



L'humidité dans la production enrobé bitumineux

Lorsqu'il a été demandé à un panel d'experts du contrôle qualité d'identifier les mesures automatisées pouvant présenter un intérêt pour la production d'asphalte, "le taux d'humidité sur les convoyeurs à bande/dans les trémies" et "la qualification et la mesure automatique de l'humidité dans les échantillons prélevés sur les convoyeurs" figuraient parmi les trois réponses les plus citées. Ces mesures vous seraient-elles également bénéfiques dans vos opérations de production d'enrobés bitumineux ?

L'augmentation du coût des matières premières et de l'énergie a contraint les producteurs d'enrobés bitumineux à se pencher sur leurs processus de production beaucoup plus attentivement que par le passé. Il existe aujourd'hui des technologies en ligne éprouvées qui présentent des avantages économiques réels capables d'améliorer grandement le contrôle des processus, tout en réduisant les coûts liés aux tests sur site et aux méthodes de contrôle hors ligne. La tendance actuelle vers une certification plus poussée des usines et des processus rend par ailleurs plus pressante la nécessité de faire appel à des contrôles de processus plus précis. L'instrumentation joue aujourd'hui un rôle majeur dans les efforts de différenciation des producteurs d'enrobés bitumineux vis-à-vis de la concurrence, en leur permettant de bénéficier d'une qualité, d'une fiabilité et d'une efficacité reproductibles. Cette faculté de différenciation et la capacité de "réussir du premier coup" peuvent faire la différence entre le gain d'un contrat et la perte d'un client important.

L'augmentation des contrôles et de l'assurance qualité se reflète également dans l'évolution des normes nationales. En France, les normes en matière d'enrobés bitumineux ont été récemment actualisées et exigent désormais des producteurs qu'ils mesurent l'humidité en continu lors de la production d'enrobés bitumineux de niveau 2 (NF P 98 728). Aux États-Unis, le NCAT (National Centre for Asphalt Technology) a réalisé une enquête visant à améliorer les technologies de production d'enrobés à chaud. Les conclusions de cette enquête recommandent la prise d'échantillons de granulats en ligne sur les convoyeurs et la compensation du taux d'humidité.

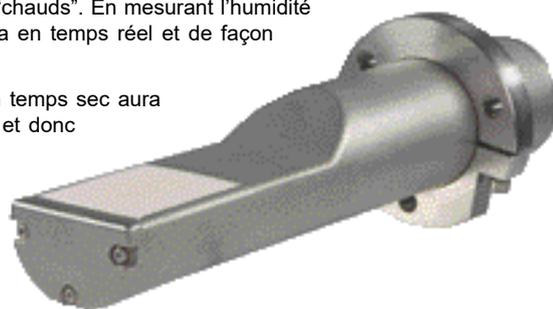


Les sources de variations de l'humidité et leurs effets

Le taux d'humidité peut changer dans les granulats stockés dans des trémies d'alimentation froide, dans les enrobés recyclés (le cas échéant) et dans les enrobés à chaud finis ou autres types d'enrobés bitumineux "chauds". En mesurant l'humidité des matériaux entrants, il est possible de contrôler celle de l'enrobé bitumineux fini, cela en temps réel et de façon proactive.

Une variation du taux d'humidité des matières premières due à des intempéries ou à un temps sec aura de très nettes répercussions sur la qualification des granulats chargés dans le sécheur, et donc sur la qualité de l'enrobé bitumineux produit. De même, elle modifie considérablement la consommation énergétique du sécheur, ce qui peut diminuer les rendements.

Dans la pratique, les granulats fins peuvent contenir un taux d'humidité beaucoup plus élevé que des graviers plus grossiers. On a ainsi pu constater que le taux d'humidité le plus avantageux se trouvait généralement dans des granulats dont la taille des particules était inférieure à 10 mm. Les tests de terrain ont prouvé que les capteurs d'humidité Hydronix permettaient d'obtenir des mesures d'une précision de $\pm 0,2\%$, c'est-à-dire supérieure à ce qu'exigent les normes professionnelles.



