



Figure 1 – Appareil d'indentation du CRR avec des éprouvettes cubiques

## L'essai d'indentation interlaboratoire

L'essai d'indentation suivant la norme NBN EN 12697-20 (Bureau de Normalisation, 2020) est un essai standard pour déterminer la résistance aux déformations permanentes d'un asphalte coulé. Il est appliqué en Belgique et en Europe depuis de nombreuses années.

L'essai d'indentation est effectué sur deux éprouvettes cubiques en asphalte coulé qui sont soumises à une force statique dans un bain-marie de 40 °C (voir figure 1). La profondeur d'indentation est mesurée au bout de 30 et 60 minutes.

L'essai est appliqué dans le cadre du contrôle de la production de l'asphalte coulé suivant la norme NBN EN 13108-21 (NBN, 2016). Dans ce cas, l'essai d'indentation est effectué sur la base de l'asphalte coulé en vrac prélevé sur chantier, qui est ensuite réchauffé en laboratoire pour confectionner les éprouvettes cubiques.

La norme d'essai NBN EN 12697-20 (NBN, 2020) ne décrit pas de manière exhaustive la procédure de prélèvement de l'asphalte coulé en vrac sur chantier et le réchauffement ultérieur en laboratoire. Dans la pratique, cela permet des interprétations diverses, ce qui a un impact négatif sur la répétabilité et la reproductibilité de l'essai. En particulier, le réchauffement de l'asphalte coulé en vrac représente un facteur crucial pour le résultat de l'essai d'indentation, car celui-ci peut entraîner un vieillissement additionnel du liant dans l'asphalte coulé en raison de sa durée et de la température élevée. Le degré de vieillissement du liant a une incidence directe sur la dureté de l'asphalte coulé et sa résistance à la déformation permanente.

Afin d'améliorer la pertinence de l'essai d'indentation, l'*Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV), le Service Public de Wallonie (SPW) et le Centre de recherches routières (CRR) ont constitué un groupe de travail qui a organisé en 2021 un essai interlaboratoire à l'échelle nationale pour l'essai d'indentation. Lors de cet essai interlaboratoire, de nouvelles instructions plus détaillées pour l'échantillonnage et le réchauffement de l'asphalte coulé ont été appliquées.

Ces instructions ont été développées par le CRR dans le cadre du projet de recherche TOPTREMA (*Towards performance testing and requirements for mastic asphalt*), qui est subsidié par le Bureau de Normalisation (NBN). Le CRR a discuté de ces instructions et les a testées en concertation avec l'AWV et le SPW avant de les appliquer dans l'essai interlaboratoire.

Les améliorations de la méthode d'échantillonnage et de réchauffement portent sur différents aspects. Pour chaque éprouvette, une barquette en aluminium est remplie de 1,5 kg d'asphalte coulé lors de l'échantillonnage. Cela correspond à la quantité d'asphalte coulé nécessaire pour la confection d'une éprouvette plus une marge nécessaire. En laboratoire, l'asphalte coulé est réchauffé dans ces barquettes suivant les nouvelles instructions plus précises qui comprennent l'indication d'une température cible pour l'asphalte coulé ainsi qu'une température de consigne de l'étuve afin de réchauffer l'asphalte coulé dans un délai raisonnable et comparable. Les instructions contiennent également des courbes indicatives pour la température d'un mélange d'asphalte coulé exemplaire en fonction de la durée du réchauffement. Ces courbes ont été mesurées par le CRR lors de l'élaboration des nouvelles procédures (voir figure 2). En outre, les instructions précisent de réchauffer uniquement la quantité d'asphalte coulé dont le laboratoire a besoin immédiatement pour confectionner les éprouvettes et d'éviter de réchauffer une barquette plusieurs fois parce que cela entraîne un vieillissement supplémentaire de l'asphalte coulé et a un impact sur le résultat de l'essai. La méthode améliorée s'achève par des instructions pour l'homogénéisation de l'asphalte coulé après le réchauffement afin de permettre une bonne confection des éprouvettes cubiques.



