par exemple de systèmes liés par sulfate de calcium (voir isothermes de sorption dans le graphique en haut de cette page). Les systèmes cimentaires emmagasinent donc plus d'eau pour une humidité de l'air relative identique.

Dans la **méthode de dosage de l'humidité par étuvage**, l'air ambiant est aspiré et réchauffé. Si, au cours de la durée du processus de séchage, l'humidité relative de l'air dans la pièce change, l'humidité relative de l'air dans l'étuve change également de ce fait.

L'impact de ce changement de la condition d'équilibre entraîne notamment une modification notable de la teneur en eau d'équilibre d'un échantillon lorsque celui-ci est fortement hygroscopique. Un échantillon fortement hygroscopique présente une grande surface intérieure et est en mesure d'emmagasiner un grand volume d'eau (p.ex. les pores de gel dans le ciment), et ce dès à partir d'un faible taux d'humidité de l'air.

L'influence exercée par l'air de laboratoire aspiré diminue à mesure que la température de séchage augmente.

**Comparaison entre la méthode de mesure par étuvage et la méthode au carbure de calcium (CM)**

Les deux méthodes peuvent être comparées au moyen de la comparaison des conditions d'équilibre. Dans le graphique ci-contre, les conditions d'équilibre se rapportant aux deux méthodes avec les désignations (D4 pour 40 °C etc., pour D1 pour 105 °C et CM pour méthode au carbure de calcium) sont comparées.

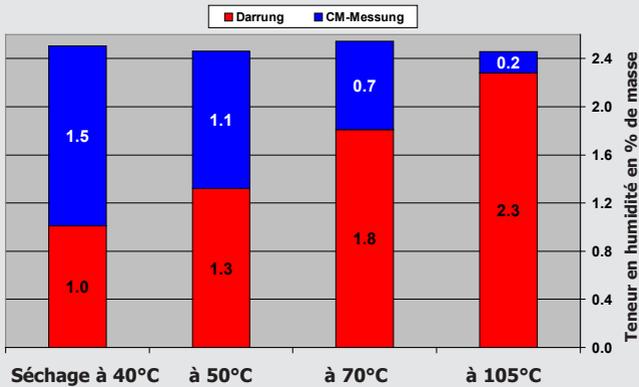
Pour la **méthode de détermination de l'humidité par étuvage**, le degré de séchage est défini en premier lieu par la sélection de la température de séchage. L'humidité de l'air qui se forme à l'intérieur de l'étuve avec la température prédéfinie dépend des conditions d'air ambiant régnant dans la pièce autour de l'étuve et diminue à mesure que la température augmente. Elle représente un système ouvert..

En revanche, la **méthode CM** représente un **système fermé**, dans lequel l'humidité de l'air à température ambiante tombe à environ  $1.87 \times 10^{-10}$  mbar du fait de la réaction de l'eau transformée en acétylène. De l'eau est consommée aussi longtemps que celle-ci est en mesure d'entrer en contact avec le carbure.

Dans la série d'essais ci-dessous, 4 échantillons de chapes cimentaires sont séchés dans l'étuve de séchage dans un premier temps conformément au tableau ci-dessous à **différentes températures jusqu'à la constance de poids**. Les échantillons sont ensuite refroidis à température ambiante dans un système fermé. L'**humidité de l'air** a été mesurée dans ce système fermé. Avec à chaque fois 50 g, l'**humidité est déterminée selon la méthode CM jusqu'à l'équilibre de réaction**. Nous avons choisi cet succession de séchage combiné étant donné que, dans le séchage en étuve, le degré de séchage d'un échantillon peut être déterminé en choisissant la température de séchage. Ainsi, contrairement à la méthode au carbure de calcium, un échantillon peut également être seulement partiellement séché.

Le tableau suivant contient les résultats individuels des deux méthodes de séchage effectuées successivement ainsi que leurs sommes.

Désignation de l'échantillon		écha. 1	écha. 2	écha. 3	écha. 4
Température de séchage		40 °C	50 °C	70 °C	105 °C
Teneur en eau d'équilibre de l'échantillon [%rF]		19.1	10.6	4.1	2.8
Perte de masse par séchage au four [M-%]		1.0	1.3	1.8	2.3
Teneur en humidité du fait de la méthode CM subséquente jusqu'à l'équilibre de la réaction [M-%]		1.5	1.1	0.7	0.2
<b>Somme issue des deux méthodes [M-%]</b>		<b>2.5</b>	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	<b>2.5</b>

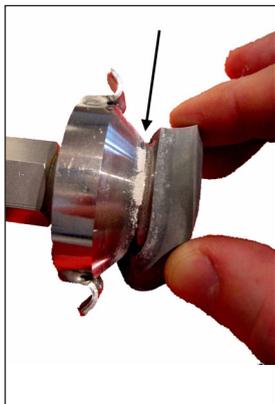


### Discussion

Dans la somme, les deux méthodes appliquées conduisent au même résultat, avec de faibles écarts. En dépit de la température de séchage élevée (105 °C), à nouveau 100 mg d'eau sont convertis avec la méthode CM qui suit, ce qui correspond à une teneur de 0,2 M-%.

Ce volume d'eau convertie correspond à la teneur en eau qui devrait être présente dans un volume ambiant de 10 litres d'air (à 20 °C, 50 %hr). Étant donné que l'échantillon a été en contact avec l'air ambiant du laboratoire seulement durant quelques secondes lors son retrait de l'étuve de séchage, on peut exclure l'éventualité que cette quantité d'eau soit issue de l'air. Une mesure de contrôle avec un échantillon séché à 125 °C a révélé un volume d'eau avéré de seulement 20 mg.

**Pour des échantillons fortement hygroscopiques, la méthode de carbure permet de déterminer des teneurs en humidité plus élevées qu'avec l'étuve de séchage à 105 °C.** Cette méthode permet ainsi de déterminer plus précisément la teneur en eau mobile d'un échantillon. En raison de la condition d'équilibre inchangée (pression partielle résiduelle de la vapeur d'eau d'env. 10-10 mbar), il est possible d'obtenir une reproductibilité plus élevée qu'avec la méthode par étuve de séchage, dont la condition d'équilibre peut varier entre 1 et 3 %hr, en fonction de la teneur en humidité de l'air ambiant du laboratoire.



