

## Fiche d'information **BAW**

# Détermination de l'élévation adiabatique de la température du béton (MATB)

Édition 2025

Notification UE n° XXX

### Remarque:

Notifié en vertu de la directive (UE) 2015/1535 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information (JO L 241 du 17.9.2015, p. 1)

## Codes de pratique, recommandations et lignes directrices BAW

### Éditeur

Institut fédéral d'ingénierie hydraulique (BAW)  
Kußmaulstraße 17  
76187 Karlsruhe

Boîte postale 21 02 53  
76152 Karlsruhe

Tél.: 0721 9726-0

[info@baw.de](mailto:info@baw.de)

[www.baw.de](http://www.baw.de)

Copyright: Creative Commons BY-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

Sauf indication contraire, tous les droits sur les images sont détenus par le BAW.

| <b>Table des matières</b> |                                                                                                                                         | <b>Page</b> |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1                         | Références aux normes, à la littérature et à d'autres règlements techniques                                                             | 1           |
| 2                         | Champ d'application                                                                                                                     | 2           |
| 3                         | Élévation adiabatique de la température conformément à la norme DIN EN 12390-15 (méthode de référence)                                  | 2           |
| 4                         | Détermination de l'élévation quasi-adiabatique de la température sur le bloc de béton de grand format dans le cadre d'un essai pratique | 2           |
| 5                         | Estimation computationnelle de l'élévation adiabatique de la température du béton                                                       | 4           |

## **Liste des illustrations**

|                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| Figure 1: Bloc de béton avec disposition des capteurs de température | 4 |
|----------------------------------------------------------------------|---|

## **Liste des annexes**

|        |                                                                                                       |   |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| A.1.   | Notes sur la procédure                                                                                | 6 |
| A.1.1. | Généralités                                                                                           | 6 |
| A.1.2. | Élévation adiabatique de la température conformément à la section 3                                   | 6 |
| A.1.3. | Augmentation quasi adiabatique de la température conformément à la section 4                          | 6 |
| A.1.4. | Estimation computationnelle de l'élévation adiabatique de la température, conformément à la section 5 | 7 |

## Remarque préliminaire

L'élévation adiabatique de la température du béton est une propriété propre au béton, qui influe sur la contrainte précoce et la formation d'autocontraintes dans les éléments en béton, et peut avoir un impact sur le risque de formation secondaire d'ettringite dans ces éléments.

L'élévation adiabatique de la température du béton constitue un paramètre d'entrée pour la détermination de l'armature de contrainte due à la compulsion précoce, conformément au BAW-MRZ.

Le BAW-MATB décrit des méthodes permettant de déterminer ou d'estimer l'élévation adiabatique de la température du béton.

Les marchandises commercialisées légalement dans un autre État membre de l'Union européenne ou en Turquie, ou originaires et commercialisées légalement dans un État de l'AELE partie contractante à l'accord sur l'Espace économique européen, sont réputées compatibles avec la présente mesure. L'application de cette mesure est soumise au règlement (CE) n° 764/2008 du Parlement européen et du Conseil du 9 juillet 2008 établissant les procédures relatives à l'application de certaines règles techniques nationales à des produits commercialisés légalement dans un autre État membre et abrogeant la décision n° 3052/95/CE (JO L 218 du 13.8.2008, page 21).

## 1 Références aux normes, à la littérature et à d'autres règlements techniques

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BAW-MRZ         | Institut fédéral d'ingénierie hydraulique [éd.] (2025) BAWMerkblatt Rissbreitenberenzung für Zwang in massive Wasserbauwerke (MRZ) [fiche d'information BAW: Limitation de la largeur des fissures pour la retenue dans les structures hydrauliques massives (MRZ)]. Karlsruhe: Institut Fédéral de Génie hydraulique (brochures de BAW, recommandations et lignes directrices). |
| DIN EN 196-8    | DIN EN 196-8:2010-07 Méthodes d'essai des ciments — Partie 8: Chaleur d'hydratation — Méthode par dissolution; version allemande EN 196-8:2010                                                                                                                                                                                                                                   |
| DIN EN 196-9    | DIN EN 196-9:2010-07 Méthodes d'essai des ciments — Partie 9: Chaleur d'hydratation — Méthode semi-adiabatique; version allemande EN 196-9:2010                                                                                                                                                                                                                                  |
| DIN EN 196-11   | DIN EN 196-11:2019-03 Méthodes d'essai des ciments — Partie 11: Chaleur d'hydratation — Méthode par calorimétrie à conduction isotherme; version allemande EN 196-11:2018                                                                                                                                                                                                        |
| DIN EN 12390-15 | DIN EN 12390-15:2019-10 Essai du béton solide – Partie 15: méthode adiabatique de détermination de la chaleur dégagée par le béton en cours de durcissement; version allemande EN 12390-15:2019.                                                                                                                                                                                 |
| ZTV-W LB 215    | Ministère fédéral du numérique et des transports [éd.] (2025) ZTV-W LB 215: Conditions techniques de contrat supplémentaires — Génie hydraulique (ZTV-W), concernant les structures hydrauliques en béton et en béton armé (domaine de prestations 215).                                                                                                                         |

