

FICHES TECHNIQUES

ÉDITION 2012

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS

Département des Expertises techniques
Direction de la Recherche et du Contrôle routier

Service public de Wallonie

DGO1



**Ausculter, Expertiser, Tester
pour la sécurité,
le confort de l'usager
et la durabilité
de l'infrastructure**

Figure 1 : Simulateur de trafic. © Direction de l'Édition
Figure 2 : SCRIM. © Direction de l'Édition

Direction de la Recherche et du Contrôle routier
Rue de l'Industrie 27, B-1400 Nivelles
Directeur : Guy Lefebvre

Conception graphique et impression : SPW-Direction de l'Édition - Johan Flamey & Alice Collard

LABORATOIRE CENTRAL DES ROUTES

L'activité de cette direction est axée sur les contrôles et les études à caractère technico-scientifique, en matière de construction et d'entretien du réseau routier.

Cette activité comprend principalement :

- le contrôle et l'étude, par son laboratoire spécialisé, des enrobés et des liants bitumineux, des bétons de ciment, ainsi que des matériaux, neufs et de réemploi, qui sont utilisés en construction routière ;
- le contrôle de la qualité des caractéristiques de surface des revêtements, c'est-à-dire la rugosité, le profil en long, l'orniérage et la portance, tant dans le cadre de la réception contractuelle des travaux réalisés, que dans le cadre de l'auscultation systématique. Ces contrôles se font au moyen d'appareils « à grand rendement », permettant de suivre l'évolution des revêtements et de planifier l'entretien ou la rénovation des chaussées ;
- Le contrôle de la qualité et des propriétés optiques des marquages routiers.



Wallonie



Wallonie

Service public de Wallonie
Direction générale opérationnelle des Routes et des Bâtiments
Direction de la Recherche et du Contrôle routier



**DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE
DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS**

Rue de l'Industrie 27, B-1400 Nivelles • Tél. : +32 (0) 67 28 33 00 • Fax : +32 (0) 67 21 64 01
www.wallonie.be • N° Vert : 0800 1 1901 (informations générales)

TABLE DES MATIÈRES

AUSCULTATION

AUS 01 (05)	Détermination de l'uni longitudinal d'une couche de chaussée
AUS 02 (04)	Mesure de la rugosité d'un revêtement de chaussée au SCRIM
AUS 03 (04)	Détermination de la portance résiduelle d'une chaussée souple
AUS 04 (04)	Relevé du profil en travers de la chaussée
AUS 05 (05)	Mesure de la rugosité d'un revêtement de chaussée à l'odoliographe
AUS 06 (05)	Prélèvement d'échantillons « a posteriori »
AUS 07 (05)	Examen visuel au moyen du SAND
AUS 08 (03)	Mesure de la rugosité au Grip Tester
AUS 09 (02)	Relevé ponctuel du profil en travers d'une chaussée
AUS 10 (02)	Mesure du battement entre dalles
AUS 11 (02)	Bornage du réseau

LABORATOIRE

• BÉTONS DE CIMENT

BET 01 (03)	Résistance en compression simple des bétons
BET 02 (03)	Détermination de la gélivité des matériaux de construction
BET 03 (03)	Sciage des éprouvettes

• ENROBÉS BITUMINEUX

ENR 01 (03)	Détermination de la teneur en liant soluble de mélanges bitumineux par centrifugation
ENR 02 (03)	Granulométrie des éléments minéraux des mélanges hydrocarbonés
ENR 03 (03)	Fabrication de mélanges bitumineux à l'aide d'un malaxeur thermorégulé
ENR 04 (03)	Fabrication d'éprouvettes de mélanges bitumineux pour l'essai d'orniérage
ENR 05 (03)	Essai d'orniérage des mélanges bitumineux à l'orniéreur LCPC
ENR 06 (03)	Teneur en solvant d'un enrobé à froid (après 72 h en étuve ventilée)
ENR 07 (03)	Résistance au désenrobage d'un enrobé à froid
ENR 08 (03)	Détection de la présence de goudron dans un mélange hydrocarboné par chromatographie ascendante sur papier
ENR 09 (03)	Détection de la présence de goudron dans un mélange hydrocarboné par chromatographie de partage sur papier
ENR 10 (03)	Confection de dalles d'enrobés bitumineux à l'aide d'un compacteur de plaques
ENR 11 (03)	Essai d'aptitude au compactage des enrobés bitumineux (PCG)
ENR 12 (03)	Mesure de la masse volumique apparente (MVA) par pesée hydrostatique
ENR 13 (03)	Mesure de la masse volumique maximum (MVM) par pycnométrie
ENR 14 (03)	Essai à la tache de sable
ENR 15 (03)	Mesure de dénivellation avec une jauge de profil
ENR 16 (02)	Cohésion des enrobés bitumineux pierreux – Méthode Cantabro
ENR 17 (02)	Stabilité et fluage des enrobés bitumineux – Méthode Marshall
ENR 18 (02)	Détermination de la drainabilité « in situ » d'enrobés drainants
ENR 19 (02)	Essai d'orniérage des mélanges bitumineux au « Wheel-Tracking »
ENR 20 (02)	Mesure de l'adhésivité liant-granulats – Méthode Vialit
ENR 21 (01)	Détermination de la sensibilité à l'eau d'enrobés bitumeux (ITSR)

• GRANULATS

GRA 01 (03)	Granulométrie des sables
GRA 02 (03)	Granulométrie des pierres
GRA 03 (03)	Fragmentation « Los Angeles » des granulats
GRA 04 (03)	Usure « Micro-Deval » en présence d'eau des granulats
GRA 05 (03)	Mesure de l'équivalent de sable
GRA 06 (03)	Essai au bleu de méthylène
GRA 07 (03)	Étude des roches et des bétons par réalisation de lames minces et analyse microscopique
GRA 08 (03)	Indice de forme, pourcentage de pierres plates
GRA 09 (03)	Granulomètre laser par voie liquide et par voie sèche
GRA 10 (03)	Coefficient de polissage accéléré (CPA – PSV) des granulats
GRA 11 (02)	Tamissage de matières fines dans un jet d'air
GRA 12 (02)	Coefficient d'aplatissement des gravillons