### Contrôle du calibrage de l'appareil CM

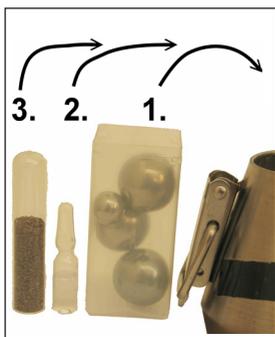
Les ampoules de calibrage contenues dans le kit de petit matériel peuvent être utilisées pour vérifier la précision (manomètre) et l'aptitude (étanchéité) de l'appareil CM en tant que système global. Ce contrôle du calibrage peut être effectué dans tout endroit à l'ombre et aéré.

#### Préparation :

Pour ce contrôle, on a besoin de l'appareil CM nettoyé et sec avec couvercle et manomètre, du jeu de billes complet, d'une ampoule de calibrage et d'une ampoule de carbure (photo au centre).

#### Exécution :

Les billes, l'ampoule au carbure et l'ampoule de calibrage sont placées dans cet ordre dans le flacon à pression et celui-ci est ensuite fermé avec le couvercle-manomètre.



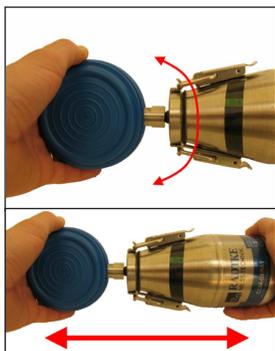
Le fait d'agiter l'appareil CM a pour effet de désintégrer les ampoules et les réactifs libérés peuvent ainsi agir entre eux. **La réaction est en général terminée au bout de 2 à 3 minutes et la pression finale doit atteindre 1,00 bar  $\pm$  0,05 bar.**

[l'écart de 5 % autorisé comprend sommairement la variance de volume ( $\pm 1$  %), la tolérance de quantité d'eau ( $\pm 1$  %), la précision de manomètre autorisée de  $\pm 2,5$  % (25 mbar) pour 1 bar ainsi que l'écart de température possible de  $\pm 1$  % pour chaque pallier de 3 °C d'écart par rapport à une température de 20 °C.]

**(IMPORTANT : pendant la désintégration des ampoules, des éclaboussures d'eau peuvent se déposer sur la paroi intérieure du flacon)**

#### Remarque :

Il est possible qu'une pression trop faible soit affichée lorsque l'on attend pas assez longtemps ou lorsque des éclaboussures d'eau se sont formées sous le couvercle. Celles-ci se sont formées au début de la mesure par un secouement trop violent. En « mettant à plat » et en tournant horizontalement le flacon puis en le basculant ces éclaboussures peuvent entrer en réaction avec le carbure de calcium. L'image ici concerne l'appareil CCM CLASSIC.



Vidéo d'éducation: **Calibration sur site**

### Généralités

La méthode CM est adaptée pour la détermination de la teneur en humidité pour tous les matériaux d'échantillon qui ne réagissent pas eux-mêmes avec le carbure de calcium ou les produits de réaction et qui ne contiennent pas de méthanol. Font partie de cette catégorie les combustibles, les matériaux de construction, les sels et minéraux et les minerais et concentrés de minerai.

Il est recommandé d'effectuer un étalonnage séparé pour tous les matériaux avec une quantité d'échantillonnage supérieure à 10 gr ou pour les échantillons présentant une densité particulièrement faible (inférieure à 1 kg/m<sup>3</sup>). Une détermination consciencieuse de l'humidité d'un échantillon suppose également d'effectuer un choix représentatif à partir du matériau d'échantillonnage disponible.

### Par conséquent, la préparation d'un échantillon joue un rôle essentiel !

La procédure de mesure ci-après (images représentant le manomètre CLASSIC) est conçue pour des matériaux en vrac ou pour des échantillons granuleux et pour des liquides ou matériaux pâteux. **La réaction se termine lorsque l'équilibre de réaction est atteint.**

- 1 Le matériau à examiner doit être homogénéisé afin de permettre le prélèvement d'un échantillon représentatif.
- 2 En fonction de la teneur en eau supposée, la pesée nécessaire est déterminé selon le tableau suivant:

Teneur en eau supposée	Pesée nécessaire
1 %	100 g
2 %	50 g
5 %	20 g
10 %	10 g
20 %	5 g
30 %	3 g



- 3 Versez le jeu de billes complet (1) et, en fonction de l'humidité attendue, placez dans le flacon à pression la quantité d'échantillon représentative et pesée avec exactitude (2). Penchez ensuite le flacon et laissez glisser avec précaution une ampoule de verre contenant du carbure (3).



- 4 Le flacon à pression est fermé avec le couvercle. Agitez ensuite vigoureusement le flacon à pression pour désintégrer l'ampoule de carbure. La désintégration de l'ampoule marque le début de la réaction chimique. Commencez alors la mesure du temps au moyen du chronomètre (fourni avec les équipements CLASSIC).



5 Effectuez ensuite pendant une minute des mouvements circulaires pour bien mélanger le mélange de réaction. Si les échantillons sont liquides ou pâteux, il est recommandé de mettre à plat le flacon à pression et de le tourner plusieurs fois dans son axe longitudinal (voir fig. du bas). Par ce biais, le matériau d'échantillon collé sur la paroi intérieure peut également entrer en réaction. Répétez cette procédure au bout de 3 minutes environ.

**La réaction se termine lorsque l'équilibre de réaction est atteint.**



En général, cet équilibre est atteint au bout de 10 minutes. À des fins de contrôle, agitez de nouveau brièvement le flacon à pression. Si la pression reste inchangée, on peut considérer que la mesure est terminée.