Plages types d'humidité des granulats

Taille	Plage de % d'humidité
Sable fin	0 à 16
Sable grossier	0 à 12
8mm	0 à 10
10mm	0 à 4
12mm	0 à 3
20mm	0 à 2
Enrobé Recyclé	0 à 7

Opérations de production par lots en usine

L'introduction uniforme à froid de granulats provenant de trémies froides est nécessaire pour plusieurs raisons, sur lesquelles l'humidité influe systématiquement :

- Des variations importantes d'humidité dans les granulats lors de leur introduction à froid peuvent entraîner des modifications du taux d'humidité de l'enrobé à chaud.
- La conséquence est que les granulats peuvent quitter le sécheur à des températures différentes et fausser ainsi les températures des matériaux présents dans le malaxeur ou le mélangeur.
- Les variations d'humidité peuvent nuire à l'efficacité du sécheur, qui risque de sécher de façon excessive des granulats déjà secs ou de restituer un produit encore trop humide.
- Dans des cas extrêmes, l'introduction de granulats irréguliers depuis la trémie froide peut conduire à un différentiel d'alimentation des trémies chaudes, certaines se mettant à déborder tandis que d'autres sont insuffisamment remplies.

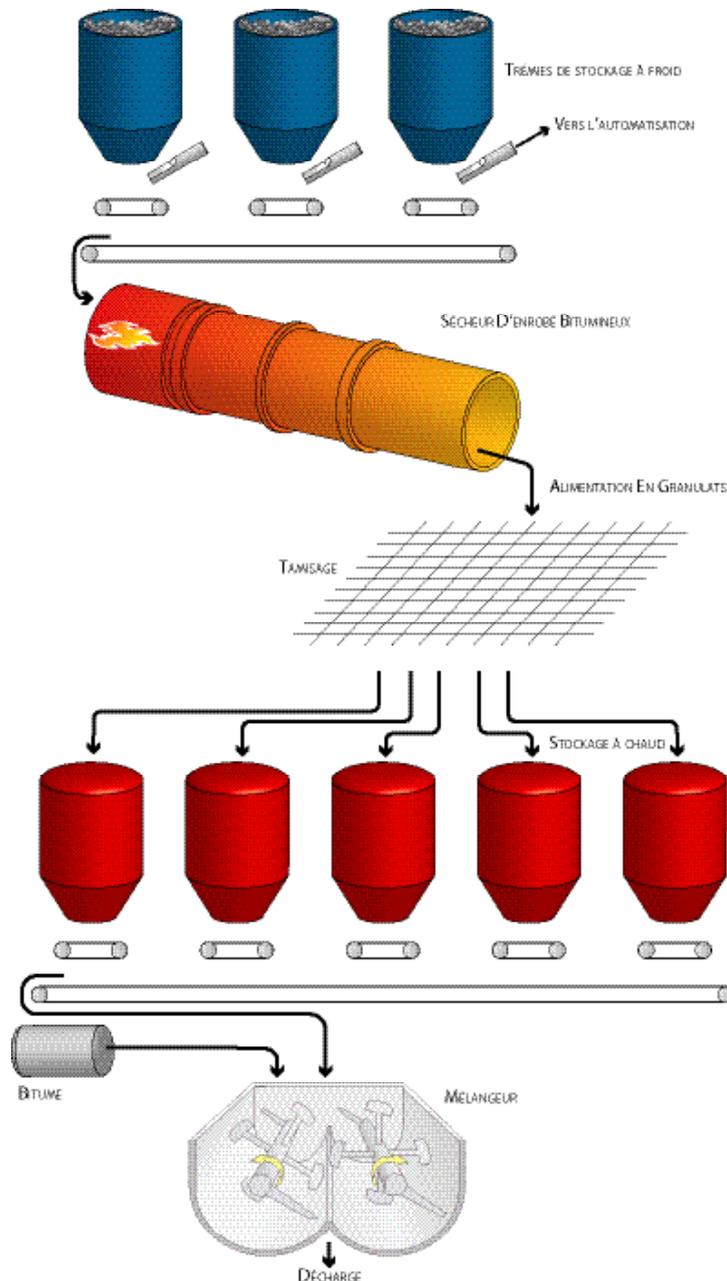
Les problèmes décrits plus haut peuvent être résolus en temps réel en mesurant l'humidité à l'aide d'une sonde Hydronix Hydro-Probe II à la base des trémies froides ou sur leurs convoyeurs de déchargement, et en intégrant cette mesure dans un système de contrôle des processus. Ces méthodes permettent :