## 2 Champ d'application

- (1) Le BAW-MATB décrit deux méthodes d'essai ainsi qu'une méthode de calcul pour déterminer ou estimer l'élévation adiabatique de la température du béton.
- (2) Des informations sur les procédures d'essai et les méthodes de calcul figurent à l'annexe 1.

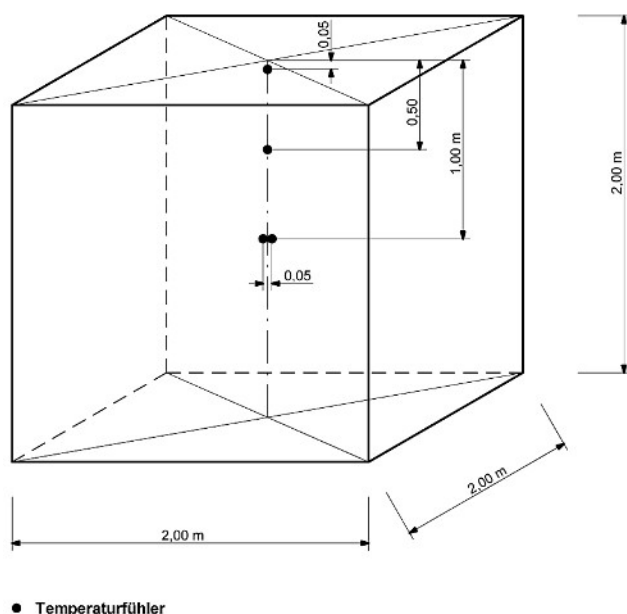
## 3 Élévation adiabatique de la température conformément à la norme DIN EN 12390-15 (méthode de référence)

- (1) L'élévation adiabatique de la température du béton est déterminée conformément à la norme DIN EN 12390-15. La période d'essai est de sept jours.
- (2) Pour le lot de ciment utilisé dans l'expérience, la chaleur d'hydratation est déterminée conformément à la norme DIN EN 196-8 ou DIN EN 196-11 et un échantillon de réserve est remis au pouvoir adjudicateur.
- (3) Les essais doivent être documentés dans un rapport d'essai contenant les informations conformément à la norme DIN EN 12390-15, 8, points a) à t). Les informations complémentaires suivantes doivent être incluses dans le rapport d'essai:
  - température du béton frais après production de béton, en °C;
  - le rapport  $C_{cal}/C_{con}$  et la comparaison avec l'exigence de Norman;
  - chaleur d'hydratation conformément à la norme DIN EN 196-8 ou DIN EN 196-11 du lot de ciment utilisé, en J/g;
  - date et protocole du dernier étalonnage du calorimètre conformément à la norme DIN 12390-15, annexe A;
  - indication des plages de température dans lesquelles les valeurs déterminées de l'écart au comportement adiabatique ( $\alpha$ ) sont utilisées pour déterminer  $T_c^*(t)$ ;
  - présentation des températures  $T_{con}(t)$ ,  $T_{cal}(t)$ ,  $T_c^*(t)$ ,  $q(t)$  sous forme de tableau et de graphique.

## 4 Détermination de l'élévation quasi-adiabatique de la température sur le bloc de béton de grand format dans le cadre d'un essai pratique

- (1) Un bloc de béton de grand format (2,0 m x 2,0 m x 2,0 m) doit être produit par type de béton, conformément aux spécifications (voir figure 1). Ce faisant, il est tenu compte des conditions limites suivantes:
  - la chaleur d'hydratation du lot de ciment utilisé dans le béton doit être déterminée conformément à la norme DIN EN 196-8 ou DIN EN 196-11, et un échantillon de réserve est remis au pouvoir adjudicateur;
  - le bloc doit être entièrement isolé thermiquement sur toutes ses faces ( $d \geq 360$  mm; classe de conductivité thermique 040 ou inférieure; résistance à la compression suffisante);
  - tout ancrage traversant est interdit;

