

REVISION DE L'ANNEXE « ESTIMATION DES TEMPERATURES » DES RECOMMANDATIONS POUR LA PREVENTION DES DESORDRES DUS A LA REACTION SULFATIQUE INTERNE

**Y. Beaufort, F. Benboudjema, L. Bessette, H. Colina, F. Cussigh,
A. Delaplace, L. Izoret, J.M. Torrenti, V. Waller**

REVISION DE L'ANNEXE « ESTIMATION DES TEMPERATURES » DES RECOMMANDATIONS POUR LA PREVENTION DES DESORDRES DUS A LA REACTION SULFATIQUE INTERNE

Y. Beaufort, F. Benboudjema, L. Bessette,
H. Colina, F. Cussigh, A. Delaplace,
L. Izoret, J.M. Torrenti, V. Waller

JOURNÉES TECHNIQUES

GC'2017

AFGC



- ▶ Révision des recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne
 - Cf. exposé Bruno Godart
- ▶ Annexe permettant d'estimer à l'aide de paramètres simples la température maximale atteinte lors d'un bétonnage
- ▶ Volonté d'améliorer la prévision, notamment pour les bétons à base de CEMIII ou CEMV



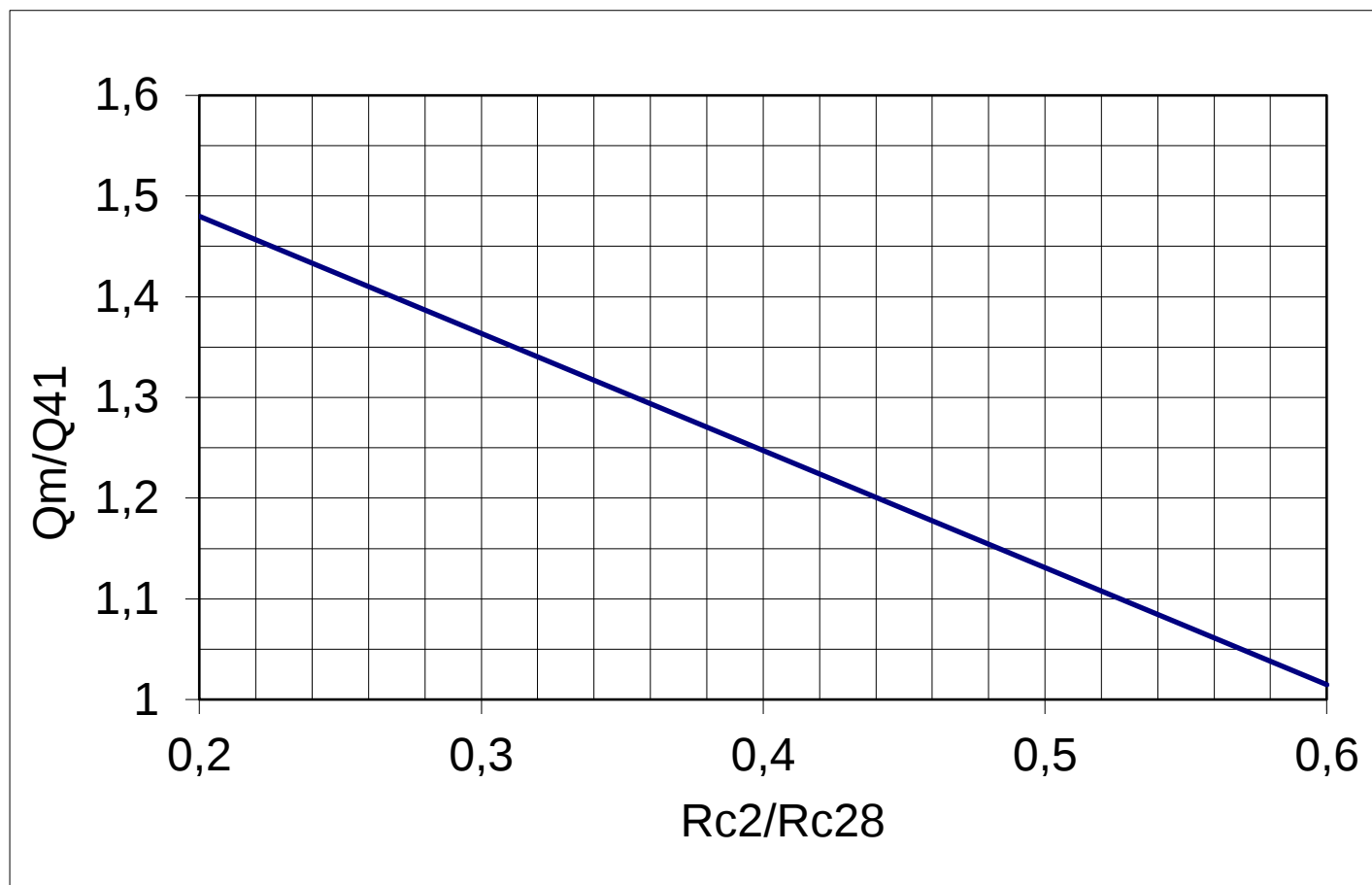
techniques et méthodes
des laboratoires des ponts et chaussées