- de garantir que la qualité de matériau souhaitée est déchargée ;
- de régler le débit du sécheur en tenant compte du taux d'humidité des granulats introduits, d'où des économies d'énergie ;
- d'obtenir la température correcte pour les granulats, ce qui se traduit par une adhésion optimale au liant

Sans mesure de l'humidité

- ✗ Poids secs de granulats inconnus
- ✗ Différence éventuelle de contenu humide de différents granulats en l'absence de compensation
- ✗ Le débit du sécheur est réglé rétroactivement par la température de sortie
- ✗ Débordements éventuels et/ou insuffisance de matériau dans les trémies de stockage à chaud, en raison des variations de granulats humides introduits dans le sécheur
- ✗ Possibilité de variations de l'humidité dans le produit fini

Avantages du contrôle de l'humidité



Avec les instruments Hydronix de mesure de l'humidité

- ✓ Les capteurs Hydro-Probe II mesurent l'humidité et introduisent les données dans le système
- ✓ Les vitesses variables des convoyeurs peuvent être réglées en temps réel pour assurer une proportion correcte du poids sec de chaque granulat
- ✓ Optimisation en temps réel du débit du sécheur en fonction du contenu humide des granulats présents dans le brûleur
- ✓ Niveaux réguliers des trémies de stockage à chaud
- ✓ Amélioration du produit final avec humidité régulière

Opérations de production en usine en continu (tambour)

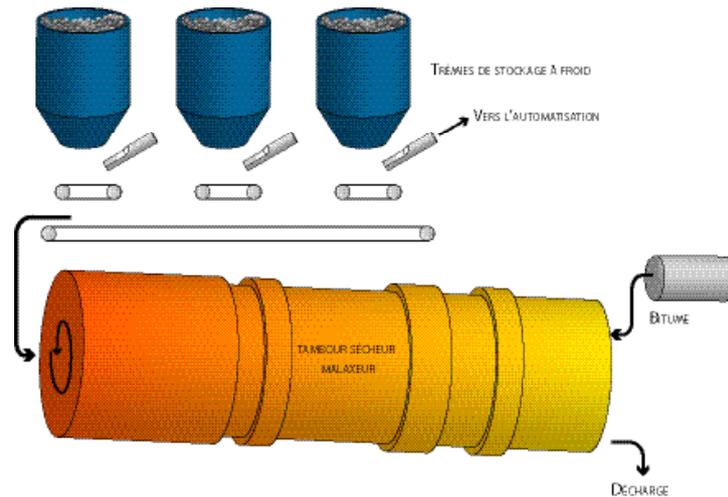
Dans le cas de la production d'enrobés bitumineux par malaxage en tambour, la qualité des granulats est contrôlée au niveau de l'alimentation à froid, dont la précision est ainsi essentielle. L'installation des capteurs d'humidité Hydronix Hydro-Probe II au niveau des balances du convoyeur ou à la base des trémies d'alimentation froide permet de garantir que le poids sec de granulats souhaité est chargé dans le tambour malaxeur, avec les résultats suivants :

