



Hydronix

Lors de la production de béton, comment contrôler l'affaissement à l'aide des sondes d'humidité Hydronix ?

La consommation mondiale de béton est d'environ 1 tonne par personne par an, ce qui en fait la deuxième substance la plus consommée au monde après l'eau. Il contient trois éléments : agrégats et sable (granulats), ciment (liant) et eau. Une fois combinés en fonction des proportions requises, ces éléments créent une réaction chimique qui permet au béton de durcir.

Il existe deux types de béton différents : prêt à l'emploi et préfabriqué. Le béton prêt à l'emploi est généralement fabriqué dans une centrale de mélange, il est livré sur place dans des camions toupies et il est utilisé fraîchement mélangé. Le béton préfabriqué est utilisé pour fabriquer des éléments individuels en béton coulé qui font généralement partie d'une structure de plus grande envergure. Ce type de béton est fabriqué à l'intérieur d'une usine spécialisée et il fait l'objet de normes de qualité plus rigoureuses. Le contrôle de l'humidité constitue une partie fondamentale du processus de fabrication. Les deux types de béton nécessitent d'être fabriqués selon une recette particulière, avec les bonnes proportions de matériaux, pour veiller à la consistance, à la qualité et à la robustesse du béton.



Le fabricant de béton effectue souvent un essai d'affaissement pour tester la maniabilité, la fluidité et la consistance du mélange de béton. Divers facteurs affecteront l'essai d'affaissement, notamment les quantités d'agrégats et d'additifs, ainsi que la teneur en humidité. Cette note explique comment l'ajout d'un système de mesure de l'humidité numérique à micro-ondes dans la centrale de mélange peut contribuer à produire un béton consistant d'un lot à l'autre, et donc des caractéristiques d'affaissement qui sont elles aussi consistantes.

Pourquoi le contrôle de l'humidité est-il si important ?



Figure 1 : Évacuation naturelle de l'humidité à travers un tas d'agrégats

Dans l'idéal, les agrégats et le ciment devraient être complètement secs, de manière à ce que la quantité d'eau requise pour chaque lot soit un volume fixe et à ce que la qualité du béton produit soit identique d'un lot à l'autre. Toutefois, les agrégats sont généralement stockés en tas, la plupart du temps en plein air, et même si les matériaux sont stockés correctement et s'ils sont entreposés dans des récipients couverts, la teneur en humidité des agrégats changera constamment en raison des effets inévitables de l'écoulement.

Dans les centrales de production de béton modernes, la quantité de matériaux requis pour la recette est généralement pesée et la recette est calculée en utilisant le poids « sec » présumé des matériaux. Toutefois, les agrégats pesés contiennent une quantité inconnue d'eau. Même si cette note se concentre sur l'affaissement, le surplus d'eau ou d'humidité dans le sable et les agrégats peut aussi avoir des répercussions importantes sur les proportions eau/ciment, les proportions agrégats/ciments, le rendement et aussi la couleur du mélange. Ceci entraînera des irrégularités au niveau de l'affaissement, la robustesse, la couleur et la qualité, et donc un produit de qualité inférieure.

Pourquoi le bon calcul de l'humidité est-il important ?

Si le fabricant de béton respecte une recette fixe en utilisant des quantités pesées d'agrégats et de ciment, et s'il ajoute ensuite la quantité spécifiée d'eau au mélange, chaque lot produit variera en raison de la teneur en eau inconnue et variable des agrégats. Par exemple, si une recette stipule 1 000 kg d'agrégats, à moins qu'ils ne soient absolument secs, la quantité pesée ne sera pas 1 000 kg d'agrégats mais un mélange d'agrégats et d'eau.

Calcul de l'humidité

Le seul moyen de déterminer le degré d'humidité exact d'un agrégat en effectuant un essai en laboratoire consiste à prélever un échantillon de l'agrégat, à le peser (ainsi que son récipient), à sécher l'échantillon pour évaporer l'eau, et à le re-peser. Normalement, un second et troisième cycles de séchage sont effectués selon les besoins jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte supplémentaire de poids (ce qui signifie que l'échantillon est complètement sec.).