• LIANTS HYDROCARBONÉS

HYD 01 (03)	Pénétrabilité des liants bitumineux
HYD 02 (03)	Température de ramollissement anneau et bille des liants bitumineux
HYD 03 (03)	Viscosité d'un liant bitumineux à 135 °C – Viscosimètre à bille roulante de F. Höppler
HYD 04 (03)	Retour élastique des liants modifiés (méthode belge)
HYD 05 (03)	Récupération sous vide du liant du mélange solvant-bitume
HYD 06 (03)	Température de fragilité des liants bitumineux selon Fraass
HYD 07 (03)	Identification des divers composants d'un liant bitumineux par spectrométrie à rayonnement infrarouge
HYD 08 (03)	Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT)
HYD 09 (03)	Viscosité d'un liant bitumineux – viscosimètre capillaire
HYD 10 (03)	Ductilité d'un liant bitumineux à 5 °C
HYD 11 (02)	Retour élastique des bitumes modifiés (méthode européenne)
HYD 12 (02)	Module de rigidité en flexion d'un liant – Rhéomètre à flexion de barreau (BBR)
HYD 13 (02)	Viscosité d'un liant bitumineux – viscosimètre rotatif
HYD 14 (02)	Rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR)
HYD 15 (01)	Composition chimique des bitumes au iatrosan
HYD 16 (01)	Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) au rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR)

• QUALITÉ

QUA 01 (03)	Système de contrôle et d'enregistrement de paramètres : T°, P, ...
--------------------	--

• SOLS ET FONDATION

SOL 01 (03)	Pénétromètre dynamique léger à énergie variable de type « Panda »
SOL 02 (02)	Détermination des limites d'Atterberg
SOL 03 (02)	Sondes de battage légères type « Van Vuuren » – type « CRR »
SOL 04 (02)	Détermination de la masse volumique de référence et du taux d'humidité – Compactage Proctor
SOL 05 (02)	Détermination de l'indice portant californien (CBR)

BANQUES DE DONNÉES

BDO 01 (03)	BDPQR : banque de données des paramètres de qualité des routes
BDO 02 (02)	WIL : gestion informatique du laboratoire
BDO 03 (02)	Banque de données d'imagerie en lames minces

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

MARQUAGES ROUTIERS

MAR 01 (01)	Réflexion à la lumière du jour ou sans un éclairage public
MAR 02 (01)	Rétroréflexion sous l'éclairage des projecteurs de véhicules
MAR 03 (01)	Détermination de la couleur d'un marquage routier
MAR 04 (01)	Luminance rétro-réfléchie (R_L) dynamique



Wallonie

Service public de Wallonie
Direction générale opérationnelle des Routes et des Bâtiments
Direction de la Recherche et du Contrôle routier



DÉTERMINATION DE L'UNI LONGITUDINAL D'UNE COUCHE DE CHAUSSÉE

1 Objectif de l'essai

Caractériser la planéité par le biais de la détermination de la différence entre le profil idéal et le profil réel d'une voirie.

2 Appareillage

L'uni longitudinal est mesuré au moyen de l'APL (analyseur de profil en long), développé par le Laboratoire central des Ponts et Chaussées français (LCPC). Il peut être utilisé en monotrace (une seule remorque) ou en bitrace (deux remorques). Lors des transferts entre zones de mesure, les remorques sont embarquées à l'intérieur du véhicule.

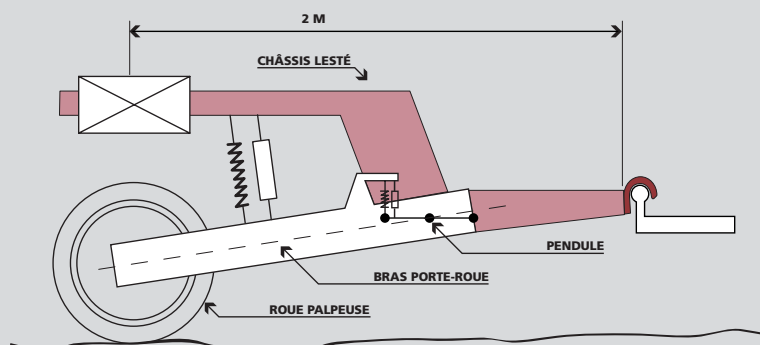


Un analyseur de profil en long (APL).
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la mesure

Grâce au châssis lesté et à une suspension constituée d'un ressort et d'un amortisseur calibrés, la roue palpeuse est en contact permanent avec la chaussée. Un pendule inertiel à basse fréquence sert de référence à la mesure des déplacements angulaires du bras porte-roue. L'acquisition informatique des mesures est réalisée par pas de 5 cm. Ces données permettent, après traitement, de caractériser l'uni longitudinal d'une couche de chaussée.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier
© SPW-Direction de l'Édition

4 Expression des résultats

L'uni longitudinal peut être exprimé de différentes manières. En Belgique, il est exprimé au moyen du coefficient de planéité (CP).

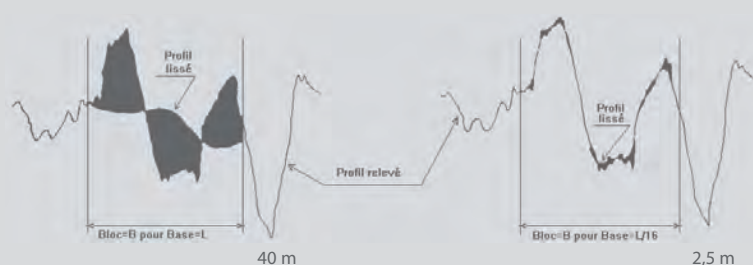
Le traitement des données procède au calcul de la moyenne glissante sur une base de longueur L et détermine ainsi les points formant le « profil lissé ».

Pour une base donnée, le CP est la somme des surfaces comprises entre le « profil relevé » et le « profil lissé », ramenée à la longueur du bloc de dépouillement.

Les surfaces sont exprimées en mm^2 , et la longueur du bloc de dépouillement, en hm. Par définition, le CP est exprimé en $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{hm}$.

Le MET a choisi trois bases : 40 m, 10 m et 2,5 m, ce qui génère respectivement les CP₄₀, CP₁₀ et CP_{2,5}. Le bloc de dépouillement peut être de 100 m ou de 25 m.

Les figures ci-après représentent, pour un même profil relevé, les profils lissés obtenus pour deux bases différentes (L et L/16).



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier
© SPW-Direction de l'Édition

5 Limites d'utilisation

Par conception de l'appareillage, les vitesses nominales d'acquisition des mesures sont limitées à l'une des trois vitesses suivantes :

- 21,6 km/h pour l'enregistrement des longueurs d'onde comprises entre 0,30 m et 15,00 m ;
- 54,0 km/h pour l'enregistrement des longueurs d'onde comprises entre 1,00 m et 30,00 m ;
- 72,0 km/h pour l'enregistrement des longueurs d'onde comprises entre 1,00 m et 40,00 m.