**Ein zu geringes Schütteln resp. gar kein Schütteln führt bei begrenzter Reaktionszeit zu einer unvollständigen Reaktion und damit zu einem zu tiefen Ergebnis.**

Pour les autres pesées d'échantillon habituels de 20 g (échelle rouge), 50 g (échelle bleue) ou 100 g (échelle verte), la teneur en eau peut être lue directement sur le manomètre. Pour des pesées plus faibles (taux d'humidité plus élevés), il est possible d'utiliser le tableau de conversion. Établissez un procès-verbal écrit ou utilisez le modèle disponible sur notre site internet afin de consigner les résultats de mesure.

**Les courbes d'étalonnage ont été calculées pour une température de référence de 20 °C. Tenez compte en outre de l'affichage du thermomètre de surface sur le flacon à pression. En cas d'écart, évaluez l'erreur possible conformément au chapitre « Principes de base de la méthode au carbure ».**

**TABEAU DE CONVERSION: PRESSION HUMIDITÉ DE MATÉRIAU**

Pression Bar (Noir)	Pesée d'échantillon					
	3g	5g	10g	20g (rouge)	50 g (Vert)	100g (Bleu)
<b>Teneur en eau en M-% par rapport à la matière sèche</b>						
0	0	0	0	0	0	0
0.2	6.3	3.8	1.9	0.9	0.38	0.19
0.3	9.7	5.8	2.9	1.5	0.58	0.28
0.4	13.0	7.8	3.9	2	0.78	0.38
0.5	16.3	9.8	4.9	2.5	0.98	0.47
0.6	19.7	11.8	5.9	3	1.18	0.57
0.7	23.0	13.8	6.9	3.5	1.37	0.66
0.8	26.3	15.8	7.9	4	1.57	0.76
0.9	29.7	17.8	8.9	4.5	1.76	0.85
1	33.3	20	10	5	1.96	0.95
1.1	36.7	22	11	5.5	2.16	1.05
1.2	40.0	24	12	6	2.35	1.14
1.3	43.3	26	13	6.5	2.55	1.23
1.4	46.7	28	14	7	2.74	1.33
1.5	50.0	30	15	7.5	2.94	1.42
<b>Au-dessus de cette pression, l'acétylène peut se décomposer et le manomètre risque d'être endommagé !</b>						
1.6	53.3	32	16	8	3.13	1.51

### Mesures avec le manomètre Business :

Le manomètre Business est conçu de telle sorte qu'il garde en mémoire la dernière valeur de mesure jusqu'à ce qu'une nouvelle mesure ait définitivement commencé.

Pour commencer une nouvelle mesure, activez le manomètre en appuyant sur un bouton quelconque. La pesée est adaptée si nécessaire. Cette étape peut également être effectuée à la suite de la mesure.

En sélectionnant et en confirmant la commande « **Start** », le manomètre est « mis à zéro » et est préparé en vue d'une nouvelle mesure. Sur l'affichage, on peut voir une minuterie affichant un compte à rebours à partir de 5:00 minutes. La pression relative actuelle s'affiche toutes les 5 secondes.

Dans cet état, le manomètre est prêt pour la mesure et peut être utilisé comme un manomètre mécanique. Pour interrompre à ce niveau le début de la mesure définitif, il faut sélectionner la commande « **STOP** » avec la touche « **Menu** ». Vous pouvez également laisser s'écouler la durée de la minuterie sans montée de la pression.

Dans cet état, le manomètre vérifie en permanence si la pression monte et commute automatiquement la durée sur « 0:00 » lorsqu'une montée de pression de 20 mbar est constatée. À ce moment, une nouvelle mesure a définitivement commencé. La durée de la mesure atteint au maximum 10 minutes et peut être interrompue de manière anticipée avec la commande « **STOP** ».

### «PROCÉDURES DE MESURE « PARTICULIÈRES » : DÉTERMINATION DE LA MATURITE D'UN REVÊTEMENT

Pour les matériaux de construction, comme p.ex. les chapes, il est important de connaître la proportion d'eau « libre » occasionnant des dommages plutôt que la teneur totale en eau.

**Le terme maturité d'un revêtement décrit l'état d'humidité d'une chape qui, lorsqu'elle est revêtue d'un revêtement, ne cause ne plus aucun dommage lié à l'humidité à celui-ci.**

De tels dommages liés à l'humidité peuvent se produire lorsque le profil d'humidité dans la chape sous le revêtement peut être égalisé plus rapidement que la capacité de l'humidité à traverser le revêtement et à être libérée dans l'air ambiant. Une telle cumulation de l'humidité sous le revêtement peut même entraîner la formation de condensation d'eau. En dehors de l'influence de la température sur la cumulation de l'humidité sous le revêtement, aucun autre paramètre potentiel n'a été examiné jusqu'à présent. Les valeurs déterminant la maturité d'un revêtement sont par conséquent des valeurs limites empiriques (valeurs empiriques) qui ont évolué en permanence au fil du temps. Pour les questions en lien avec la maturité d'un revêtement, des procédures de mesure particulières s'appliquent. Celles-ci diffèrent parfois au niveau national et ont été prédéfinies par différentes organisations : en Allemagne, ces procédures sont stipulées par l'IBF (BEB) et par la ZVPPF, en Suisse par la SIA. Il existe également une norme à ce sujet en Italie. Certaines de ces procédures de mesure particulières sont décrites par la suite.

Pour la détermination de la teneur en eau dans le béton, on a également défini une procédure de mesure propre en Allemagne avec la ZTV ING. Les présentes instructions d'utilisation n'abordent pas plus en détail cette norme.

Nous déclinons toute responsabilité quant aux extraits cités, issus des procédures de mesure décrites à partir des informations disponibles. Avec ces citations, nous faisons référence aux informations dont nous disposons et nous partons du principe que ces informations sont actuelles et correctes.

## DÉBUT DE LA CITATION

### Mesure de la teneur en humidité

#### 1 Généralités

La mesure de la teneur en humidité en vue de l'évaluation de la maturité d'un revêtement sur le chantier s'effectue via la méthode de mesure au carbure de calcium.