Guide technique

**Recommandations
pour la prévention des désordres
dus à la réaction sulfatique interne**

- Estimation du dégagement de chaleur à l'infini Q_m pour le ciment retenu :
 - Méthode actuelle :



► Nouveautés de l'étape 1 :

- Possibilité d'utiliser Q_{120} pour estimer Q_m
pour les ciments CEMI et CEMII : $Q_m = 1.05 Q_{120}$
pour les ciments CEMIII et CEMV : $Q_m = 1,15 Q_{120}$
- Q_m ne peut plus être inférieure à Q_{41}
- Les équations des abaques sont données

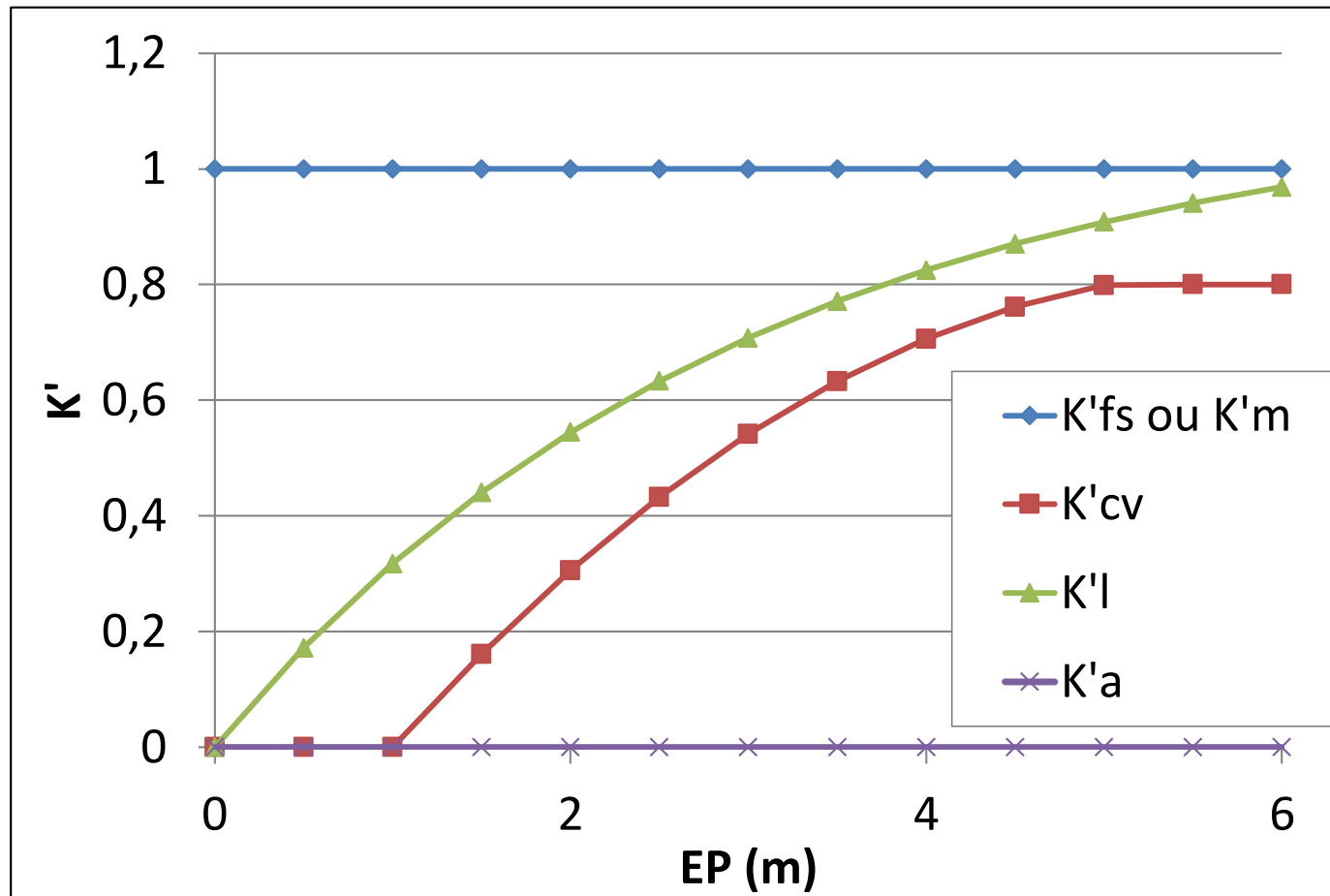
► Application : CEMIII

- $Q_{41} = 220$ kJ/kg, $Q_{120} = 250$ kJ/kg, $R_{c2} = 15$ MPa et $R_{c28} = 56$ MPa.
- Ancienne annexe : $Q_m = 308$ kJ/kg
- Nouvelle annexe : $Q_m = 1,15 \times 250 = 288$ kJ/kg

► Prise en compte des additions minérales

- Liant équivalent chaleur

$$LEch = C + \sum K'i A_i$$



► Nouveautés de l'étape 2 :