Le mode d'accouplement des remorques limite les possibilités de mesure dans les courbes de faible rayon.

La surface de la chaussée doit être propre.

Les capteurs de mesure étant fort sensibles aux agents corrosifs, il est recommandé d'éviter l'utilisation de l'APL lorsque des fondants chimiques (sels de déverglaçage) sont présents sur la chaussée.

MESURE DE LA RUGOSITÉ D'UN REVÊTEMENT DE CHAUSSÉE AU SCRIM

1 Objectif de l'essai

Caractériser la rugosité, ou la glissance, d'un revêtement par le biais d'une résistance au dérapage déterminée conventionnellement.

2 Appareillage

Le CFT (coefficient de frottement transversal) est mesuré au moyen d'un SCRIM (Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine).

Ces appareils développés par la firme WDM de Bristol (Grande-Bretagne) sont équipés de Rugolaser's destinés à la mesure de la (macro) texture de surface.

Leur gabarit s'explique par l'importante citerne d'eau qui leur procure l'autonomie d'arrosage en cours d'essais.

La direction dispose de deux appareils :

- l'un « monotrace », monté sur châssis Renault (210 cv et citerne 6 000 l) ;
- l'autre « bitrace », monté sur châssis Iveco Stralys (430 cv et citerne 12 000 l).



Le SCRIM (Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine). © SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

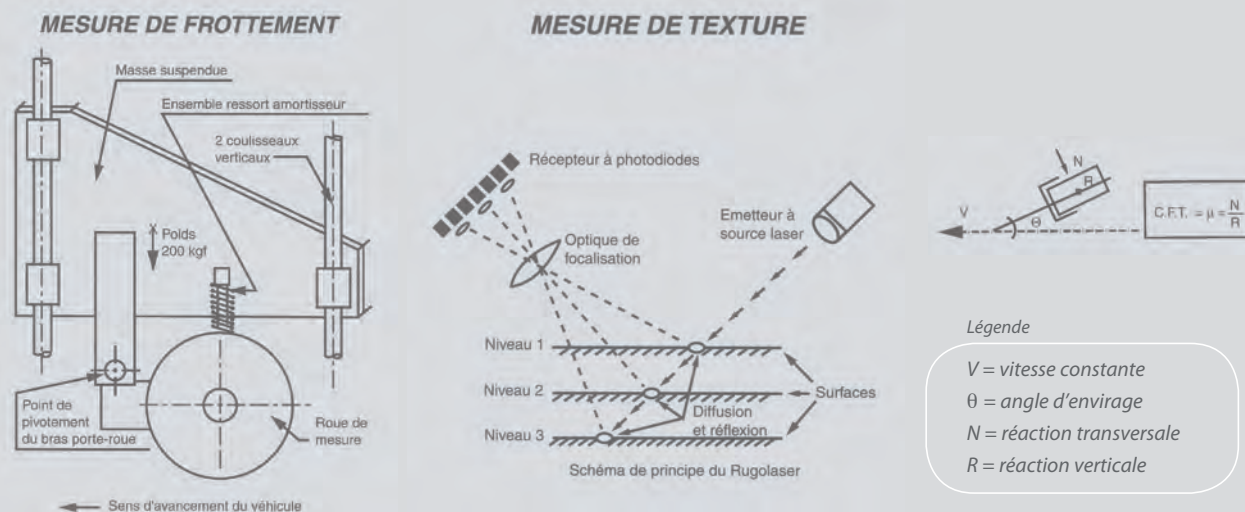
3 Principe de la mesure

La roue de mesure, dont la charge est de 200 kg, est inclinée d'un angle de 20° par rapport au plan longitudinal du véhicule : c'est l'angle d'envirage. La force horizontale de rappel en alignement droit est mesurée grâce à un capteur placé dans le moyeu de la roue.

Le pneu de mesure est lisse et de type « moto ». Le CFT est, de ce fait, principalement lié à la microtexture (des granulats). La macrotexture est mesurée grâce au Rugolaser et est exprimée en « hauteur conventionnelle à la tache de sable ».

L'acquisition informatique des mesures est réalisée par pas de 10 cm.

Pour la mesure du CFT, la surface du revêtement est mouillée à l'avant de la roue de mesure par une quantité constante et prédéterminée d'eau, correspondant à une pluie conventionnelle.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

4 Expression des résultats

Le CFT mesuré est corrigé en fonction de la vitesse réelle et de la température du revêtement, de manière à le ramener à la vitesse nominale choisie et à la température standard de 20 °C.

Le CFT, pour une section de revêtement de longueur donnée, est la moyenne des coefficients de frottement transversal calculés sur cette section.

Le CFT n'a pas de dimension et s'exprime par sections d'un hectomètre ou d'un décamètre.

5 Limites d'utilisation

La température du revêtement mouillé doit être comprise entre 5 °C et 35 °C.

Le revêtement doit être propre et exempt, si possible, de fondants chimiques.

Lors des essais contractuels, la vitesse nominale de déplacement est de 50 km/h, avec une tolérance de 40 à 55 km/h, ou de 80 km/h, avec une tolérance de 70 à 85 km/h.

La mesure de la « hauteur conventionnelle à la tache de sable » ne peut se faire que si le revêtement est sec avant l'essai.

DÉTERMINATION DE LA PORTANCE RÉSIDUELLE D'UNE CHAUSSÉE SOUPLE

1 Objectif de l'essai

Évaluer la portance d'une chaussée souple en vue de déterminer sa durée de vie résiduelle et d'en calculer son renforcement éventuel.

2 Appareillage

Pour mesurer la portance résiduelle d'une chaussée souple, le MET dispose d'un déflectographe Lacroix.



Le déflectographe Lacroix.
© SPW-Direction de l'Édition

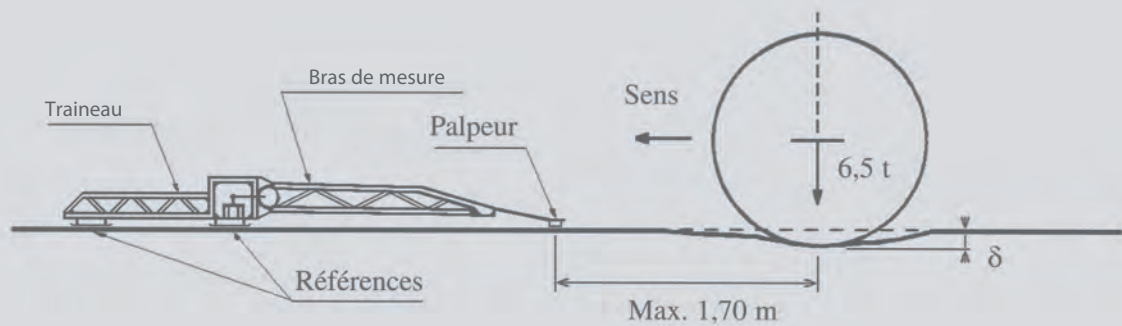


3 Principe de la mesure

La ligne d'influence d'une charge mobile est déterminée par la mesure de la déflexion d'une chaussée souple soumise à la charge en mouvement d'un essieu standard de 13 t.