**REMARQUE** Les méthodes de mesure alternatives (méthodes diélectriques, p.ex.) servent exclusivement à l'essai préliminaire et à la délimitation de surfaces humides.

#### 2. Équipement d'essai

2.1 **Appareil CM**, flacon à pression étalonné selon la directive 97/23/CE (volume : 650 ml), monté avec un manomètre selon EN 837-2 (erreur max. absolue : 25 mbar)

2.2 Quatre **billes en acier**

2.3 **Ampoule de carbure de calcium**, avec un poids de remplissage d'env. 7 g (granulation : 0,3 mm - 1,0 mm)

2.4 **Balance**, limite d'erreur  $\pm 0,1$  g

2.5 **Chronomètre**

2.6 **Plateau en mortier** en métal ou matériau similaire

2.7 Deux **sacs** en polyéthylène (PE)

#### 3. Réalisation

a) Prélevez l'échantillon représentatif sur toute la coupe transversale de la chape et versez-le dans un sac en PE (2.7).

**REMARQUE** Pour les chapes à classes de résistance élevées ou à épaisseur élevée, il est judicieux d'utiliser une mortaiseuse électrique.

b) Concassez l'échantillon représentatif dans le sac PE (2.7) dans le plateau (2.6) jusqu'à ce qu'un broyage complet dans l'appareil CM (2.1) avec les billes en acier (2.2) soit possible.

c) Homogénéisez l'échantillon en versant la totalité du matériau d'échantillon dans un autre sac PE (2.7).

d) Pesez un échantillon de matériau à partir de l'échantillon préparé :

- Chape en sulfate de calcium : 100 g
- Chape en magnésie : 50 g
- Chape en ciment : 50 g

e) Versez avec précaution l'échantillon et les billes en acier dans l'appareil CM.

f) Inclinez l'appareil CM et versez l'ampoule de verre avec le carbure de calcium (2.3).

- g) Refermez l'appareil CM et secouez-le vigoureusement jusqu'à ce que la valeur affichée sur le manomètre augmente. Avec des mouvements en va-et-vient et circulaires, concassez intégralement l'échantillon placé dans l'appareil CM à l'aide des billes en acier. Durée : 2 min.
- h) 5 minutes après la fermeture de l'appareil CM, agitez le flacon à pression pendant 1 minute comme décrit au point g).
- i) 10 minutes après la fermeture de l'appareil CM, agitez à nouveau brièvement le flacon à pression (~ 10 s) et lisez la valeur. La teneur en humidité peut être lue directement sur le manomètre. Elle peut aussi être déduite à partir du tableau d'étalonnage. Consignez la valeur lue dans le procès-verbal (voir annexe A).

**REMARQUE** Pour les chapes liées par sulfate de calcium, une nouvelle hausse de la pression est possible ; il ne faut pas en tenir compte du fait de la présence d'eau chimiquement (c'est-à-dire solidement) liée.

- j) Effectuez les procès-verbaux d'essai : si l'échantillon n'est pas entièrement concassé, annulez le résultat de l'essai et procédez à nouveau à la mesure.

#### **FIN DE CITATION**

#### **Valeurs de maturité d'un revêtement selon la fiche technique BEB « Mesure CM » édition : 01/2007**

<b>Liant</b>	<b>chauffé</b>	<b>non chauffé</b>
<b>chape en ciment</b>	<b>1.8 CM-%<sup>1</sup></b>	<b>2.0 CM-%</b>
<b>Chape en sulfate de calcium</b>	<b>0.3 CM-%</b>	<b>0.5 CM-%</b>

<sup>1</sup> **Sous les revêtements en pierre et de céramique : 2.0 CM-%.**

#### **DÉBUT DE LA CITATION**

### **Principe de mesure**

Du fait de l'ajout de carbure de calcium au produit mesuré pulvérisé dans un récipient étanche au gaz, un gaz d'acétylène se forme dans le cadre d'une réaction avec l'eau libre présente dans le produit mesuré. Il se forme ainsi une pression mesurable à partir de laquelle il est possible de déterminer la teneur en eau.

### **Appareils et moyens auxiliaires**

- Flacon à pression CM (0,66 l) avec manomètre
- Balance, précision 0,1 g
- Plateau en acier ou plateau en mortier
- Marteau et burin
- Billes en acier, ampoules de carbure de calcium (chacune env. 6 g), chronomètre
- Autres accessoires

### **Méthode**

- Avec le marteau et le burin, détachez des morceaux du béton ou du mortier à examiner. La manière dont est prélevé l'échantillon ne doit pas avoir d'impact sur la teneur en humidité dudit produit.
- Avec le marteau, concassez les morceaux sur le plateau en acier ou en mortier.
- Prélevez une pesée représentative à partir du matériau concassé et pesez-la. La pesée est fonction de la teneur en humidité supposée du matériau d'échantillon :

- Humidité  $\geq$  3%                      Pesée 20 g
- Humidité < 3%                        Pesée 50 g
- Humidité < 1.5%                      Pesée 100 g

- Insérez d'abord les billes en acier, puis la pesée dans le flacon à pression sec.
- Glissez avec précaution une ampoule de carbure de calcium dans le flacon à pression incliné.
- Placez le couvercle avec le manomètre et fermez en veillant à ce que la fermeture soit étanche au gaz.
- Pour éviter les changements de taux d'humidité, ces étapes doivent être effectuées rapidement. Le flacon à pression doit présenter la température ambiante.
- Désintégrez l'ampoule en agitant vigoureusement le flacon à pression. Pendant 5 minutes, agitez le flacon à pression par des mouvements brusques et circulaires, puis déposez-le dans un endroit ombragé.
- Lisez ensuite la pression sur le manomètre dès que la pression reste constante, au plus tard au bout de 20 minutes.
- Après avoir lu la valeur, ouvrez avec précaution le flacon à pression (gaz inflammable), videz le contenu et nettoyez le flacon au moyen d'une brosse sèche.

