

Fiche maturométrie H-UKR

LA MATUROMÉTRIE : DÉCOFFRER EN SÉCURITÉ ET DANS LES DÉLAIS

La maturométrie, quèsaco ?

La maturométrie⁽¹⁾ consiste, à partir du suivi de la température au sein de l'ouvrage, à déterminer par calcul (au jeune âge) le degré d'avancement des réactions d'hydratation correspondant au durcissement du béton. Le concept de « maturité » permet de traduire l'état de mûrissement du béton, c'est-à-dire son niveau de durcissement. Il intègre les effets couplés de la température et du temps sur la cinétique de mûrissement du béton.

Deux bétons de même composition ayant même valeur de maturité auront même résistance quelle que soit l'histoire de températures ayant conduit à cette valeur de maturité.

La maturométrie permet donc de connaître la résistance du béton à partir de la relation degré d'avancement/résistance.

Cette méthode est applicable aux ciments innovants H-UKR puisque ce sont des liants hydrauliques dont les réactions d'hydratation sont thermoactivées.

Décoffrage au jeune âge : quel ciment choisir pour tenir les cadences ?

Dans un contexte climatique et environnemental sensible, les ciments au laitier sont plus largement utilisés par les acteurs du bâtiment pour réduire leur empreinte carbone.

La substitution des ciments traditionnels CEM I ou CEM II par **des ciments au laitier**, types CEM III/A, B ou C **impacte les cadences usuelles des chantiers** puisque la cinétique de prise de ces ciments est sensible à la température extérieure: **leur cinétique de prise est ralentie par temps froid**, ce d'autant plus que la quantité de laitier présente dans ces ciments est importante.

Pour assurer la sécurité des ouvrages et permettre le retrait des banches, la résistance en compression optimale du béton est de l'ordre de 5 MPa. Cependant, les cadences de chantiers imposent parfois un retrait des banches dès lors que le béton atteint 2 MPa de résistance en compression.

L'objectif de cette étude est d'étudier l'influence de la température sur la résistance en compression de cinq ciments au laitier : H-UKR N, H-UKR R, CEM II/A-LL 42.5 R, CEM III/A 52.5 L et CEM III/B 42.5 N pour évaluer l'impact sur le décoffrage à jeune âge des bétons au laitier.



Méthode d'essais

Les essais consistent à placer des éprouvettes de béton d'une même formule dans deux ambiances bien distinctes, froide et chaude, et à caractériser la montée en résistance sur ces deux ambiances pour définir le paramètre Energie d'activation de la formule qui permettra de relier histoire thermique / maturité et résistance en compression.

Le ciment H-UKR existe en deux versions : H-UKR N, utilisable en condition normale de température et H-UKR R, adapté aux températures inférieures à 18°C. Pour cette étude, les bétons à base de CEM III/A et CEM III/B ont été adjuvantés avec un accélérateur de prise à hauteur de 3% du poids du ciment. Le béton à base de CEM II/A a été adjuvanté avec un accélérateur de prise à hauteur de 2% du poids du ciment.

Les bétons sont référencés de la manière suivante : XXX_A_B + Y% où :

XXX : type de ciment

B : rapport Eff/C réel

A : dosage en ciment/m³ de béton

Y : accélérateur de prise

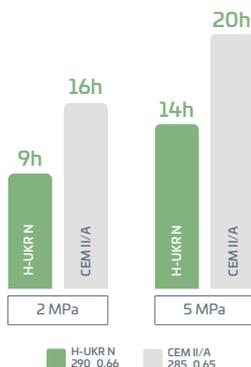
Par souci de comparaison, les teneurs en ciment et les rapports E/C des bétons caractérisés sont similaires.

Résultats expérimentaux

Cycle de température de 20°C – conditions normales de température

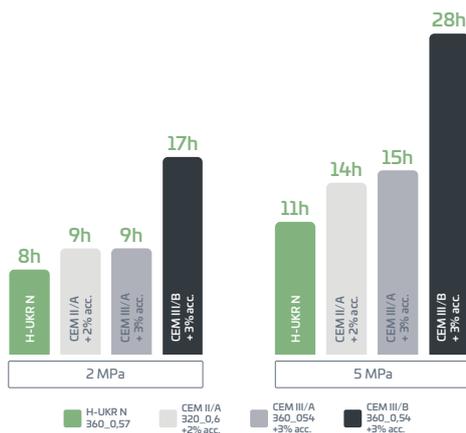
Cycle
20°C

A 20°C, le comportement mécanique du béton à base de ciment H-UKR N en comparaison au béton à base de ciment CEM II/A non accéléré est plus performant et, ceci à teneur en ciment et rapport E/C comparables.



Cycle
20°C

Le comportement mécanique des bétons à base de ciments H-UKR N, CEM II/A accéléré et CEM III/A accéléré est similaire à jeune âge : la résistance en compression atteint 2 MPa en moins de 10h. La cinétique de prise du béton à base de ciment CEM III/B accéléré est deux fois plus lente que le béton à base de ciment H-UKR N à jeune âge.