Les extrémités du traîneau de mesure posé sur le revêtement, et qui a la forme d'un T, constituent un triangle de référence. La déflexion du revêtement est égale au déplacement vertical du palpeur placé sur le bras de mesure lorsqu'il est au droit de la charge.

Les déflexions sont mesurées en continu, sur une distance de 1,70 m, par pas de 3,70 m correspondant au pas de déplacement du traîneau.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

4 Expression des résultats

La déflexion est exprimée en centièmes de millimètres.

La portance résiduelle d'une section de chaussée souple auscultée à l'aide du deflectographe Lacroix est caractérisée par :

- la déflexion moyenne \bar{d} et l'écart type s
- la déflexion caractéristique $d_c = \bar{d} + 2s$
- la déflexion caractéristique glissante

de la frayée la plus déformable de toute la section.

5 Limites d'utilisation

L'essai est sans objet pour des chaussées à structure rigide ou semi-rigide.

L'essai de portance doit être effectué en dehors des périodes de gel ou de dégel des fondations.

L'essai se réalisant à ± 4 km/h, son rendement est très limité.

RELEVÉ DU PROFIL EN TRAVERS DE LA CHAUSSÉE

1 Objectif de l'essai

Relever le profil en travers d'une chaussée, en général à revêtement souple, afin de déterminer la profondeur des ornières éventuelles.

2 Appareillage

Le profil en travers est relevé au moyen d'un TUS (transversoprofilomètre à ultrasons), développé par le Laboratoire central des Ponts et Chaussées français (LCPC).



Transversoprofilomètre à ultrasons.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

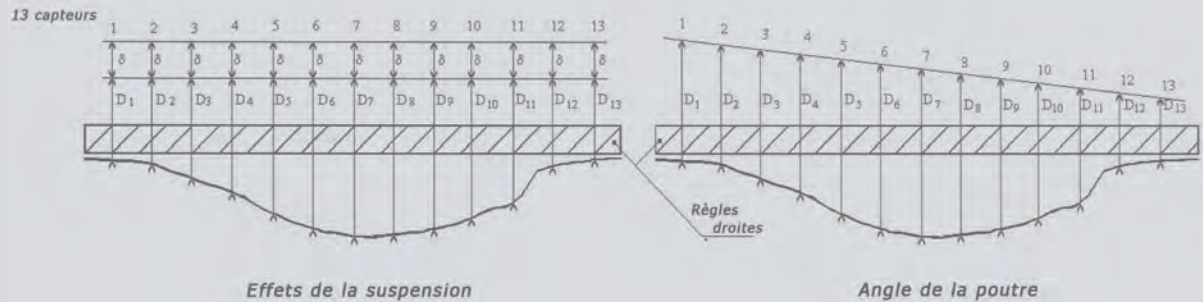
QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la mesure

Treize ensembles de mesure, constitués d'émetteurs et de récepteurs, placés sur une poutre rigide, font appel à la réflexion d'une onde ultrasonique sur le revêtement et à la variation de son temps de parcours, qui est évidemment fonction de la distance parcourue.



*Le système informatique permet de neutraliser les effets parasites dus à la suspension.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier*

4 Expression des résultats

Au départ du relevé du profil, le logiciel permet la détermination de la profondeur des éventuelles ornières.

Cette profondeur est exprimée en millimètres.

Une représentation graphique du profil relevé est possible.

5 Limites d'utilisation

L'essai ne peut être réalisé par temps de pluie ou en présence de neige, la distance mesurée étant celle séparant l'ensemble de mesure du premier obstacle réfléchissant le train d'impulsions.

Le revêtement doit être propre.

La vitesse de l'essai est limitée à 50 km/h pour permettre de relever un profil en travers au minimum tous les 3 mètres.

MESURE DE LA RUGOSITÉ D'UN REVÊTEMENT DE CHAUSSÉE À L'ODOLILOGRAPHE

Cet appareillage n'est plus utilisé par le SPW et est remplacé par le SCRIM. (cf. fiche AUS 02 (03)).

1 Objectif de l'essai

Caractériser la rugosité, ou la glissance, d'un revêtement d'une chaussée par le biais d'une résistance au dérapage déterminée conventionnellement.

2 Appareillage

Le CFT (coefficient de frottement transversal) peut être mesuré au moyen d'un odoliographe, un appareil de conception belge. Obligatoirement précédé d'une citerne d'arrosage.



L'odoliographe.

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la mesure

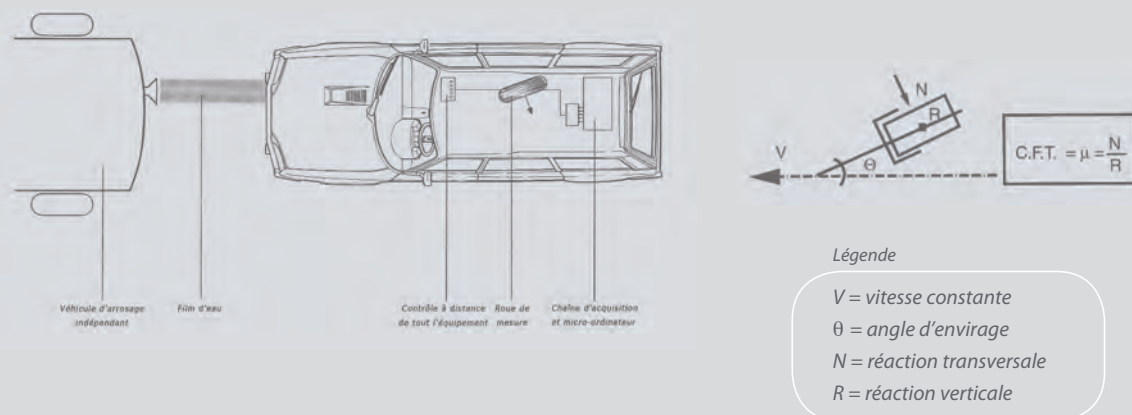
La roue de mesure, dont la charge — appliquée hydrauliquement — est de 280 kg, est inclinée d'un angle de 15° par rapport au plan longitudinal du véhicule : c'est l'angle d'envirage. La force horizontale de rappel est mesurée grâce à un capteur placé dans le moyeu de la roue.