Il convient de tenir compte des instructions d'utilisation du fabricant de l'appareil.

### **Remarque sur la méthode**

La teneur en eau déterminée directement avec la méthode CM correspond à l'eau dite « libre ». En cas de séchage au four (remarque du fabricant : séchage au four à 105 °C) jusqu'à la constance de poids, on obtient des valeurs différentes. En effet, de l'eau « liée » est également libérée.

**Détermination de la teneur en eau**

La teneur en eau de l'échantillon est déterminée à l'aide du tableau 1 à partir de la pression mesurée. Pour un volume de flacon de 0,66 l et une ampoule de 5 g, on obtient les valeurs fondamentales selon le tableau 1..

**Tableau 1**

Pression	0,2 bar	0,6 bar	1,0 bar	1,2 bar	1,5 bar
<b>Teneur en eau en Masse-%</b>					
Pesée 20 g	0,90	3,00	5,00	6,00	7,50
Pesée 50 g	0,38	1,18	1,96	2,35	2,94
Pesée 100 g	0,19	0,57	0,95	1,14	1,42

**Extrait du chapitre 5 « Exécution » de la même norme suisse**

**5.1 Exigences posées au support**

5.1.5 Le support doit respecter les valeurs d'humidité suivantes pendant et après la pose du revêtement :

- Supports liés au ciment
  - Sans chauffage au sol
    - Linoléum max. 2,5%\*
    - Textiles max. 2,5%\*
    - Plastique max. 2,3%\*
    - Parquets, matières en bois et produits stratifiés max. 2,3%\*
    - Caoutchouc max. 2,0%\*
    - Liège max. 2,0%\*
  - Avec chauffage au sol max. 1,5%\*
- Mortier anhydrite conventionnel (mortier au sulfate de calcium)
  - Sans chauffage au sol max. 0,5%\*
  - Avec chauffage au sol max. 0,3%\*
- Chape anhydrite coulée (mortier coulé au sulfate de calcium)
  - Sans chauffage au sol max. 0,5%\*
  - Avec chauffage au sol
- Planchers en bois 7-12%\*\*
- Panneaux de particules 6-9%\*\*
- Panneaux de fibres 4-7%\*\*

\* Mesure avec appareil CM

\*\* Mesure avec appareil de mesure de l'humidité du bois

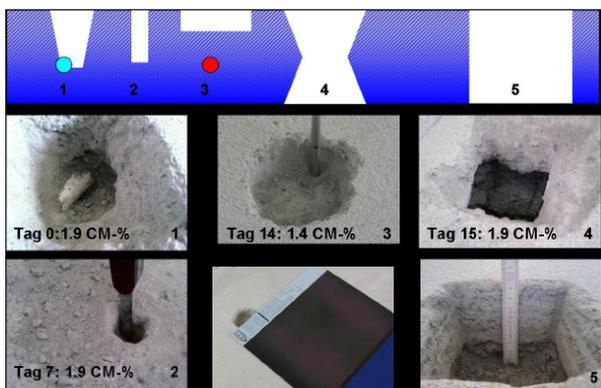
**FIN DE CITATION**

### CONDITIONS DE SÉCHAGE FAVORABLES

Une chape peut être perçue comme une grande plaque plate qui, durant la phase de séchage, ne peut libérer l'eau qu'elle contient que via la surface, c'est-à-dire dans l'air ambiant. Par le biais de l'air ambiant, l'eau est véhiculée hors du bâtiment sous forme de gaz. La restitution de l'eau à l'air ambiant dépend dans une large mesure des conditions climatiques dans la pièce et de l'intensité du mouvement de l'air. Plus la ventilation est forte, plus l'eau peut être restituée rapidement dans l'air. En plus de la ventilation, une faible humidité relative de l'air favorise également une restitution accélérée de l'eau. Une faible humidité relative de l'air au niveau du bâtiment est principalement générée par l'augmentation de la température ambiante. De plus, la mobilité des molécules d'eau dans le matériau de construction peut être améliorée par une température accrue dans le matériau de construction. Il faut toutefois tenir compte de l'aptitude du matériau de construction à tolérer la température sélectionnée et de ses réactions possibles suite à une augmentation de la température (encroûtement possible en cas de chape de ciment).

Compte tenu du fait que l'humidité contenue dans une chape ne peut être restituée que via la surface, **un profil d'humidité se forme sur la coupe transversale de la chape**. La chape présente ainsi un profil d'humidité vertical : en haut, sec relativement rapidement ; vers le bas : de plus en plus humide.

Par ailleurs, il ne faut pas en déduire que la chape présente une répartition homogène de l'humidité en surface. En fonction de la géométrie de la pièce, de l'ensoleillement, de la ventilation, de la présence ou non d'un chauffage au sol et aussi de l'épaisseur de la chape, **on observe également à la surface une répartition disparate de l'humidité**.



### EXEMPLE PRATIQUE : PROBLÉMATIQUE DE LA RÉPARTITION DE L'HUMIDITÉ DANS LA CHAPE

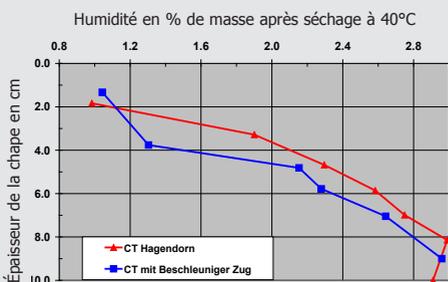
L'image ci-dessus souligne la problématique liée à la répartition non uniforme de l'humidité lors du prélèvement d'échantillon en vue de déterminer la maturité d'un revêtement. Le schéma indique également les conduites de chauffage correspondantes en plus des valeurs CM calculées. Les images montrent les points de prélèvement sur ce même chantier de l'échantillon à examiner en vue des mesures CM. Image en haut à gauche, schéma à gauche : lorsque le chauffage est éteint, l'échantillon à examiner a été prélevé uniquement jusqu'à hauteur du chauffage au sol. Du fait de l'humidité résiduelle calculée de 1,9 %, le chauffage au sol a été activé afin de forcer le séchage de la chape.