- Augmentation des rendements et moindre l'utilisation de liant d'enrobés bitumineux grâce à une qualité correcte des granulats
- Le brûleur peut être réglé de façon à l'adapter au taux d'humidité des matériaux entrants, pour une supervision plus efficace
- Économies d'énergie (voir ci-dessous le retour sur investissement)
- Contrôle du taux d'humidité de l'enrobé à chaud final
- Diminution des défauts d'adhésion entre le liant de l'enrobé bitumineux et les granulats

Sans mesure de l'humidité

- ✗ Un poids sec de granulats inconnu se traduit par une qualification d'enrobé bitumineux incorrecte
- ✗ Risque de séchage excessif des granulats
- ✗ Enrobé bitumineux parfois incorrectement qualifié

Avantages du contrôle de l'humidité



Avec les instruments Hydronix de mesure de l'humidité

- ✓ Qualification du "poids sec" en temps réel
- ✓ Réduction du volume de liant d'enrobé bitumineux utilisé
- ✓ Un débit de brûleur réglé en temps réel évite un séchage excessif
- ✓ Enrobé bitumineux correctement qualifié avec contenu humide correct de l'enrobé à chaud

Opérations sur enrobés tièdes et semi-tièdes

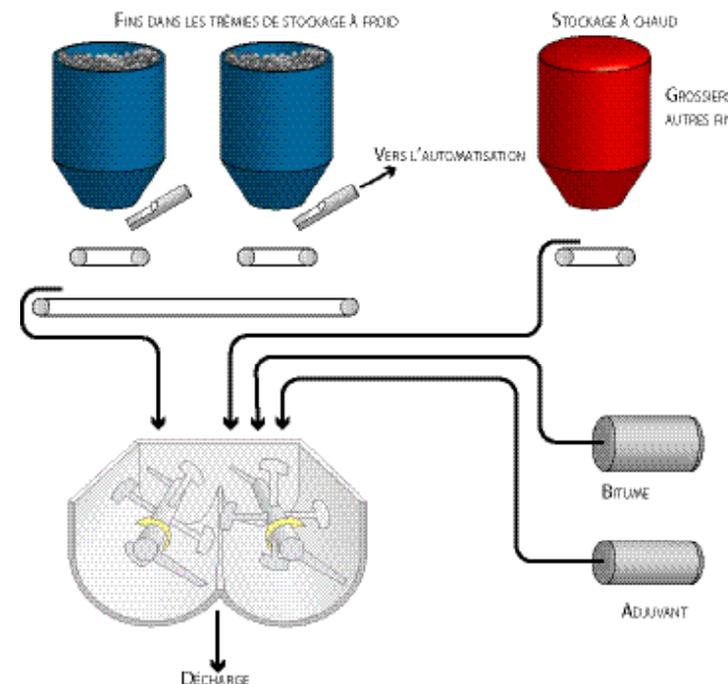
Les techniques de production d'enrobés bitumineux chauds exigent une plus grande précision que les autres enrobés à chaud en termes de gradation des granulats. Le rôle de l'eau est essentiel pour obtenir l'effet de "mousse" désiré lors du mélange avec le bitume pour que le système enrobe uniformément tous les granulats.

Les instruments Hydronix permettent de mesurer l'humidité des granulats en temps réel et en ligne avant leur introduction dans le malaxeur, le mélangeur ou le tambour. Avec un système automatisé d'avance de l'alimentation, les fabricants peuvent corriger le poids de granulats en temps réel. Dans le cas de techniques utilisant l'eau présente dans les granulats eux-mêmes pour obtenir l'effet de mousse, la quantité d'eau introduite dans le mélangeur ou le malaxeur peut également être connue.

Sans mesure de l'humidité

- ✗ Poids inconnu de granulats fins secs chargés dans le mélangeur
- ✗ Quantité d'eau inconnue dans les matériaux fins ajoutés au mélangeur
- ✗ Possibilité d'effet de mousse incorrect
- ✗ Variation de la gradation des granulats fins

Avantages du contrôle de l'humidité



Avec les instruments Hydronix de mesure de l'humidité

- ✓ Le réglage automatique et en temps réel de la vitesse variable du convoyeur garantit que le "poids sec" correct de granulats fins sera introduit dans le mélangeur
- ✓ Données en temps réel pour l'ajout d'eau dans le mélangeur
- ✓ Informations d'humidité correctes afin d'obtenir l'effet "de mousse" désiré

Retour sur investissement

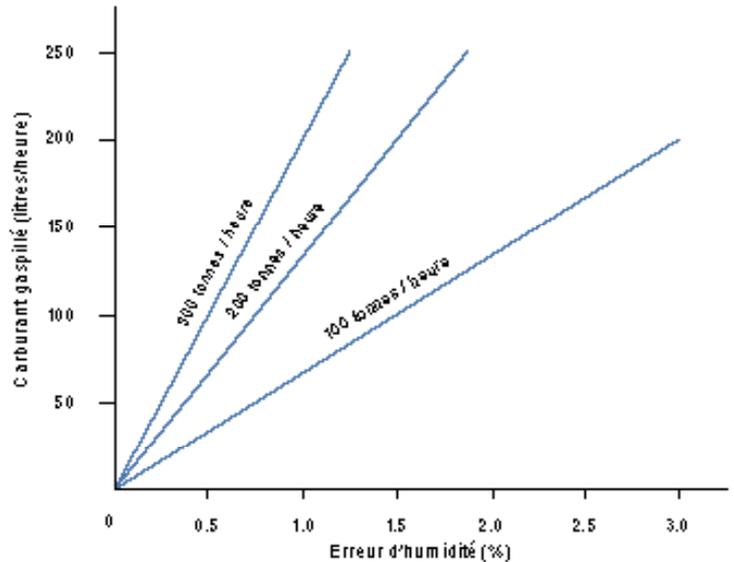
Les résultats ont montré qu'une élévation de l'humidité de 1 % par tonne de granulats pouvait entraîner la consommation de 0,6 litre de carburant supplémentaire pour assurer le surcroît d'évaporation. Pour un taux d'humidité de 6 %, il faut 4 litres de carburant pour assécher 1 tonne de granulats. À l'issue du séchage, il faut encore 3 litres de carburant pour chauffer les granulats à 150 degrés C. Il faut donc davantage d'énergie pour sécher les granulats que pour les chauffer.

Concrètement, les températures en sortie du sécheur ou du tambour sont déjà mesurées et ces informations sont transmises au contrôle du brûleur. Toutefois, la mesure de l'humidité en ligne permet de réaliser des ajustements en temps réel du sécheur et du tambour en fonction du matériau se trouvant à l'intérieur, et non du matériau déjà déchargé. Cette méthode permet de réduire les délais de contrôle du processus et de vérifier que le sécheur reçoit un poids sec correct, ce qui se traduit par davantage d'économies et une meilleure qualité.

Si une usine produit 300 tonnes d'enrobés bitumineux par heure pour un taux d'humidité de 6 %, elle consommera 1 200 litres de carburant par heure pour sécher les granulats avant de les porter à la température désirée. Si le taux d'humidité passe de 6 % à 5 % sans que les sécheurs soient réajustés pendant une heure, ce sont 180 litres de carburant qui seront consommés en pure perte dans l'intervalle. Si un tel cas se produit, il suffira d'environ 30 heures de production pour amortir les instruments Hydronix de mesure de l'humidité. La réduction des délais de contrôle des processus améliore en permanence l'efficacité de l'usine. Dans la plupart des cas, les systèmes Hydronix de mesure de l'humidité s'amortissent dès les 3 à 6 premiers mois d'exploitation.