Les mesures sont stockées par un ordinateur pour être ensuite traitées en vue de caractériser le CFT du revêtement.

Le pneu de mesure, de type « AIPCR », est lisse, de dimensions 165 R 15, et à carcasse radiale.

Vu les dimensions du pneu, le CFT est fonction tant de la microtexture que de la macrotexture.

Lors de la mesure, la surface du revêtement est mouillée par une quantité constante et prédéterminée d'eau, correspondant à une pluie conventionnelle.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

4 Expression des résultats

Le CFT mesuré est corrigé en fonction de la vitesse réelle et de la température du revêtement de manière à le ramener à la vitesse nominale choisie et à la température standard de 20 °C.

Le CFT, pour une section de revêtement de longueur donnée, est la moyenne des coefficients de frottement transversal calculés sur cette section.

Le CFT n'a pas de dimension et s'exprime par sections d'un hectomètre ou d'un décamètre.

5 Limites d'utilisation

La température du revêtement mouillé doit être comprise entre 5 °C et 35 °C.

Le revêtement doit être propre et exempt, si possible, de fondants chimiques.

Lors des essais contractuels, la vitesse nominale de déplacement de l'odoligraphe est de 50 km/h, avec une tolérance de 40 à 55 km/h, ou de 80 km/h, avec une tolérance de 70 à 85 km/h.

PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS « A POSTERIORI »

1 Objectif de l'essai

Prélever un échantillon de revêtement afin de déterminer l'épaisseur des couches qui le constituent et/ou de les soumettre ultérieurement à certains essais en laboratoire.

2 Appareillage

Les échantillons « a posteriori » sont prélevés au moyen d'une carotteuse, mue hydrauliquement et installée sur un camion.



←
Carotteuse sur camion.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la mesure

La section de l'échantillon est adaptée aux essais à réaliser.

Pour des essais en laboratoire, elle sera généralement de 100 ou 200 cm².

Pour des essais de simulation de trafic, elle sera de 400 cm².

Si le but est uniquement de déterminer l'épaisseur des différentes couches du revêtement, elle sera de 100, 50 ou 30 cm².

4 Expression des résultats

L'épaisseur des différentes couches d'un revêtement est exprimée en millimètres.

5 Limites d'utilisation

La sonde étant refroidie à l'eau, il n'est pas possible de prélever des échantillons par temps de gel, l'eau risquant de former une plaque de verglas et/ou d'éliminer les sels de déverglaçage présents sur la chaussée.

Le matériel dont dispose actuellement la direction permet de prélever des échantillons jusqu'à une épaisseur de 60 cm.



EXAMEN VISUEL AU MOYEN DU SAND

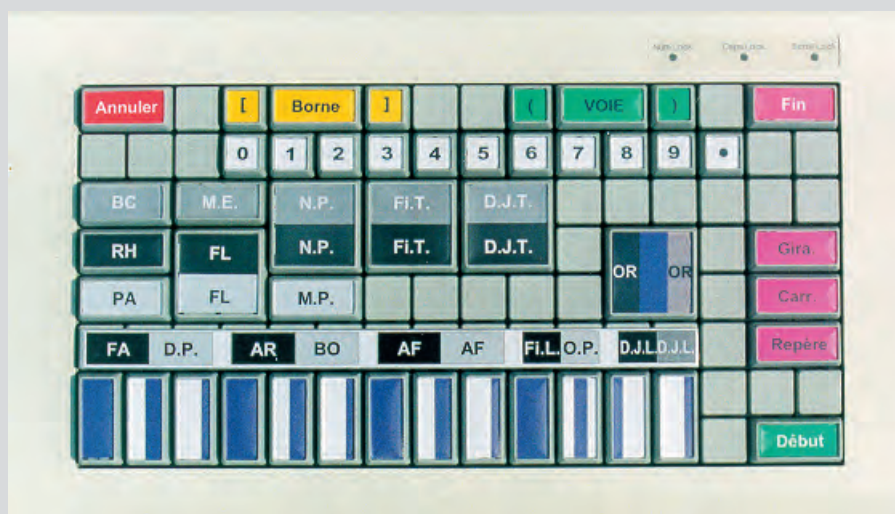
Cet appareillage n'est plus utilisé par le SPW.

1 Objectif de l'essai

Collecter, de manière systématique, des informations relatives au revêtement d'une chaussée, et perceptibles visuellement par un opérateur.

2 Appareillage

Cette opération est réalisée au moyen du système SAND (système d'acquisition numérique de données), développé en Belgique et dont dispose chaque direction territoriale des Routes.



←
Le système SAND.
© SPW-Direction de la Recherche
et du Contrôle routier

3 Principe de la mesure

Le système assisté par ordinateur permet la saisie des données relatives à l'état de surface par l'intermédiaire d'un clavier spécifique, préalablement configuré selon la nature des informations à recueillir.

La configuration du système peut être adaptée instantanément en cours de mesures en fonction du type de revêtement rencontré : c'est-à-dire, hydrocarboné, béton de ciment ou pavage.

Les informations à recueillir sont codifiées dans un « Catalogue des dégradations ».

La vitesse de collecte est adaptée en fonction de l'importance et de la diversité des dégradations. Elle peut se réduire à quelques km/h.



Wallonie

4 Expression des résultats

Les informations sont pondérées et localisées par rapport à un repère d'origine ; elles sont quantifiées pour une section de revêtement de longueur donnée.

5 Limites d'utilisation

Le revêtement doit être sec, ou en voie de l'être, et propre, de manière à permettre une perception aisée des éventuelles dégradations.

MESURE DE LA RUGOSITÉ AU GRIP TESTER

1 Objectif de l'essai

Déterminer la rugosité, ou la glissance, d'un revêtement de chaussée ou de marques routières, même dans des sites de configurations particulières.

2 Appareillage

Le Grip Tester est constitué d'une remorque légère, dotée de deux roues porteuses et d'une roue de mesure équipée d'un pneumatique (10 x 3,60-5) lisse. Celle-ci se trouve dans le plan longitudinal du véhicule et est entraînée par les roues porteuses grâce à un système à chaîne ; le rapport de démultiplication est tel qu'il impose à la roue de mesure un glissement de 15 % sur le revêtement. L'acquisition est pilotée par un ordinateur portable.