Les calculs sont alors effectués pour rectifier la dose en tenant compte de l'humidité supplémentaire du matériau, pour que la quantité d'agrégats soit correcte pour la recette de mélange pesée à sec. Un exemple des calculs est indiqué ci-dessous, en utilisant des valeurs simples pour expliquer le concept :

$$\begin{aligned} \text{Poids du récipient} &= 500,0 \text{ g} \\ \text{Poids total de l'échantillon mouillé et du récipient} &= 1\,500,0 \text{ g} \\ \text{Poids total de l'échantillon sec et du récipient} &= 1\,409,1 \text{ g} \\ \text{Perte de poids due au chauffage} &= 1\,500,0 - 1\,409,1 = 90,9 \text{ g} \\ \text{Poids à sec de l'échantillon} &= 1\,409,1 - 500,0 = 909,1 \text{ g} \\ \text{Poids mouillé de l'échantillon} &= 1\,500,0 - 500,0 = 1\,000,0 \text{ g} \end{aligned}$$

Ces valeurs peuvent être utilisées pour calculer le pourcentage d'eau dans le matériau, comme suit :

$$\text{HumiditéBaseSèche\%} = 100 \times \frac{\text{Poids de l'eau}}{\text{Poids du matériau sec}} = 100 \times \frac{91}{909} = 10 \%$$

Les mêmes valeurs utilisées pour une humidité à base mouillée produiraient les résultats suivants :

$$\text{HumiditéBaseMouillée\%} = 100 \times \frac{\text{Poids de l'eau}}{\text{Poids du matériau mouillé}} = 100 \times \frac{91}{1\,000} = 9,1 \%$$

Il est facile de voir comment la base des mesures doit être uniforme tout au long des calculs de l'humidité.

L'avantage de travailler avec des valeurs d'humidité à base sèche est qu'il est beaucoup plus simple de les utiliser pour calculer un poids cible à partir du poids conceptuel.

Comment les changements d'humidité affectent les proportions de matériaux

Les exemples suivants montrent l'effet des changements d'humidité des agrégats sur les proportions de matériaux du mélange. Autre que l'humidité totale, la proportion de matériaux du mélange est un facteur clé pour déterminer l'affaissement du béton.

Si un lot pesé contient 10 % d'humidité dans le sable et 0 % dans les graviers (en utilisant la méthode de poids sec), le tableau suivant indique le mélange de matériaux :

Matériaux	Poids visé	Humidité	Poids sec réel
Sable	1 000 kg	10 %	909 kg
Graviers 8 mm	500 kg	0 %	500 kg

La proportion sable/graviers est de 1,8 : 1

Toutefois, si un deuxième lot est dosé, celui-ci avec un sable à 0 % d'humidité et des graviers à 5 % d'humidité :

Matériaux	Poids visé	Humidité	Poids sec réel
Sable	1 000 kg	0 %	1 000 kg
Graviers 8 mm	500 kg	5 %	476 kg

La proportion sable/graviers est maintenant 2,1 : 1.

Ceci produit une différence considérable au niveau de la proportion de matériaux d'un lot à un autre, et à moins d'être rectifié, ceci aura un impact direct sur la qualité du béton produit. Il est donc indispensable que la teneur en eau des agrégats soit mesurée avec précision et que le poids à sec du matériau soit ajouté au mélange ainsi ajusté.

L'eau ajoutée à la dernière étape du mélange peut être ajustée selon la teneur en humidité des agrégats pour obtenir un rapport eau/ciment correct et un affaissement uniforme. Toutefois, pour une performance optimale il est recommandée de contrôler l'humidité et d'ajouter séparément de l'eau au malaxeur. Pour tous renseignements complémentaires, veuillez consulter notre site Internet.

Problèmes associés aux variations d'humidité

Si le mélange de béton ne respecte pas les proportions ou si le taux d'humidité est incorrect, ceci entraînera des problèmes de consistance, de maniabilité ou d'affaissement du béton. Les fabricants de béton prêt à l'emploi doivent veiller à ce que leur béton soit toujours de la consistance qui convient et capable de produire l'affaissement et la résistance corrects au moment de sa livraison au client.

Pour les fabricants de béton préfabriqué, les variations d'humidité causeront également des problèmes de moisissure et de coffrage lors de la fabrication de composants. Par exemple, les tuyaux peuvent s'effondrer une fois le noyau enlevé ou les blocs peuvent s'effriter à leur sortie de la machine à blocs. Les dalles de béton à noyaux creux sont également des exemples notoires où le béton peut s'affaisser ou se déformer au fur et à mesure que la machine à noyaux creux progresse le long de la ligne.