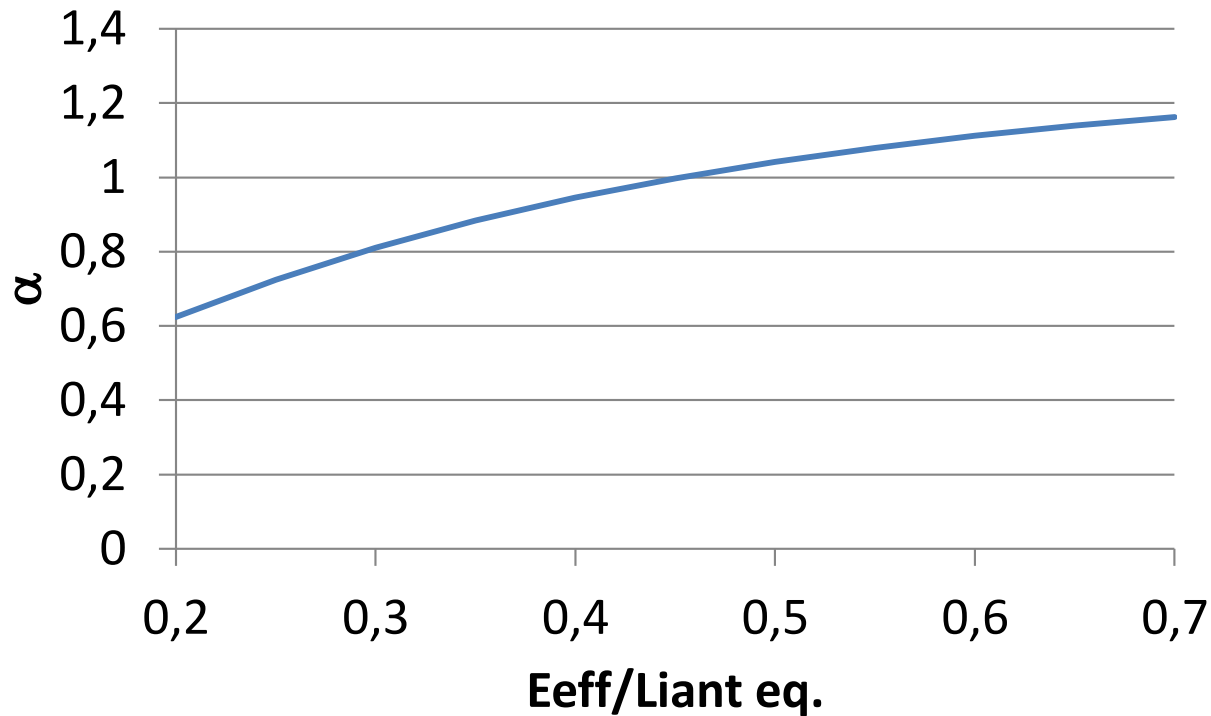
- Prise en compte de toutes les additions dans le calcul du liant équivalent chaleur LEch,
- $K'=1$ pour le métakaolin
- Pour le laitier, une fonction mathématique $K'=f(EP)$ plus régulière

► Application :

- Béton dosé à 180 kg/m^3 de CEM I et comprenant 140 kg/m^3 de laitier
- Pour $EP = 1,5 \text{ m}$, $K'l=1,12 (1-\exp(-1,5/3))=0,44$ d'où $LEch=180+0,44 \times 140=242 \text{ kg/m}^3$.
- Pour $EP = 5 \text{ m}$, $K'l=0,91$ d'où $LEch=180+0,91 \times 140 = 319 \text{ kg/m}^3$.

