

Développement d'un protocole expérimental pour la simulation en laboratoire de l'usure et de la perte d'adhérence des chaussées en béton

Auteur : Boulanger, Elyse

Promoteur(s) : Courard, Luc; Fournier, Alix

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/20039>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



UNIVERSITÉ DE LIÈGE
FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

DÉVELOPPEMENT D'UN PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL POUR
LA SIMULATION EN LABORATOIRE DE L'USURE ET DE LA
PERTE D'ADHÉRENCE DES CHAUSSÉES EN BÉTON

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES RÉALISÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE MASTER
« INGÉNIEUR CIVIL DES CONSTRUCTIONS » PAR

Elyse BOULANGER

Composition du jury :

COURARD Luc (Promoteur, ULiège)
BISSENETTE Benoît (Promoteur, ULaval)
FOURNIER Benoît (Copromoteur, ULaval)
HUBERT Julien (ULiège)
COLLIN Frédéric (ULiège)

Année Académique 2023-2024

Résumé

Lorsqu'elles sont bien mises en œuvre, les chaussées en béton offrent de nombreux avantages. En effet, elles sont très résistantes et ne subissent que très peu de déformation sous les charges de trafic, ce qui les rend très adaptées pour les routes à fort et lourd trafic. De plus, si elles sont bien conçues et mises en œuvre, elles offrent une durée de vie très longue, comprise entre 20 et 40 ans, avec un entretien assez réduit. De ce fait, même si elles nécessitent un coût d'investissement plus élevé que les chaussées en enrobé bitumineux, elles permettent de fortement réduire les coûts au niveau de l'entretien et sont donc moins coûteuses à long terme.

Malgré les nombreux avantages que présentent les chaussées en béton, leur durabilité à long terme peut être parfois significativement compromise. En effet, les chaussées en béton peuvent être confrontées à une perte d'adhérence prématurée, résultant du polissage de leur surface dû au trafic important et aux conditions climatiques, notamment l'utilisation d'abrasifs en hiver. Cette usure, entraînant une perte d'adhérence, est très problématique, car elle augmente considérablement le risque de dérapage des voitures, particulièrement par temps de pluie ou de neige.

L'objectif de ce travail de recherche est de contribuer au développement d'un protocole d'essai en laboratoire permettant de reproduire rapidement et caractériser les conditions observées sur le terrain, afin de mieux comprendre la cause de cette perte d'adhérence et de pouvoir par la suite développer des formulations de béton plus résistantes face à cette problématique.

Pour ce faire, divers dispositifs ont été employés, notamment le Three Wheel Polishing device (TWPD), un dispositif de mesure du coefficient de frottement (DFT), deux profilomètres lasers (MetraSCAN et Gocator), ainsi qu'une échelle d'appréciation visuelle de la rugosité de surface. De nombreux essais ont donc été réalisés sur des échantillons de béton pour déterminer la texture de surface ainsi que le coefficient de frottement. Ce travail s'est concentré sur la recherche d'une corrélation entre la profilométrie et le coefficient de frottement pour des bétons ayant subi une usure progressive par abrasion en présence d'abrasifs.

Les essais ont été réalisés sur des dalles en béton à base de granulats granitiques et sur des dalles en béton à base de granulats de dolomie. En effet, les granulats composés de granite sont plus durs et présentent une meilleure résistance au polissage par rapport aux granulats de dolomie. Le choix s'est donc porté sur ces deux types de granulats de résistance très différente pour déterminer si cette différence était davantage liée au coefficient de frottement ou à la texture des échantillons.

Les essais ont démontré que les coefficients de frottement (obtenus par le dispositif DFT)

à eux seuls ne permettaient pas de déterminer une différence de susceptibilité au polissage entre les bétons incorporant des granulats granitiques et dolomitiques.

Le laser profilomètre MetraSCAN utilisé, quant à lui, permettait de mettre en évidence que la texture obtenue après les cycles de TPWD était plus profonde et lisse pour les dalles en béton à base de granulats de dolomie que pour les dalles en béton à base de granulats granitiques. Cette texture permettait donc de montrer que les granulats de dolomie sont bel et bien moins résistants au polissage et s'altèrent plus rapidement que les granulats granitiques.

Finalement, une corrélation linéaire élevée et négative a aussi pu être déterminée entre le coefficient de frottement et la texture obtenus lors des essais de laboratoire. Ainsi, plus le coefficient de frottement diminuait, plus le coefficient MPD (et donc l'usure) augmentait, et inversement.

Ce travail de fin d'études est divisé en deux parties principales. La première consiste en une revue de littérature, expliquant les différents paramètres utilisés dans la suite de ce travail de fin d'étude. Dans la deuxième partie, les différents essais réalisés au laboratoire sont présentés et les résultats obtenus sont interprétés.

Abstract

When properly executed, concrete pavements offer numerous advantages. In fact, they are highly resistant and undergo very little deformation under traffic loads, making them highly adapted for roads with heavy and intense traffic. Moreover, if properly designed and executed, they offer a very long service life of between 20 and 40 years, with relatively low maintenance requirements. As a result, even though they require a higher investment cost than bituminous pavements, they significantly reduce maintenance costs and are therefore less costly in the long term.

Despite the many advantages of concrete pavements, their durability may be at risk in certain circumstances. Indeed, many concrete pavements suffer from premature loss of skid resistance as a result of surface polishing caused by heavy traffic and climatic conditions, in particular the use of abrasives in winter. This wear, leading to loss of skid resistance, is highly problematic, as it considerably increases the risk of cars sliding, particularly in rainy or snowy weather.

The aim of this research was therefore to contribute to the development of a laboratory test protocol that would rapidly reproduce the conditions observed in the field, in order to better understand the cause of this loss of adhesion and subsequently develop more resistant concrete formulations to counter this problem.

To achieve this, a number of devices were employed, including the Three Wheel Polishing device (TWPD), the Dynamic Friction Tester (DFT), two lasers (MetraSCAN and Gocator), and a visual assessment scale. Numerous tests were carried out on samples to determine surface texture and coefficient of friction. This work focused on finding a correlation between profilometry and coefficient of friction on concrete specimens subjected to accelerated wear in the presence of abrasive materials.

Tests were carried out on concrete slabs made from granite aggregates and on concrete slabs made from dolomite aggregates. Granite aggregates are harder and more resistant to polishing than dolomite aggregates, which are less resistant to polishing. The choice was therefore made to use these two types of aggregate with very different hardnesses, to determine whether this difference was due more to the coefficient of friction or to the texture of the samples.

The tests revealed that the coefficients of friction (obtained by the DFT device) alone did not allow us to determine a difference between granite-based and dolomite-based concrete specimens.

As for the MetraSCAN laser used, it showed that the texture obtained after the TPWD

cycles was deeper and smoother for concrete slabs made from dolomite aggregates than for those made from granite aggregates. This texture showed that dolomite aggregates are less resistant to polishing and weather more quickly than granite aggregates.

Finally, a high negative linear correlation could also be determined between texture and the coefficient of friction obtained in laboratory tests. Thus, as the friction coefficient decreased, the MPD coefficient (and therefore wear) increased, and vice versa.

This thesis is divided into two main parts. The first consists of a literature review, explaining the different parameters used in the remainder of this thesis. In the second part, the various tests carried out in the laboratory are presented, and the results obtained are interpreted.