←
Le Grip Tester.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la mesure

Le Grip Tester mesure, en condition de chaussée mouillée, les forces de frottement entre le revêtement (ou marques routières) et un pneumatique lisse. Ces forces sont générées par l'application d'une charge verticale sur la roue de mesure.

L'axe de cette roue est équipé de jauges de contrainte permettant la mesure de la charge verticale et de la force horizontale. La charge verticale est variable et généralement comprise entre 22 et 28 kg.

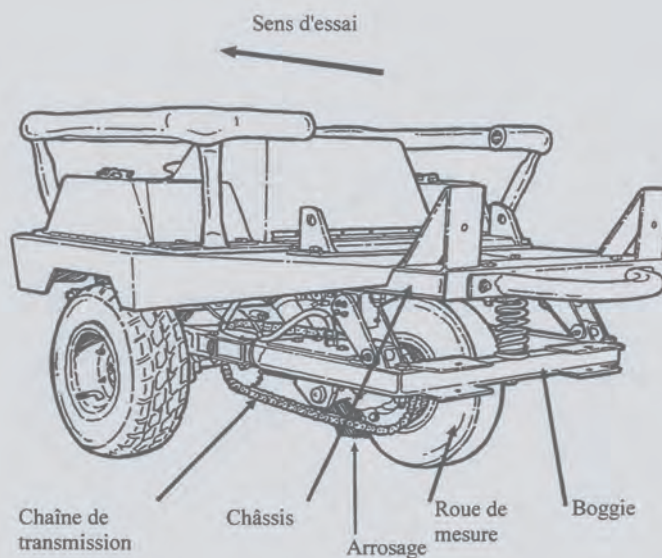
On mesure donc un « coefficient de frottement longitudinal » exprimé en Grip Number (GN), égal au rapport [force de frottement (F_h)/ charge verticale (F_v)].

Le Grip Number n'a pas de dimension.

Les essais peuvent être réalisés soit en mode tracté, soit en poussant manuellement l'appareil.

Dans le premier cas, le véhicule tracteur est équipé d'un réservoir d'eau d'environ 500 l, et la vitesse peut varier de 5 à 80 km/h (30-40 km/h étant la vitesse conseillée pour un débit de 3 l/min).

Dans le deuxième cas, deux réservoirs d'alimentation en eau, d'une capacité totale de 35 l, sont installés sur l'appareil ; la vitesse est alors de 5 km/h pour un débit de 1 l/min. La mesure est cependant relativement indépendante des variations d'épaisseur du film d'eau.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

4 Expression des résultats

Différents pas de mesure sont possibles (de 4 à 10 m). Pour une section de longueur donnée, le Grip Number est la moyenne des Grip Numbers mesurés sur cette section.

5 Limites d'utilisation

La température du revêtement mouillé n'a pas d'influence sur la valeur du Grip Number mesuré, mais la température de l'eau déposée doit être comprise entre 5 °C et 25 °C.

Le revêtement doit être propre et exempt, si possible, de fondants chimiques.

La vitesse de mesure peut être comprise entre 5 km/h et 80 km/h.

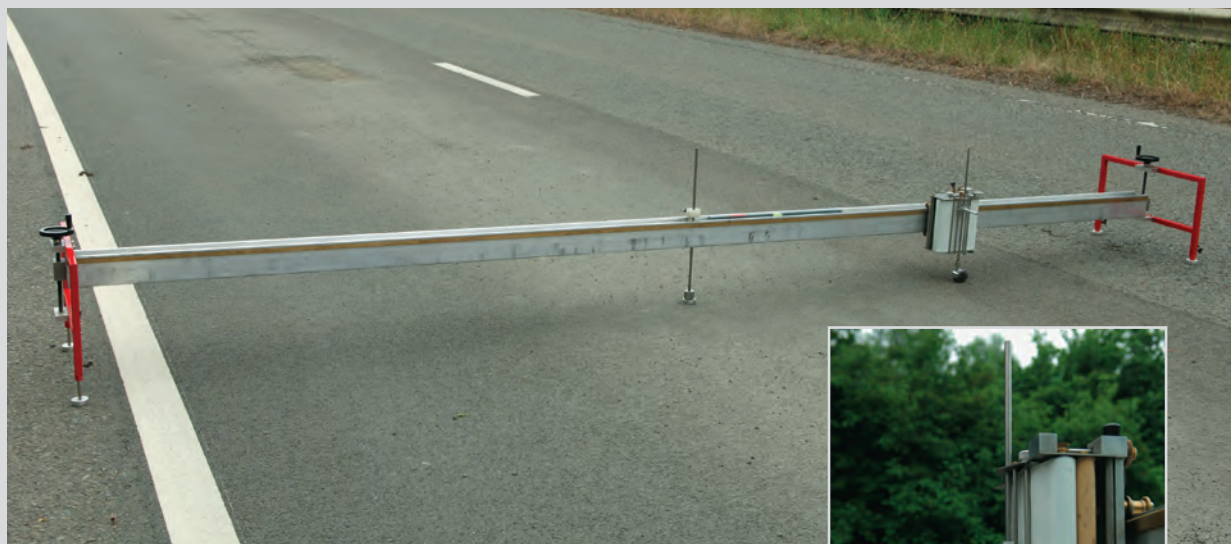
RELEVÉ PONCTUEL DU PROFIL EN TRAVERS D'UNE CHAUSSÉE

1 Objectif de l'essai

Relever le profil en travers d'une chaussée et, éventuellement, déterminer les couches responsables des déformations.

2 Appareillage

Pour mesurer localement le profil en travers d'une chaussée, il est fait usage du transversoprofilographe. Il permet aussi de contrôler le dévers. Il peut également être utilisé pour le contrôle en sens longitudinal des joints de ponts et de viaducs.



Le transversoprofilographe.
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la mesure

Une règle de 4 m repose sur deux supports coulissants permettant leur réglage en hauteur et la mise à niveau de la règle.

Un chariot mobile, équipé d'un palpeur libre de mouvement vertical enregistre, sur un papier millimétré, le déplacement de celui-ci.

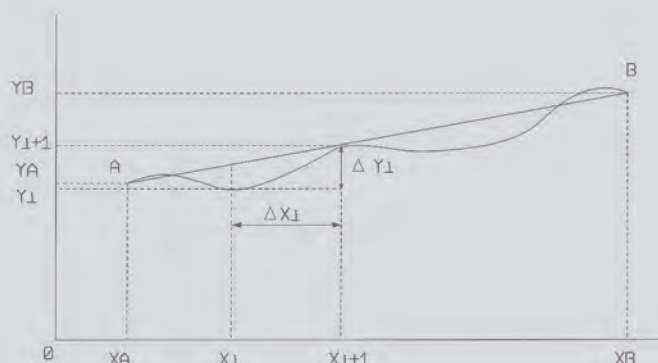
Le défilement du papier d'enregistrement est asservi au déplacement horizontal du chariot.