- la température du béton frais lors de la mise en place peut être de 15 °C, tandis que la température de l'air ambiant pendant l'essai (durée de mesure: 168 heures) ne doit pas descendre en dessous de 5 °C;
- deux capteurs de température (distance de 5 cm) doivent être disposés au centre du bloc; deux capteurs de température supplémentaires doivent être placés sur une ligne imaginaire entre le centre du bloc et le centre d'une surface latérale ou le centre de la surface supérieure à une distance de 5 cm et 50 cm de la surface (voir figure Figure 1);
- des capteurs de résistance ayant une déviation admissible de  $\pm 1$  K doivent être utilisés comme capteurs de température; la chaîne de mesure (capteur de température, enregistreur de données, alimentation électrique) doit avoir une précision de  $\pm 1$  K pour l'enregistrement de la plage de température;
- le profil de température dans le bloc de béton et la température de l'air environnant doivent être enregistrés en continu à une fréquence de 30 minutes sur une période d'au moins 168 heures (7 jours);
- les essais doivent être documentés dans un rapport d'essai contenant les informations suivantes:
  - chaleur d'hydratation conformément à la norme DIN EN 196-8 ou DIN EN 196-11 du lot de ciment utilisé, en J/g;
  - type, désignation et précision de mesure des capteurs et de la chaîne de mesure;
  - documentation de la chaîne de mesure (fiches techniques, configuration de l'enregistreur de données, préparation des données);
  - température du béton frais  $T_{\text{Béton}}$  au moment de l'installation, en °C;
  - présentation de la température mesurée  $T_{\text{Béton}}(t)$  sous forme de tableau et de graphique, en °C;
  - présentation de  $T_{\text{qadiab}}(t)$  sous forme de tableau et graphique, en K.



Temperaturfühler

Capteur de température

Figure 1: Bloc de béton avec disposition des capteurs de température

## 5 Estimation computationnelle de l'élévation adiabatique de la température du béton

- (1) L'élévation adiabatique de la température du béton est estimée mathématiquement selon la formule (1).
- (2) Le calcul repose sur la chaleur d'hydratation du ciment présent dans le béton, sur la base d'une valeur d'essai actuelle:  $Q_{iso}$ .

$$\Delta T_{ad, 7d, cal} = \frac{Q_{iso} z}{\frac{Q_{iso}}{Q_{adiab.}} \cdot (c_c * z + c_{ad} * f + c_d * g + c_w * w)} \quad (1)$$

$\Delta T_{ad, 7d, cal}$  Élévation adiabatique de la température du béton calculée, en K

$Q_{iso}$  Chaleur d'hydratation du ciment conformément à la norme DIN EN 196-8 (référence) ou DIN EN 196-11 en J/g. Alternativement, la chaleur d'hydratation déterminée conformément à la norme DIN EN 196-9 peut être utilisée. La valeur pour  $Q_{iso}$  est alors 80 % du résultat, conformément à la norme DIN EN 196-9, après 168 heures de mesure.

$Q_{adiab}$  Chaleur d'hydratation du ciment dans des conditions adiabatiques, en J/g

$Q_{iso}/Q_{adiab.}$  Rapport entre la chaleur isotherme d'hydratation  $Q_{iso}$  à 20 °C et la chaleur d'hydratation adiabatique  $Q_{adiab}$  après 7 jours:

Sans déterminer le ratio réel, les valeurs suivantes peuvent être utilisées lors de l'utilisation

CEM III LH: 0,75

CEM II/A, CEM II/B, CEM III: 0,80

CEM I: 0,90

$c_c, c_{ad}, c_a$  Chaleur spécifique du ciment, de l'additif et du grain de roche. À moins que des informations distinctes ne soient disponibles: 0,84 J/(g\*K)

$c_w$  Chaleur spécifique de l'eau contenue dans l'échantillon. À moins que des informations distinctes ne soient disponibles: 3,76 J/(g\*K) conformément à DIN EN 12390-15

$z, f, g$  Teneur en ciment, teneur en additifs, teneur en grains de roche en kg/m<sup>3</sup>

$w$  Teneur en eau en kg/m<sup>3</sup>

- (3) Les essais doivent être documentés dans un rapport d'essai précisant les paramètres utilisés.

- $Q_{iso}$  en tant que valeur d'essai en J/g accompagnée du rapport d'essai;
- le ratio supposé  $Q_{iso}/Q_{adiab}$ ;
- teneur en ciment, teneur en additifs, teneur en eau, teneur en grains de roche du béton en  $kg/m^3$
- $c_c, c_{ad}, c_a, c_w$
- $\Delta T_{ad, 7d, cal}$  en K

## **A.1. Notes sur la procédure**

### **A.1.1. Généralités**

- (1) Des informations sont fournies ci-après sur les trois méthodes à prendre en compte pour l'évaluation des résultats.
- (2) La chaleur d'hydratation du béton est principalement influencée par les propriétés du ciment et la teneur en ciment.
- (3) En substance, les variations de production des propriétés du ciment peuvent conduire à des élévations adiabatiques de la température différentes, bien que la composition du béton soit identique, lorsqu'un lot de ciment différent est utilisé. Afin de classer l'élévation adiabatique de la température du béton déterminée conformément aux sections 3 et 4, il est donc absolument nécessaire de déterminer la chaleur d'hydratation du lot de ciment utilisé dans l'essai, conformément à la norme DIN EN 196-8 ou DIN EN 196-11.
- (4) En ce qui concerne la composition du béton, les fluctuations attendues de l'élévation adiabatique de la température peuvent être estimées sur la base de la connaissance des variations de production de la chaleur d'hydratation du ciment.