Image en bas à gauche avec appareil de mesure, 2e schéma à partir de la gauche : une semaine plus tard, une autre mesure CM a été effectuée, cette fois par une autre personne, mais qui elle aussi avait prélevé l'échantillon uniquement de la moitié supérieure et entre deux conduites de chauffage. L'humidité résiduelle calculée de 1,9 CM-% était cette fois identique et, conformément aux attentes, a suscité des inquiétudes pour la direction des travaux, dont la planification affichait déjà un retard de plusieurs semaines.

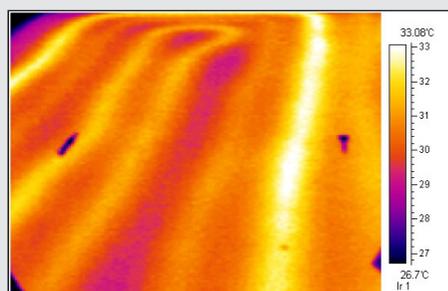
Images au centre en haut et en bas, 3e schéma à partir de la gauche : la direction des travaux a mandaté une personne externe une semaine plus tard pour déterminer l'humidité résiduelle. Le prélèvement d'échantillon a eu lieu directement au-dessus d'une conduite de chauffage et la profondeur de prélèvement était seulement de 3 cm environ, ceci pour une épaisseur de chape prévue de 8 cm. En raison de l'humidité résiduelle calculée, qui s'élève maintenant à 1,4 CM %, la direction des travaux a accusé le poseur du parquet d'avoir délibérément retardé les travaux en raison de problèmes de délais.

Image en haut à droite et 2e schéma à partir de la droite : une quatrième personne a été mandatée le même jour par le poseur de parquet pour effectuer une mesure CM. Le prélèvement de l'échantillon a pour la première fois été réalisé sur toute la coupe transversale et a révélé également une humidité résiduelle de 1,9 CM-%. Lors de ce prélèvement, une épaisseur de chape de 10 cm a été mesurée. De plus, la conduite de chauffage a pu être localisée en dessous du 3e point de prélèvement d'échantillon.

Avec ces résultats, il a été possible de faire clairement savoir à la direction des travaux qu'il n'y avait pas, de la part du poseur du parquet, d'intention délibérée de retarder le déroulement des travaux. Au contraire, un prélèvement d'échantillon non valable de la part de tous les utilisateurs précédents ainsi que la méconnaissance de l'épaisseur de la chape ont conduit à cette incohérence entre les parties concernées par le chantier. Toutes les valeurs calculées étaient en principe correctes mais elles n'étaient pas représentatives de la chape et n'étaient donc d'aucune utilité pour l'évaluation de la maturité du revêtement, compte tenu que les utilisateurs n'avaient pas connaissance de l'épaisseur de la chape ni du parcours des conduites de chauffage.



Le graphique ci-contre illustre le profil d'humidité pour deux systèmes cimentaires de chape différents. L'eau libre a été déterminée par séchage au four à 40 °C. Elle peut également être déterminée à l'aide d'une mesure CM. On distingue clairement le profil d'humidité.



La figure ci-contre montre une image infrarouge de la surface de l'une des deux chapes. Les lignes claires montrent clairement le réseau des boucles de chauffage. Il faut supposer que les zones près des conduites sont plus sèches que celles entre les conduites.



### Prélèvement d'échantillon directement dans le sac en plastique

Sur la base de nos expériences dans l'utilisation d'échantillons de chape, nous recommandons de procéder rapidement lors du prélèvement d'échantillon. L'échantillon prélevé doit immédiatement être versé dans les **sacs en plastique** mis à disposition et il convient de travailler avec des **gants**. Avec ces deux mesures, comme le **prélèvement de la totalité de l'échantillon à partir d'une coupe transversale de la chape**, vous vous assurez, lors de la première étape de l'évaluation de la maturité d'un revêtement, de ne faire aucune erreur et de ne laisser planer aucun doute sur votre méthode.



### Concassage de l'échantillon dans le sac en plastique

L'échantillon prélevé contient des masses compactes de chape dont la taille et la teneur en eau diffèrent. Dans l'étape qui suit, la **totalité de l'échantillon collecté** sur la chape est **progressivement concassée dans le sac avec le maillet** puis est immédiatement transvasée dans un autre sac étanche. Avec cette procédure, les masses compactes de chape sont concassées et sont mélangées suite au transvasement dans un autre sac. On obtient un échantillon de matériau de plus en plus homogène.



### Homogénéisation de l'échantillon

**Répétez deux à trois fois** les deux étapes décrites ci-dessus (**concassage et transvasement**) jusqu'à ce que vous obteniez seulement des morceaux de chape **d'une taille inférieure à env. 10 mm**. Rappel : le transvasement est important pour permettre le mélange du matériau d'échantillon présentant un taux d'humidité différent.



**Stockage intermédiaire de l'échantillon**

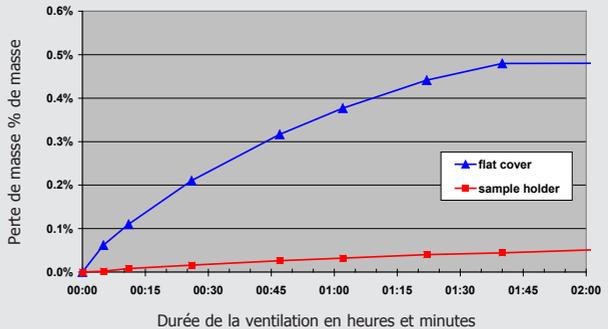
Le travail avec les sacs en plastique présente des avantages car cette méthode permet d'éviter une perte d'humidité conséquente de l'échantillon. L'échantillon prélevé et homogénéisé peut être ainsi utilisé pour des mesures de répétition.

**Prélèvement d'échantillons représentatifs**

L'échantillon de matériau ainsi préparé peut être considéré comme homogène au sens de la norme DIN 18121, et un échantillon de matériau peut maintenant être pesé et transformé en vue de déterminer l'eau (libre) capillaire.