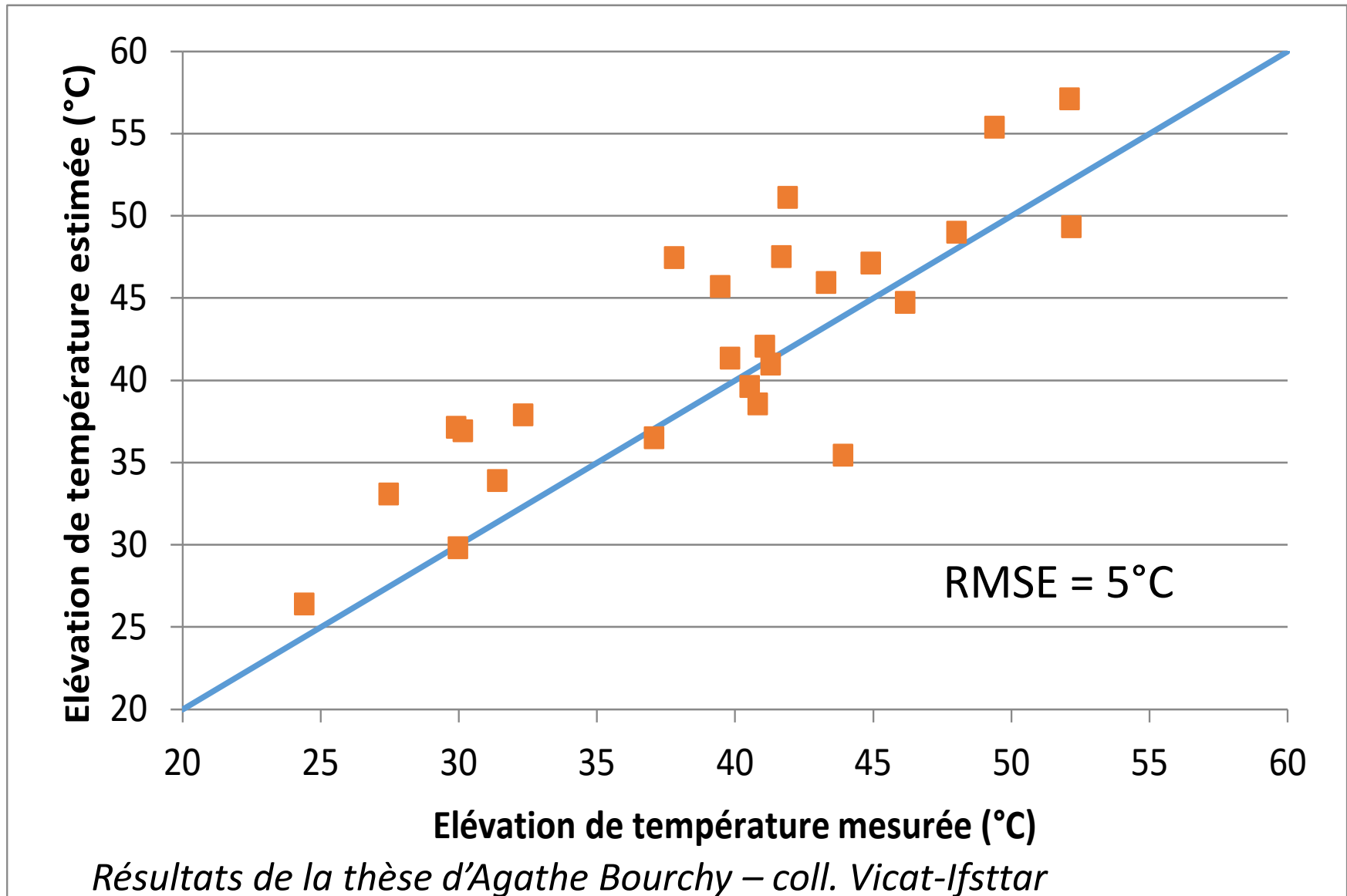
► Prise en compte de l'impact
du rapport $E_{eff}/Liant\ eq.$:

- Liant eq. au sens de EN 206/CN
- Rend compte de l'arrêt de l'hydratation par manque d'eau