### **A.1.2. Élévation adiabatique de la température conformément à la section 3**

- (1) La détermination de l'élévation adiabatique de la température conformément à la section 3 constitue la méthode de référence pour l'évaluation de l'élévation adiabatique de la température.
- (2) Lors de l'essai en laboratoire, réalisé dans des conditions définies et en tenant compte des pertes de chaleur dans le calorimètre à béton, l'élévation adiabatique de la température du béton est déterminée en prenant en compte l'ensemble des propriétés du béton testé ainsi que les lots de béton utilisés.
- (3) Il est ainsi démontré qu'une certaine élévation adiabatique de la température peut être maintenue avec la composition de béton étudiée.

### **A.1.3. Augmentation quasi adiabatique de la température conformément à la section 4**

- (1) Lors de l'essai réalisé sur le chantier, si celui-ci est correctement effectué, l'élévation quasi adiabatique de la température du béton est déterminée en tenant compte de toutes les propriétés du béton examiné ainsi que des lots de matières premières utilisés.
- (2) L'élévation quasi adiabatique de la température déterminée lors de l'essai sur chantier constitue une estimation basse de l'élévation adiabatique de la température dans le béton, dans la mesure où les pertes de chaleur inévitables ne sont pas prises en compte en raison des conditions environnementales variables. Des écarts plus importants de la température du béton frais, ainsi que des fluctuations plus marquées de la composition du béton dues à la production en centrale, par rapport à l'essai en laboratoire, peuvent également entraîner des variations plus importantes des résultats.
- (3) Outre la détermination de l'élévation quasi adiabatique de la température du béton, d'autres propriétés du béton peuvent être examinées lors de la fabrication du bloc, contrairement à

l'essai en laboratoire, telles que la pompabilité et la stabilité des pores d'air dans des conditions réelles de chantier.

- (4) Il est ainsi démontré qu'une certaine élévation adiabatique de la température peut être maintenue avec la composition de béton étudiée. Les résultats sont moindres, mais restent suffisamment prudents par rapport à ceux de l'essai adiabatique mentionné à la section 3.

#### **A.1.4. Estimation computationnelle de l'élévation adiabatique de la température, conformément à la section 5**

- (1) En recourant à une approche de calcul, l'élévation adiabatique de la température du béton est estimée en supposant une température du béton frais de 20 °C, sur la base d'hypothèses relatives à des paramètres issues de la bibliographie ainsi que de la chaleur d'hydratation du ciment déterminée par essai.
- (2) La détermination de la chaleur d'hydratation du ciment peut être réalisée selon trois méthodes d'essai normalisées différentes (DIN EN 196-8, DIN EN 196-9, DIN EN 196-11), dont l'objectif principal est de déterminer la propriété LH du ciment. Les résultats d'essai obtenus par ces trois méthodes présentent certaines fluctuations liées à la procédure elle-même. Les résultats de deux essais correctement réalisés par deux laboratoires distincts peuvent différer, selon les tolérances de précision spécifiées dans les normes, jusqu'à 50 J/g selon la norme DIN EN 196-8, jusqu'à 42 J/g selon la norme DIN EN 196-9, et jusqu'à 37 J/g selon la norme DIN EN 196-11.
- (3) Les écarts mentionnés au point 2) peuvent entraîner, à eux seuls, des écarts d'environ 5 K dans l'élévation adiabatique calculée de la température du béton sur la base de la seule chaleur d'hydratation du ciment, tous les autres paramètres étant supposés constants.
- (4) Des écarts de 0,05 dans le rapport réel  $Q_{iso}/Q_{ad}$  par rapport au rapport calculé peuvent entraîner une différence d'environ 3 K dans l'élévation adiabatique calculée de la température du béton.
- (5) Lors de l'application de l'approche de calcul, compte tenu des imprécisions mentionnées aux points 3) et 4), il convient d'évaluer avec soin la méthodologie simplifiée d'estimation de l'élévation adiabatique de la température et les effets éventuels sur l'ouvrage ou l'élément concerné.