**Problem avec le prélèvement: Ventilation**



**Problème lié au matériau d'échantillon non protégé**



Lorsque le matériau d'échantillon est laissé à l'air libre sans aucune protection, le processus d'évaporation commence immédiatement. L'ampleur de cette perte d'humidité dépend des conditions ambiantes, de la surface de contact ainsi que de la teneur en humidité de l'échantillon. Le graphique ci-dessus illustre ces effets sur deux échantillons de 50 g stockés dans des conditions différentes (voir photo en bas).



### FLACON A PRESSION ETALONNE

Prescriptions	Remplittes exigences de la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE
Précision	$\pm 1 \%$ du volume théorique pour la conversion de 1 g d'eau en 1 bar. (Version «longbo»: 0.55 bar)
Matériau	Acierinoxydable
Diamètre	90 mm
Hauteur	env. 164 mm
Épaisseur de paroi	supérieure à 2 mm
Poids	env. 1000 g
Type de fermeture	Fermeture à bouchon mécanique
Particularités	Thermomètre de surface 7–32 °C



### BALANCE DIGITALE POUR ECHANTILLONS

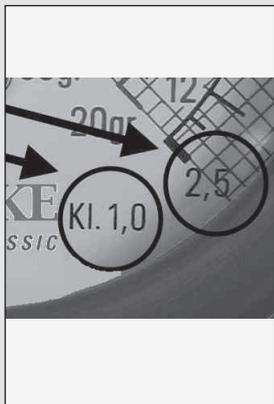
Capacité	200 g
Affichage (division)	0,05 g
Couleur	noir
Précision	$\pm 15$ mg selon le poids de calibrage
Plage de tare	100 % de la capacité
Plateau de pesée	acier inoxydable
Arrêt automatique	au bout de 120 secondes
Calibrage utilisateur	avec poids de calibrage 100 g M2
Alimentation	2 piles alcalines de type AAA
Particularités	la balance est sensible au rayonnement électromagnétique (portable, radio etc.)

D'autres indications figurent dans les instructions séparées.



### BALANCE MÉCANIQUE POUR ECHANTILLONS

Capacité	100 g
Affichage (division)	1.0 g
Couleur	Vert transparent
Précision	$\pm 0.3\%$
Plage de tarage (pos. zéro)	15 - 20%
S (longueur d'échelle)	100 mm
L0 (longueur sans charge)	225 mm
Lm (longueur maximale)	330 mm
Ø (diamètre)	12.2 mm
Composants	exempt de corrosion (pince seulement protégée)
Poids net	20 g
Calibrage utilisateur	non (uniquement par le fabricant)

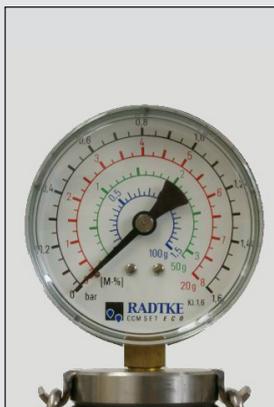


### PRÉCISION D'UN MANOMÈTRE

L'erreur autorisée d'un manomètre est calculée sous la forme du produit des deux grandeurs que sont la « **Classe de précision** » et la « **Valeur de fin d'échelle** ».

Ceci est montré avec l'exemple du manomètre CLASSIC (image à gauche) : classe de précision 1,0, valeur de fin d'échelle 2,5 bar. L'erreur autorisée pour ce manomètre est de  $2,5 \text{ bar} * 1 \% = 25 \text{ mbar}$ .

Cette erreur s'applique de manière absolue pour toute la plage de pression et est proportionnellement plus élevée avec une pression plus faible (pour 0,25 bar:  $\pm 10 \%$ ) qu'avec une pression élevée (2,5 bar :  $\pm 1 \%$ ). Il faut en tenir compte lors de chaque évaluation de valeur de mesure.



### MANOMÈTRE MÉCANIQUE ECO

Plage de mesure	de 0 à 1,6 bar
Affichage (division)	0,05 bar (50 mbar)
Protection	jusqu'à 2,0 bar
Précision	$\pm 1,6\%$ typ. $\pm 25,6 \text{ mbar}$ (valeur absolue pour toute la plage de pression)
Température de service	de $-10$ à $80 \text{ }^\circ\text{C}$
Boîtier du manomètre	Tôle d'acier noire
Classe de protection	IP32
Particularités	G1/4 couvercle en acier inoxydable



### MANOMÈTRE MÉCANIQUE CLASSIC

Plage de mesure	de 0 à 2,5 bar
Affichage (division)	0,05 bar (50 mbar)
Protection	jusqu'à 3,0 bar
Précision	$\pm 1,0\%$ typ. $\pm 25 \text{ mbar}$ (valeur absolue pour toute la plage de pression)
Température de service	de $-10$ à $80 \text{ }^\circ\text{C}$
Boîtier du manomètre	Tôle d'acier noire
Classe de protection	IP32
Particularités	Montage selon EN 837-2 Capuchon de protection avec caoutchouc



### MANOMÈTRE DIGITAL BUSINESS

Plage de mesure	de -1 à 3,0 bar
Affichage (division)	0,01 bar (10 mbar)
Protection	jusqu'à 3,5 bar
Précision	±0,1% typ. ±4 mbar (valeur absolue pour toute la plage de pression)
Température de service	de 0 à 50 °C
Boîtier du manomètre	en plastique robuste
Classe de protection	IP 64
Particularités	Montage selon EN 837-2
Sortie de données	RS232/TTL imprimante de rapports RS485 Saisie des données de mesure avec PC
Alimentation	pile-bouton de type 2032 3V



### REPLACEMENT DES PILES SUR LE MANOMÈTRE BUSINESS

Si la pile perd de sa puissance, ceci est indiqué sur le côté gauche de l'affichage par un symbole de pile barré. Nous vous recommandons de remplacer la pile dès que l'occasion se présente.