**Figure 2** - Détermination des courbes indicatives pour la procédure de réchauffement: barquettes d'asphalte coulé et sondes thermiques pour l'enregistrement des températures au cœur des mélanges et dans l'étuve pendant le réchauffement

Dix laboratoires belges avec au total 21 laborantins ont participé à cet essai interlaboratoire, les laboratoires internes des producteurs d'asphalte coulé inclus. Chaque laborantin a effectué six essais d'indentation avec deux éprouvettes cubiques par essai.

L'échantillonnage a eu lieu dans une centrale d'enrobage au mois de mars 2021. La centrale a confectionné un asphalte coulé GAB-D9 (couche de protection de l'étanchéité) avec une indentation moyenne à 30 minutes de 4,3 mm (moyenne de l'essai interlaboratoire). Après le malaxage en centrale, l'asphalte coulé a été chargé dans un camion de transport qui disposait d'une cuve de stockage chauffée et équipée d'un malaxeur afin d'effectuer l'homogénéisation post-malaxage nécessaire et de simuler la situation sur chantier. Pendant le prélèvement, l'asphalte coulé a été versé directement du camion dans des barquettes en aluminium. Au total, 324 barquettes ont été prélevées (voir figure 3).



**Figure 3** - - Échantillonnage à la centrale d'enrobage: barquettes remplies d'asphalte coulé

Les résultats de l'essai interlaboratoire par rapport à la répétabilité et la reproductibilité sont indiqués dans le tableau 1, ainsi qu'une comparaison avec la fidélité de l'essai d'indentation qui est indiquée dans la norme NBN EN 12697-20 (NBN, 2020). L'analyse statistique des résultats a été effectuée par le service Qualité du CRR.

Les résultats du tableau 1 démontrent que la répétabilité déterminée dans l'essai interlaboratoire est un peu meilleure que celle indiquée dans la norme, mais elle reste toutefois du même ordre de grandeur. La reproductibilité de l'essai, quant à elle, a été améliorée par rapport aux indications dans la norme d'essai. La précision des méthodes d'échantillonnage et de réchauffement a contribué à l'amélioration de la reproductibilité de l'essai.

		Répétabilité	Reproductibilité
		% de la moyenne générale	% de la moyenne générale
Résultats de l'essai interlaboratoire	Indentation à 30 minutes	25 %	45 %
	Indentation à 60 minutes	24 %	44 %
Fidélité indiquée dans la norme d'essai NBN EN 12697-20		28 %	55 %

**Tableau 1** - Résultats de l'essai interlaboratoire et comparaison avec la norme d'essai

Il faut cependant tenir compte du fait que l'essai d'indentation reste un essai dont la reproductibilité est limitée en raison des nombreux facteurs d'influence. Outre les améliorations apportées en termes d'échantillonnage et de réchauffement, d'autres paramètres d'influence sur le résultat de mesure existent, comme la confection des éprouvettes et l'exécution de la mesure de l'indentation.

Les résultats de cet essai interlaboratoire, en ce compris les nouvelles méthodes pour l'échantillonnage et le réchauffement, seront intégrés dans le processus de révision de la norme d'essai européenne et des cahiers des charges types.

Le CRR remercie tous les laboratoires et techniciens qui ont participé à cet essai interlaboratoire, la centrale d'enrobage de VBA à Haren, l'Agentschap Wegen en Verkeer et le Service Public de Wallonie pour la bonne collaboration.



## Bibliographie

Bureau de Normalisation. (2016). *Mélanges bitumineux: Spécifications pour le matériau. Partie 21: Contrôle de la production en centrale* (NBN EN 13108-21). [https://www.nbn.be/shop/fr/norme/nbn-en-13108-21-2016\\_29008/](https://www.nbn.be/shop/fr/norme/nbn-en-13108-21-2016_29008/)

Bureau de Normalisation. (2020). *Mélanges bitumineux: Méthodes d'essai. Partie 20: Essai d'indentation de cubes ou éprouvettes Marshall* (NBN EN 12697-20). [https://www.nbn.be/shop/fr/norme/nbn-en-12697-20-2020\\_12050/](https://www.nbn.be/shop/fr/norme/nbn-en-12697-20-2020_12050/)