Wallonie

4 Expression des résultats

Les abscisses sont représentées à échelle réduite (1/20), et les déplacements verticaux du palpeur, à échelle réelle (1/1). La courbe enregistrée a l'allure suivante :



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

5 Limites d'utilisation

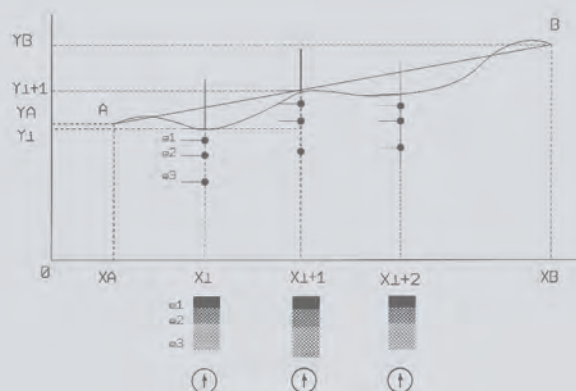
Le transversoprofilographe ne peut être utilisé sur des pentes supérieures à 10 %. Il est toutefois possible de remédier à cet inconvénient en plaçant des calibres sous les supports.

« Appareil à faible rendement » étant donné le temps de mise en place de l'appareil et de la signalisation.

6 Utilisation complémentaire

On utilise aussi le transversoprofilographe pour déterminer le profil des sous-couches et détecter la (ou les) couche(s) responsable(s) des déformations. Dans ce cas, il permet également de positionner l'endroit précis des forages à réaliser le long du profil. Une dizaine de forages sont ainsi positionnés, puis réalisés.

Les carottes sont marquées sur leur face supérieure de manière à repérer précisément leur orientation par rapport au profil en travers. Après mesure des sous-couches, l'épaisseur de chaque sous-couche est reportée sur le graphique.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

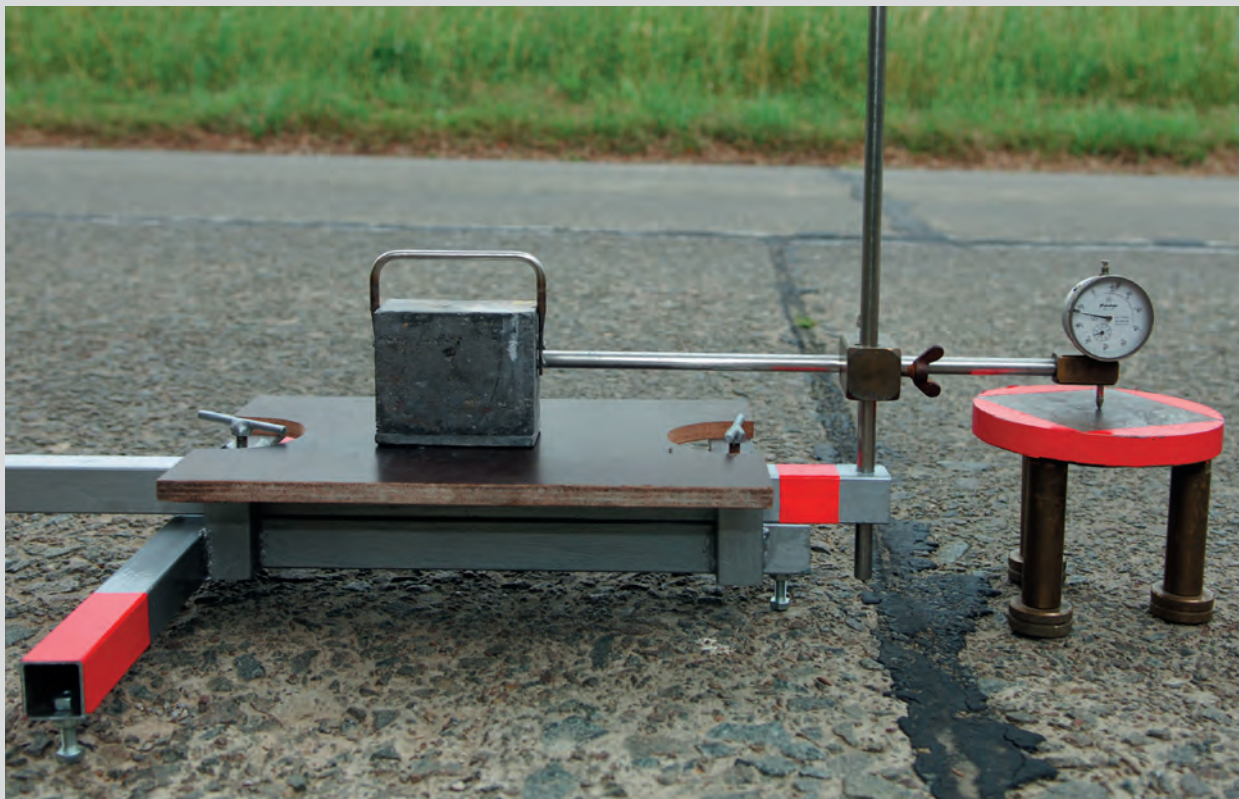
MESURE DU BATTEMENT ENTRE DALLES

1 Objectif de l'essai

Mesurer le mouvement relatif de deux dalles en béton au niveau du joint.

2 Appareillage

Pour mesurer le battement entre deux dalles, il est fait usage d'un faultimètre.



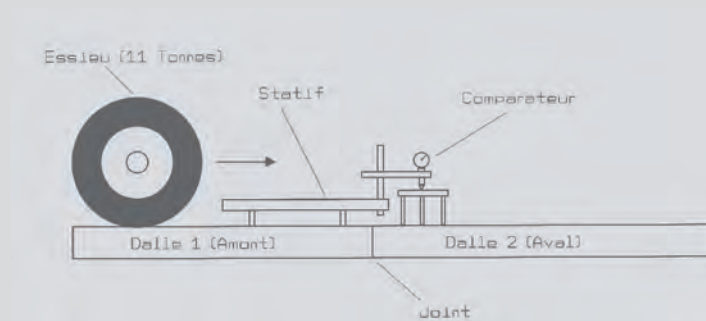
Le faultimètre.
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la mesure

L'appareil est composé d'un statif reposant sur trois points d'appui fixes et muni d'une potence sur laquelle est fixée un comparateur gradué au 100^e de millimètre.