Pour ce faire, dévissez le cache de l'interface et retirez le capuchon de protection en caoutchouc.

La partie avant de l'écran peut être retirée à partir de la face supérieure (utilisez de préférence une pièce de monnaie).

Retirez la pile usagée en soulevant les deux côtés du support avec le bout des deux index. Vos pouces touchent ainsi les emplacements à attache sur le côté opposé du cercle rouge. **Insérez la pile neuve de sorte que les deux contacts entourent la pile sur un côté (cercle rouge).**

Assemblez à nouveau l'appareil dans l'ordre inverse et veillez à ce que la bague d'étanchéité en caoutchouc soit ajustée au bord supérieur de la partie frontale, ceci pour que la pièce à l'état fermé repose de manière hermétique sur le boîtier du manomètre.

En principe, la pile permet d'effectuer plusieurs centaines de mesures. L'énergie consommée pendant la mesure est très faible. La quantité d'énergie la plus grande est consommée lors de l'envoi de paquets de données vers l'imprimante de rapports.





#### AMPOULE DE CARBURE SELON DIN 18560-4

Prescriptions	Fiche de données de sécurité selon 1907/2006/CE article 31 (voir: <a href="http://www.cpm-radtke.com">www.cpm-radtke.com</a> )
Dangers possibles	Réagit avec l'eau avec la formation de gaz hautement inflammables
Mesures de premiers secours	Se reporter aux fiches de données de sécurité
Diamètre d'ampoule	14 mm
Longueur d'ampoule	env. 75 mm
Contenu	Carbure de calcium techn. (typ. 80.0 %)
<b>Quantité</b>	<b>7.0 g (± 0.5 g)</b>
<b>Granulation</b>	<b>0.3/1 mm</b>
Durée de conservation	Illimitée



#### AMPOULE DE CALIBRAGE

Prescriptions	aucune
Diamètre d'ampoule	10 mm
Hauteur d'ampoule	env. 35 mm
Contenu	eau distillée
Quantité	1,00 g (typ. mieux que ± 1 %)
Durée de conservation	Illimitée tant que la fermeture est hermétique



#### CHRONOMÈTRE/ TIMER

Plage de mesure	99:59 minutes come chronomètre 99:59 minutes come minuterie
Diamètre d'ampoule	10 mm
Affichage (division)	minutes et secondes
Précision	typiquement ±1 seconde
Température de service	de -10 à 80 °C
Boîte du manomètre	PE
Classe de protection	IP32
Alimentation	pile de type AAA
Particularités	émet un bip pendant une minute. Affiche ensuite le temps de minuterie. Bone et support d'aimant

<b>Bâtiment / Immeuble</b>					
<b>Phase/ élément de construction</b>					
<b>Étage / Appartement</b>					
<b>Type de chape</b>	<b>CT</b>		<b>CA</b>		<b>CAF</b>
	<b>Autre:</b>				
<b>Adjuvant</b>					
<b>Chauffage au sol</b>	<b>Oui</b>		Non		

**DOCUMENTATION AIR AMBIANT**

<b>Température</b>	[°C]	[°C]	[°C]
<b>Humidité</b>	[%hr]	[%hr]	[%hr]

**DOCUMENTATION SOL**

<b>N° de mesure :</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Épaisseur de chape</b>	[mm]	[mm]	[mm]
<b>Température</b>	[°C]	[°C]	[°C]

**ESSAI PRÉLIMINAIRE**

<b>Appareil d'essai utilisé</b>			
<b>Valeur de mesure chiffres</b>			

**RÉSULTAT CLIMA DU MATÉRIEL CCM HYGRO COMBI**

<b>Teneur en eau d'équilibre</b>	[%hr]	[%hr]	[%hr]
<b>Température d'équilibre</b>	[°C]	[°C]	[°C]

**RÉSULTAT MESURE CM**

<b>Pesée</b>	[g]	[g]	[g]
<b>Pression</b>	[bar]	[bar]	[bar]
<b>Teneur en eau</b>	[M-%]	[M-%]	[M-%]
<b>Température</b>	[°C]	[°C]	[°C]
<b>Maturité du revêtement atteinte ?</b>			
	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>OUI</b> <b>NON</b> <b>OUI</b> <b>NON</b>
<b>Date/signature Maître'ouvrage</b>			
<b>Remarques: Norme pertinente: DIN 18560-4: 2011-03</b>			
<b>Remarques: Norme pertinente: SIA 253/2002 incl. C1 2011</b>			

**REMARQUE FINALE**

Les indications contenues dans les instructions d'utilisation correspondent à l'état actuel de nos connaissances et doivent informer sur nos produits et sur leurs possibilités d'application. Ces indications n'ont pas pour objet de garantir certaines propriétés des produits ou leur aptitude pour une application concrète. Il convient de tenir compte des droits de propriété intellectuelle.

Nous œuvrons sans cesse à l'amélioration de nos produits. Par conséquent, nous nous réservons le droit de procéder sans préavis à des modifications et à des améliorations des produits décrits dans ces instructions d'utilisation.

## DÉCLARATION DE CONFORMITÉ

Directives UE à appliquer :

Nous confirmons que nos produits ont été fabriqués conformément aux directives suivantes.

- 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de certaines substances dangereuses dans les appareils électriques et électroniques.
- 2002/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques.
- Le règlement (CE) n° 1907/2006 (règlement REACH) du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006.
- La fabrication du flacon à pression selon la directive « Équipement sous pression » 97/23/CE du 29 mai 1997 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les équipements sous pression.
- Montage du manomètre digital (pour version d'appareil CCM Set ECO dig dig) selon DIN EN 837-2 Appareils de mesure de pression, recommandations de sélection et de montage pour les appareils de mesure de pression.
- **Les ampoules de carbure répondent aux directives stipulées dans la norme DIN 18560-4, dernière édition «Chapes dans les bâtiments» partie 4 « Chapes sur couche de séparation » point 5.3, convient pour l'évaluation de la maturité d'un revêtement.**