Le changement de superficie des agrégats est l'un des autres problèmes associés à la variation d'humidité de ces derniers (c'est-à-dire qu'il y en aura moins que prévu). Ceci est de grande importance lors de l'ajout de couleurs à un lot de béton, car le revêtement de la superficie par le pigment de couleur variera au fur et à mesure que les proportions du mélange changent. Ceci entraîne des différences de couleur d'un lot à l'autre et il peut être onéreux d'ajouter des couleurs supplémentaires pour rectifier le problème.



Figure 2 : Un exemple de béton à noyaux creux s'affaisant en raison d'une mauvaise consistance.

Quelle méthode de mesure de l'humidité dois-je utiliser ?

Même si les résultats des essais de séchage en laboratoire sont précis, ils sont laborieux et cette méthode ne permet pas d'apporter des changements aux doses de matériaux en temps réel. Il existe plusieurs méthodes de mesure de l'humidité, par exemple la méthode capacitive, la méthode résistive, les infrarouges et les micro-ondes, qui peuvent être utilisées pour automatiser le processus et qui présentent leurs propres avantages et inconvénients. L'un des systèmes les plus populaires utilise les micro-ondes, toutefois contrairement aux autres systèmes de mesure analogiques, les sondes Hydronix utilisent une technique numérique unique à micro-ondes qui n'est pas affectée par les impuretés, la couleur, la taille des particules ou la température. Elle est par ailleurs précise à $\pm 0,2\%$.

Bénéfices financiers de l'utilisation des mesures d'humidité Hydronix à micro-ondes

En plus d'une amélioration immédiate de la qualité et de la consistance du béton produit, lot après lot, le fabricant de béton présentera aussi le bénéfice d'une plus grande rentabilité. Ceci peut être défini par une réduction de la quantité de matériaux gâchés ou de gaspillage, ou par une amélioration de l'efficacité du matériau utilisé. Parmi les bénéfices :

- Réduction de la quantité de matériaux gaspillés suite à des proportions de mélange irrégulières.
- Réduction de la quantité de ciment utilisée pour obtenir la résistance correcte.
- Qualité reproductible des lots
- Maniabilité et affaissement uniformes
- Finition uniforme de la surface
- Les colorants peuvent être utilisés de manière plus efficace

Quelle sonde ?

Hydronix propose un choix de sondes d'humidité numériques à micro-ondes qui peuvent être installées dans différentes parties du processus. Toutes les sondes Hydronix effectuent des mesures 25 fois par seconde et envoient les données d'humidité au système de contrôle en temps réel, pour permettre un ajustement immédiat de la quantité d'agrégats pesée, du mélange de matériaux ou de la quantité d'eau ajoutée au malaxeur. Contrairement aux autres sondes disponibles sur le marché, les sondes Hydronix effectuent également tout le traitement directement dans la sonde et envoient un résultat linéaire réel au système de contrôle.

Mesure de l'humidité dans les bacs, les trémies et les convoyeurs d'agrégats.

La mesure de l'humidité à l'aide d'une sonde Hydro-Probe se fait généralement près de la porte du bac d'agrégats pour veiller à obtenir les lectures les plus fiables lorsque les agrégats passent devant la tête de détection en céramique, sans gêner le flux de matériaux. Selon les exigences particulières de l'équipement, la sonde peut être installée dans le goulot ou sous le bac. Une fois la sonde installée correctement, les relevés d'humidité peut être prélevés pour établir une moyenne pour chaque lot, et le système de contrôle de l'usine peut ajuster le poids pesé de chaque agrégat, en temps réel. Ceci veillera au dosage correct du poids à sec.



Conclusion

L'ajout au processus d'un système de contrôle et de mesure de l'humidité numérique à micro-ondes représente une solution simple et rentable pour le fabricant de béton. Le béton obtenu sera consistant d'un lot à l'autre, pour améliorer la qualité du produit et réduire le gaspillage ou les matériaux gâchés. Le contrôle de l'humidité peut être facilement installé dans les usines neuves ou existantes et la rentabilité de l'investissement peut être visible rapidement, très souvent juste quelques mois après l'installation, selon le rendement de l'usine.

À propos d'Hydronix

La société Hydronix, a été fondée en 1982. Forte de 85 000 unités vendues, elle est le leader mondial sur le marché des instruments de mesure de l'humidité à micro-ondes dans le secteur du béton et de la construction. Les produits Hydronix fournissent des solutions de mesure de l'humidité pour les agrégats et le béton frais pendant le malaxage, ainsi qu'un réseau global de vente et d'assistance. Ils sont donc la solution de premier choix des producteurs de béton.