La tige mobile du comparateur repose sur un tripode positionné sur l'autre dalle. Le comparateur indique le mouvement relatif des dalles au passage de l'essieu arrière d'un camion chargé à 11 tonnes.



*L'essieu du camion circule à une vitesse inférieure à 3 km/h, de la dalle D1 vers la dalle D2.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier*

4 Expression des résultats

Le mouvement relatif calculé des dalles est égal à $L2 - L1$.

L2 est l'enfoncement maximal en aval du joint (essieu sur la dalle D2).

L1 est l'enfoncement maximal en amont du joint (essieu sur la dalle D1).

5 Limites d'utilisation

Les mesures sont réalisées à des températures comprises entre 0 et 10 °C.

La dilatation du béton par temps chaud, d'une part, et le gel de la fondation par temps froid, d'autre part, peuvent empêcher le battement des dalles.

BORNAGE DU RÉSEAU

1 Objectif de l'essai

Réaliser un marquage hectométrique et kilométrique sur la chaussée, en vue de l'implantation d'un bornage ou afin d'effectuer la vérification d'un bornage existant.

2 Appareillage

L'opération est réalisée au moyen d'un bornographe.

Le véhicule utilisé est équipé d'un odomètre — appareil mesurant la distance parcourue — et d'un système de marquage par pulvérisation de peinture, reliés à une console de contrôle.



Le bornographe.

© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la mesure

Tous les hectomètres, un bref signal temporisé est envoyé par la console à l'électrovanne d'alimentation en air comprimé du pistolet de peinture. Un marquage est ainsi appliqué localement sur le sol.

Tous les kilomètres, un signal deux fois plus long que celui destiné à l'hectomètre est envoyé à l'électrovanne de façon à différencier les marquages kilométriques des marquages hectométriques.

4 Limites d'utilisation

L'opération ne peut être effectuée que par temps sec (condition liée à l'utilisation de peinture).

La vitesse du véhicule est voisine de 20 km/h afin d'obtenir une précision de marquage suffisante et de limiter les turbulences néfastes pour la projection correcte de la peinture sur la chaussée.

RÉSISTANCE EN COMPRESSION SIMPLE DES BÉTONS

Réf. : NBN 15 B-220
NBN EN 12390-3

1 Objectif de l'essai

Déterminer la contrainte axiale nécessaire pour amener le matériau (échantillon normalisée) à la rupture.

2 Appareillage



Presse d'écrasement hydraulique de classe 1 (EN 12390-4 (2000)) d'une capacité de 3 000 KN.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

L'essai consiste à écraser une éprouvette de forme cylindrique ou cubique entre les plateaux d'une presse, et ce jusqu'à rupture.

La charge Q est appliquée par le déplacement du plateau inférieur à vitesse constante et mesurée par un capteur de force calibré.

La vitesse correspond à un accroissement uniforme de contrainte de 0,2 à 1,0 N/(mm² . s) suivant la classe de résistance du béton.

4 Expression des résultats

Résistance à la compression simple R_c :

$$R_c = \frac{Q}{S} \times 0,1$$

où :

R_c = la résistance à la compression, exprimée en MPa

Q = la charge maximale à la rupture, exprimée en daN

S = la section de l'éprouvette, exprimée en cm²

5 Limites d'utilisation

Les éprouvettes doivent présenter deux surfaces planes et parallèles et requièrent, en principe, une rectification préalable.

DÉTERMINATION DE LA GÉLIVITÉ DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

EN 1367-1 (2000)

1 Objectif de l'essai

Déterminer le comportement d'éprouvettes de matériaux de construction après une série de cycles gel/dégel.

2 Appareillage



←
Enceinte frigorifique programmable.
© SPW-Direction de l'Édition

Échantillon.
© SPW-Direction de l'Édition
→



AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Soumettre à 20 cycles, ou plus, de gel/dégel préprogrammés, les échantillons saturés en eau du matériau à tester, et ce, dans une enceinte frigorifique ventilée dont la température est régulée.

4 Expression des résultats

Exprimer le comportement des éprouvettes suivant une codification normalisée, en fonction du matériau testé (carreaux, briques, pavés, etc.) et faisant notamment appel à l'examen visuel et à la perte de matière.

SCIAGE DES ÉPROUVETTES

1 Objectif de l'essai

Préparer les échantillons de béton de ciment ou d'enrobé hydrocarboné, de manière à pouvoir effectuer les essais prévus.

2 Appareillage



←
Scie circulaire.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Dans le but d'effectuer des tests, les carottes constituées de plusieurs couches de revêtement distinctes sont sciées à l'aide de la scie circulaire de manière à en séparer les couches. Dans certains cas, il est aussi nécessaire de scier une pellicule de 4 à 5 mm au niveau de la surface supérieure ou inférieure des carottes.

En sciant les bords, la méthode permet aussi de mettre à dimension les différentes éprouvettes (carrée, rectangulaire ou circulaire) de manière à effectuer, entre autres, les essais d'orniérage.

4 Expression des résultats

Les différents morceaux d'éprouvettes sciés sont éventuellement pesés et mesurés de manière à déterminer leur masse volumique apparente.

DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN LIANT SOLUBLE DE MÉLANGES BITUMINEUX PAR CENTRIFUGATION

CME 54.06
NBN EN 12697-1 (2006)

1 Objectif de l'essai

Séparer les différents composants (liant, pierres et *filler*) par les opérations suivantes : mise en solution, lavage, tamisage et centrifugation de la phase « liquide ».

2 Appareillage



Double cascade de centrifugeuses.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

L'échantillon de mélange hydrocarboné est décohesionné par trempage dans le chlorure de méthylène.

Les pierres et le sable sont récupérés sur tamis par lavage au solvant.

Le *filler* est récupéré par centrifugation de la solution de lavage.

L'utilisation de deux centrifugeuses en cascade permet d'en affiner la récupération.

4 Expression des résultats

Pourcentage de liant :

$$\% \text{ liant} = \frac{L}{G_T} \times 100$$

où :

L = masse du liant
= A - (B + Y)

où

A = masse sèche de l'échantillon

B = masse sèche après lavage

Y = masse du *filler* récupéré

G_T = masse totale des granulats (pierre, sable et *filler*)

= B + Y

GRANULOMÉTRIE DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DES MÉLANGES HYDROCARBONÉS

Réf. : NBN EN 933-1 (1997)

1 Objectif de l'essai

Établir la courbe granulométrique du squelette minéral.

2 Appareillage



← