

Rapport technique / domaine du génie-civil

Contenu : Fraisage et reprofilage 3D d'enrobé bitumineux

Rédaction : Pierre Borne / Route de Fribourg 32 / 1741 Cottens
: Thibaud Michel / Chemin de la Belle Adze 56 / 1773 Léchelles
Date : 01 Mars 2022

Introduction sur le fraisage d'enrobé bitumineux :

Afin de mieux comprendre le fonctionnement du fraisage et reprofilage 3D, voici le principe et l'application du fraisage dit 2D :

Le fraisage d'enrobé bitumineux est une méthode qui est devenue courante. Elle est principalement utilisée dans la démolition, correction et rénovation d'enrobé routier. Pour réaliser ce fraisage, nous utilisons une fraiseuse, elle peut être de différente puissance et taille en fonction des besoins. Elle fonctionne en utilisant une fraise rotative qui enlève progressivement la couche supérieure de l'asphalte ou du béton de la route. Et ce même enrobé fraisé, le fraiset, est soit laissé sur place ou soit envoyé directement dans un camion par un tapis de chargement.



Fraisage d'un carrefour - EPALINGES/RC601 (Photo :Thibaud Michel)

Afin de permettre de fraiser la bonne épaisseur d'enrobé, il y a plusieurs méthodes (référence :Reproad SA):

Nivellement :

Le nivellement est réalisé par palpation mécanique : les profondeurs de fraisage peuvent être définies de chaque côté de la fraiseuse avec fil et fiche, bordure ou autre repère physique. Elles sont calculées à l'aide de capteur dans les tôles latérales. Si la prise de mesure n'est possible que d'un côté, il est possible de travailler en donnant une pente définie pour avoir la seconde valeur.

Système au laser :

La référence de la profondeur de fraisage requise est définie par un faisceau laser. La machine utilise le faisceau comme point de référence et adapte sa profondeur de fraisage en fonction de l'enrobé. Cette technique convient particulièrement bien pour égaliser des irrégularités présentes sur de vastes surfaces.

Système multiplex :

Ce système corrige le profil sur une longueur grâce aux capteurs à ultrasons (3, 5 ou 7 points). Les données sont automatiquement calculées et permettent de fraiser uniquement les épaisseurs qui doivent être traitées. Le système convient parfaitement lors d'un fraisage fin ou avant la pose d'un tapis en compensant les ondulations longitudinales et transversales. De plus, un effet de surface rugueuse sera obtenu permettant ainsi d'augmenter la cohésion entre les couches d'enrobés.

Toutes ces méthodes sont d'une grande efficacité et peuvent être utilisées dans la majorité des cas. Or, lorsque l'objet à fraiser devient trop complexe que cela soit par sa taille, par la précision du fraisage voulu, la situation locale, par ses grandes variations d'épaisseurs ou par sa forme trop complexe (rond-point en cône, patte-d'oie), ces techniques de référencement deviennent difficiles à mettre en place. Et c'est là que, le fraisage 3D peut permettre un fraisage idéal même dans des conditions difficiles.

Introduction sur le fraisage et reprofilage d'enrobé bitumineux :

Le fraisage 3D fonctionne sur le même principe que le fraisage 2D. Il sert à fraiser l'enrobé selon un modèle 3D. Il permet d'enlever l'épaisseur d'enrobé voulue avec une précision optimale. Dans les points suivants, nous allons voir de la mise en place avant réalisation, au cas d'application, les avantages, les inconvénients des exemples de chantier et une idée des coûts et des rendements avec cette méthode de fraisage.

Conditions d'applications :

Pour la préparation du fraisage 3D, il y a 3 conditions afin de pouvoir commencer les travaux :

Modèle existant et modèle 3D :

Avant de commencer à envisager cette méthode, il faut avoir un modèle 3D de la zone qui doit être fraisée. Cela signifie qu'il faut soit un relevé GPS existant de la zone à fraiser en X, Y et Z (latitude longitude altitude), ou un projet en 3D. Puis, avec ce relevé, il faut réaliser un modèle de fraisage avec le niveau souhaité de fraisage. Ce modèle va permettre à la fraiseuse de comparer le modèle 3D et la situation actuelle pour fraiser avec la différence entre le modèle et la réalité. Cette condition est la plus contraignante, car les projets 3D et les relevés précis d'une zone entière sont chers et longs à réaliser s'ils ne sont pas prévus depuis le début. Le relevé de la zone à fraiser peut se faire par balayage de points avec théodolites ou par profil. La précision de ce relevé ou du modèle impactera directement sur le résultat final.

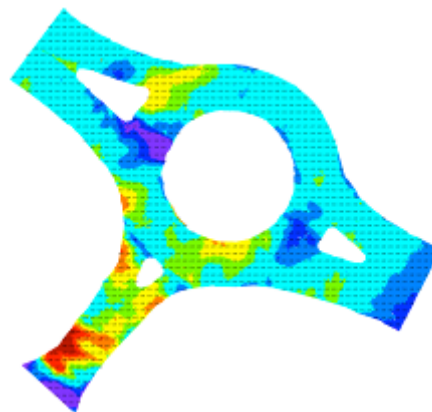


Photo : Modèle 3D d'un giratoire
EPALINGES/RC601 (DGMR - IMPLENIA)

Géoréférencement et mise en station GPS :

Avant le début des travaux de fraisage, il faudra mettre en place un ou plusieurs théodolites selon la géométrie de l'objet. Ces théodolites vont devoir être référencés et mis en station. Ils vont permettre de localiser la raboteuse et ainsi permettre à celle-ci de se localiser par rapport au modèle 3D inséré dans le système de la fraiseuse. Il faut avoir conscience que pour mettre en station un théodolite des points de référence sont nécessaires. Si l'objet est par exemple un giratoire, une ou deux mises en station doivent être réalisées et un seul théodolite est nécessaire pour géoréférencer la fraiseuse. Si l'objet est linéaire, il faudra s'assurer d'avoir plusieurs théodolites et points de référence sur le tracé afin de permettre un avancement continu.



Photo : Théodolite en station
EPALINGES/RC601 (REPROAD)

Un contrôle sur l'enrobé fraisé doit-être effectué directement après le passage de la fraiseuse avec un théodolite et un GPS supplémentaires. Cette vérification permet de voir si d'éventuelles erreurs ont été commises lors du calibrage du système. Le coût de location et de mise en service par un géomètre de ce matériel est important.

Les fraiseuses :

Avant de commencer les travaux, les fraiseuses doivent être équipées d'un prisme, du programme et du système d'exploitation des données 3D. Ces installations doivent être effectuées par un géomètre externe (LEICA). Le prisme va permettre à la machine de se faire localiser par les théodolites, comme expliqué précédemment, qui devront être mis en station au préalable.



Photo : Prisme sur fraiseuse
EPALINGES/RC601 (REPROAD)

Avantages et désavantages

Les avantages de cette méthode sont :

- La précision
- L'adaptation automatique de la profondeur de fraisage
- Pas besoin de niveau de référence physique (fiche, bordure, etc), facilite les arrivées et départs des camions de fraisats
- Utilisable dans beaucoup de cas
- Le rendu final : propre, grenailier et régulier

Les désavantages de cette méthode sont :

- La préparation du modèle 3D et des fraiseuses
- La mise en place du système et des GPS/théodolite
- Les coûts de préparation et du fraisage



Photo : Résultat après balayage
EPALINGES/RC601 (Marc-André Marmillod - DGMR)

Exemple de fraisage 3D

Comme listé précédemment, cette méthode a des avantages et des inconvénients non-négligeables. Le choix de réaliser un fraisage doit être bien réfléchi et adapté à la situation du projet afin de pouvoir mieux visualiser. Voici un exemple de cas concret :

Contexte :

Le chantier de requalification RC601 de la Route de Bern-Croisettes-Chalet-à-Gobet (Maître d'ouvrage-Direction Générale de la Mobilité des Routes) est un chantier relativement compliqué. Effectivement, beaucoup de phasages lors de la réalisation sont prévus. Ces phasages rendent difficile la pose d'enrobé dans les giratoires, les carrefours, les voies. Le choix de fraiser en 3D le giratoire « CRBLA » a été pris car la pose de la couche de liaison a été réalisée lors d'une phase longitudinale de trafic et non une phase particulière dédiée uniquement au giratoire. Ce choix influence directement la régularité de l'enrobé du giratoire.

Giratoire CRBLA – RC601 – DGMR :

Le fraisage 3D de ce giratoire en disque a été fait sur la couche de liaison. Il a été fait pour la pose du revêtement de roulement. Le fraisage 3D a été choisi au vu de la forme complexe de l'objet afin de corriger les profils de la couche de liaison et pour obtenir un support optimal pour la pose du tapis. Dans ce cas, le modèle 3D a été réalisé par relevé de la zone à fraiser par balayage GPS/théodolite.



Photo : Contrôle de l'enrobé fraisé/fraisage en arrondi et en devers/Vue du système 3D EPALINGES/RC601 (Marc-André Marmillod – DGMR - REPROAD)

Prix et rendements

Le prix total de cette prestation et le rendement sont difficiles à estimer. Ils dépendent énormément de la méthode de réalisation du modèle 3D, de la géométrie de l'objet (rendement), de la fourniture en système GPS/théodolite, de la planification et l'expérience de l'entreprise de construction. Etant une méthode assez récente et peu fréquente, le prix sera plus élevé et les rendements plus bas qu'un simple fraisage.

Conclusion

Pour conclure, les résultats de cette méthode se sont montrés plus que satisfaisants sur ces différentes utilisations. Ils ont demandé une bonne organisation de l'entreprise afin de mêler les différents acteurs : Entreprise de fraisage, géomètre interne, géomètre externe, transporteurs et du Maître d'Ouvrage. Le fraisage et reprofilages 3D ont l'attention des entreprises et des Maîtres d'Ouvrages et serait une solution à utiliser dans bien des situations. Toutefois aujourd'hui, cette prestation reste « chère » car elle reste peu utilisée. Avec un attrait, une anticipation dans le projet et une expérience plus grande de cette technique, ce prix baisserait.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'entreprise Reproad SA, Leica Geosystems et Implenia SA Génie Civil Vaud ainsi que la Direction Générale de la Mobilité des Routes représenté par M. Petriccioli François pour la documentation, leurs explications et leurs autorisations de traiter ce sujet.

Référence

Texte : www.reproad.com / ForumStrasse2018 /

Image : Reproad (Jérôme Reard), DGMR (Marc-André Marmillod) et Implenia