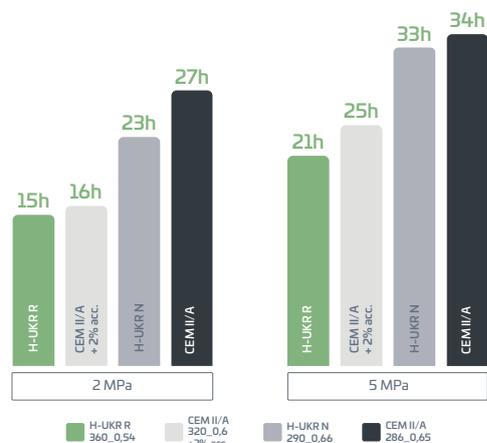
**HOFFMANN
GREEN CEMENT**
Catalyseur
de la Transition
Carbone

Cycle de température jour/nuit de 4 - 12°C – conditions hivernales

Cycle
4-12°C



En conditions hivernales (cycle de 4 – 12°C), le comportement mécanique à jeune âge des bétons à base de ciment HUKR R et CEM II/A accéléré est similaire. Sans accélérateur, le comportement mécanique à jeune âge du béton à base de ciment H-UKR N est meilleur que le béton à base de CEM II/A : la résistance en compression atteint 2 MPa en, respectivement : 23h et 27h.

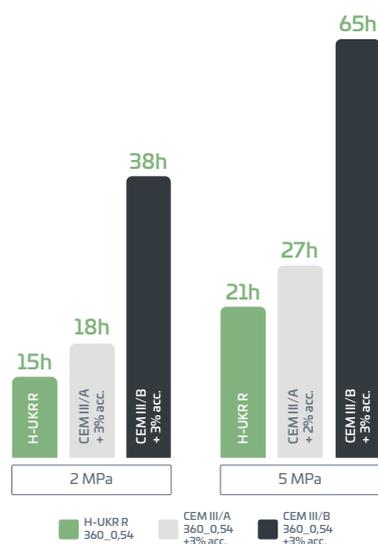


Cycle
4-12°C



La comparaison du béton à base de ciment H-UKR R et du béton à base de CEM III/A accéléré permet d'établir que l'ajout d'un accélérateur ne permet pas au béton à base de CEM III/A d'atteindre les performances du béton à base de ciment H-UKR R. La résistance mécanique atteint 2 MPa en 15h pour le béton H-UKR R et en 18h pour le béton CEM III/A accéléré.

Le comportement du béton à base de ciment CEM III/B accéléré est bien plus sensible aux basses températures : sa cinétique de prise est deux fois plus lente que celle des deux autres bétons. En effet, sa résistance en compression atteint 2 MPa en 38h et 5 MPa en près de 65h.



**HOFFMANN
GREEN CEMENT**
Catalyseur
de la Transition
Carbone

Conclusion

Ciments au laitier oui, mais le ciment H-UKR

Cette étude avait pour objectif de mettre en évidence l'influence des cycles de températures sur les performances mécaniques de différents bétons et d'en déduire l'impact sur les temps de décoffrage de ces bétons.

En considérant que la résistance optimale pour le décoffrage des banches, et donc le respect des cadences de chantiers, est à minima de 2 MPa, nous constatons les points suivants :

- Le ciment H-UKR est performant quelles que soient les conditions de température.
- Le ciment H-UKR permet de décoffrer les banches en moins de 16h et donc de maintenir les cadences de chantiers en période hivernale (pour des températures extérieures moyennes supérieures ou égales à +5°C).
- Le ciment H-UKR est équivalent à un ciment CEM II/A-LL que ce soit par temps froid ou tempéré.
- L'ajout d'un accélérateur de prise au béton à base de CEM III/A est nécessaire, par temps froid et tempéré, **pour obtenir une cinétique de prise proche de celle du béton.**
- L'ajout d'un accélérateur de prise au béton à base de CEM III/B n'améliore pas la cinétique de prise quel que soit le cycle de température. Le béton à base de CEM III/B ne permet donc **pas de répondre à une cadence de décoffrage chantier usuelle.**

Le comparateur de l'impact carbone des ciments Hoffmann Green Cement Technologies et des ciments traditionnels est disponible sur : <https://www.ciments-hoffmann.fr/comparateur/>



Références bibliographiques

(1) : LCPC – Guide Technique « Résistance du béton dans l'ouvrage – Maturité »

Pour toutes demandes,
contacter nos équipes

Amina MOKRANI
Ingénieure Evaluation
Tél. +33 2 51 34 45 81
Mail : amina.mokrani@ciments-hoffmann.fr

Retrouvez-nous sur
www.ciments-hoffmann.fr

Siège Administratif
6 rue de La Bretauière
Chaillé Sous Les Ormeaux
85310 Rives de l'Yon