La mesure de l'humidité peut également servir à évaluer les performances du sécheur. Si les températures de sortie et l'humidité entrante ne correspondent pas (la température de sortie augmente lorsque le contenu humide diminue, ou vice versa), il peut être nécessaire de régler le sécheur.

La mesure de l'humidité a d'autres effets économiques. Si l'on connaît le contenu humide correct des granulats, il est possible d'optimiser l'efficacité du processus de séchage afin de limiter le sur séchage et les durées de production superflues, ce qui augmente le rendement de l'usine. Les clients utilisant des procédures automatiques de mesure de l'humidité nous signalent régulièrement une amélioration de leurs taux de production.

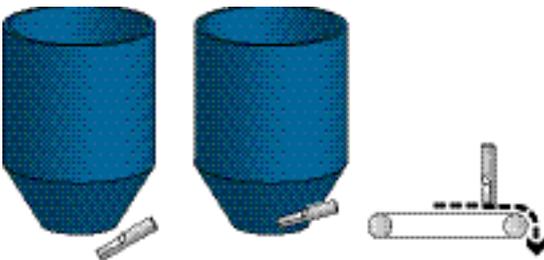


Économies d'énergie potentielles grâce à la mesure de l'humidité en ligne

Installation et mise en service d'un capteur d'humidité

La large gamme Hydronix de capteurs numériques de mesure de l'humidité peut être installée à la base des trémies d'alimentation froide, sur des convoyeurs d'alimentation ou encore sur une "plaque" de chargement comme celles qu'utilise le CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement) pour ses tests. La pratique a montré que ces deux premiers emplacements constituaient en général les sites d'installation les plus aisés.

Les capteurs Hydronix effectuent 25 lectures par seconde, ce qui leur permet de mesurer immédiatement les variations du taux d'humidité. L'intégration avec les systèmes de contrôle du client est d'une grande simplicité grâce à l'utilisation de sorties analogiques standard. Une communication intégrale avec le système de contrôle est également possible via des ports numériques (RS485/RS232). D'autre part, les sites de production d'enrobés bitumineux les plus modernes utilisent aujourd'hui les adaptateurs Ethernet Hydronix pour communiquer avec les capteurs.



Le calibrage s'effectue en établissant une corrélation linéaire entre la lecture "sans échelle" du capteur (toujours 0 dans l'air et 100 dans l'eau, ce qui permet d'échanger rapidement les capteurs en cas de besoin) et le taux d'humidité des granulats à mesurer. Il suffit pour cela de faire passer le matériau devant le capteur et de lire la valeur non calibrée affichée. Un échantillon du matériau est pris puis séché au four afin de déterminer son contenu humide au regard de la norme applicable. Une fois la procédure ci-dessus réalisée pour plusieurs points au-delà de la plage d'humidité du granulat, le capteur est en mesure de lire l'humidité avec précision, en ligne et en temps réel.

Le contrôle de l'humidité est rentable

L'humidité n'est évidemment pas le seul problème auquel les producteurs d'enrobés bitumineux doivent faire face pour respecter leurs obligations de contrôle de qualité dans le cadre de contraintes économiques sévères. Sa maîtrise représente toutefois une amélioration simple à mettre en œuvre et qui offre des retours immédiats et quantifiables. Il est aujourd'hui parfaitement établi et prouvé qu'une mesure et un contrôle précis de l'humidité ont un effet direct de réduction des coûts et garantissent une qualité régulière, améliorant la compétitivité.

Hydronix Limited, leader mondial de la mesure de l'humidité par micro-ondes, a vendu plus de 85 000 unités pour des applications liées aux granulats utilisant sa technique exclusive de mesure numérique par micro-ondes.

Pour en savoir plus sur les produits Hydronix, veuillez contacter Samuel Masson, Appui: Technique & Ventes, au +33 652 04 89 04 ou adressez un e-mail à demande@hydronix.com