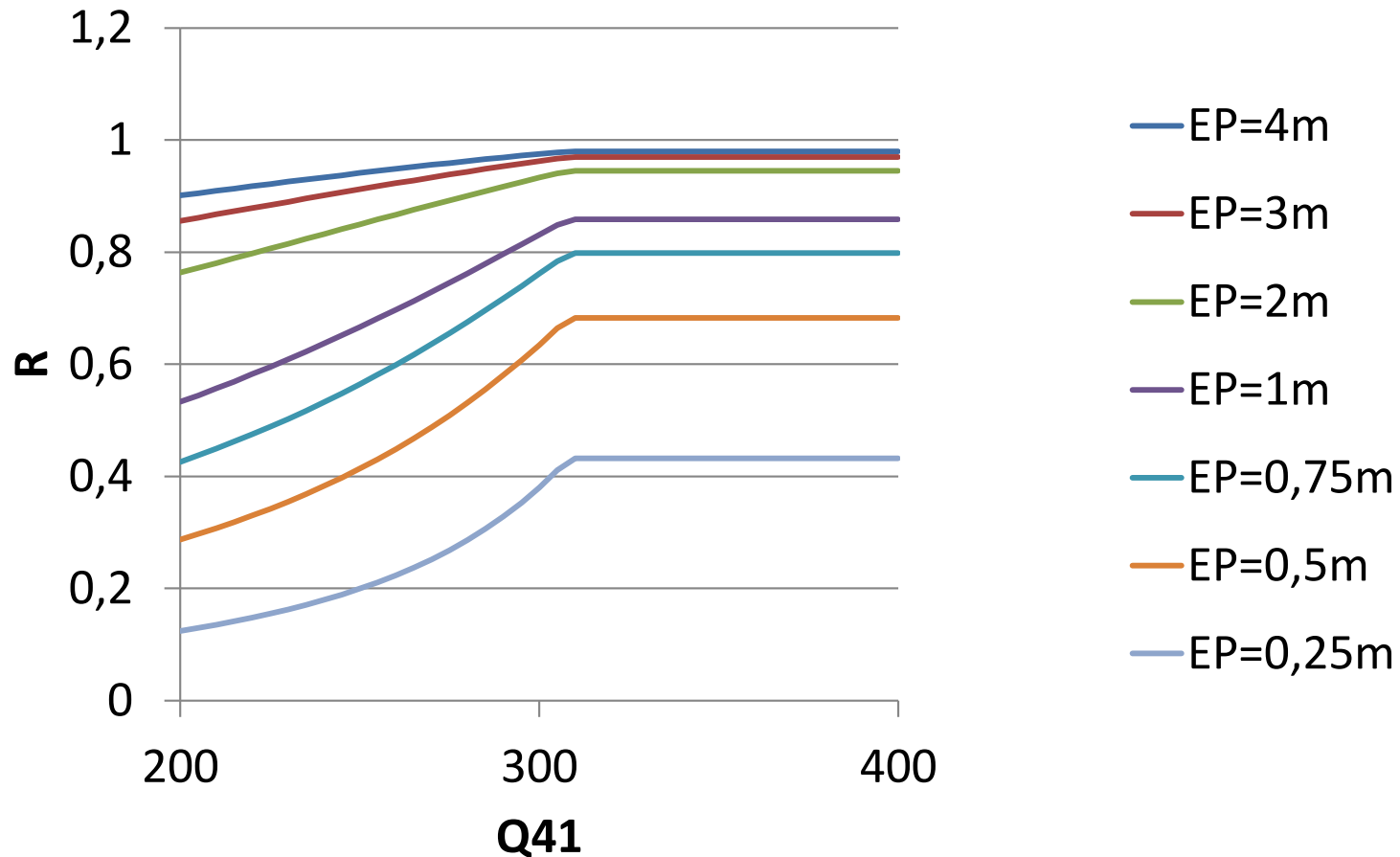
- ▶ Estimation de l'élévation de température en l'absence de déperditions thermiques (i.e. adiabatique)
 - $\Delta T_{adia} = \alpha (Q_m \times LE_{ch}) / (C_{th} \times M_v)$
 - Nouveauté : α est un paramètre multiplicatif
 - Reprise de l'exemple du CEMIII avec $C = 385 \text{ kg/m}^3$, $M_v = 2310 \text{ kg/m}^3$, $E_{eff} = 165 \text{ kg/m}^3$
 - $\alpha = 0,98$ d'où :
 - si Q_m est estimé à partir de Q_{120} , $\Delta T_{adia} = 0,98 (287,5 \times 385) / (1 \times 2310) = 47 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Et si Q_m est estimé à partir de Q_{41} , $\Delta T_{adia} = 0,98 (308 \times 385) / (1 \times 2310) = 50 \text{ }^\circ\text{C}$

COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

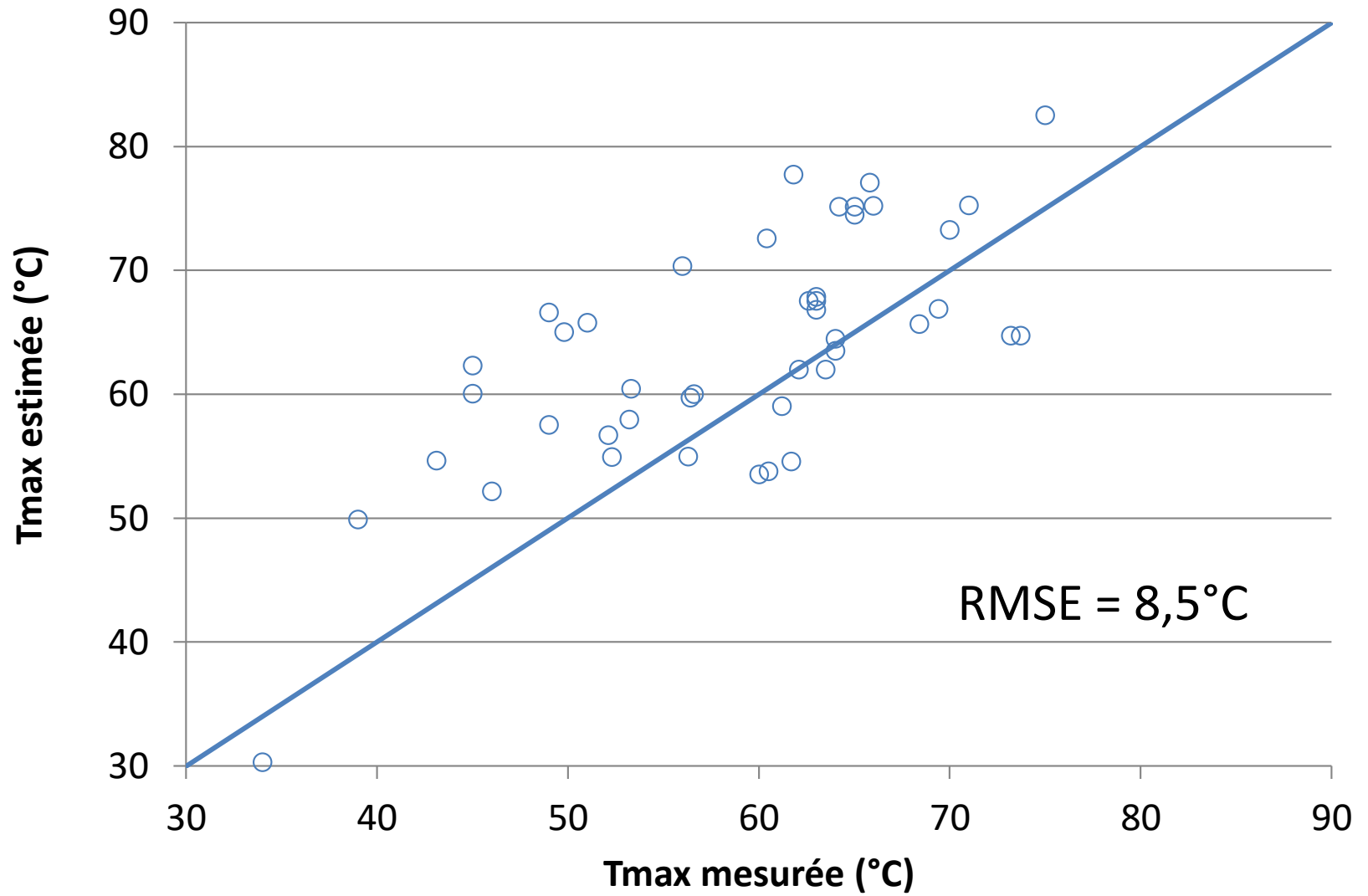


► Prise en compte des déperditions thermiques

- $\Delta T = R(EP, Q41) \times \Delta T_{adia}$



COMPARAISON AVEC MESURES IN-SITU



► La nouvelle annexe :

- Donne une prédiction légèrement meilleure grâce à une meilleure prise en compte des ciments avec additions et du Q_{120} ,
- En restant volontairement sécuritaire.

► Nécessité d'une approche de modélisation par MEF si besoin d'une plus grande précision

- Mais nécessite la détermination de données comme la courbe de dégagement de chaleur du béton en conditions quasi-adiabatiques ou adiabatiques, de l'énergie d'activation, des conditions aux limites...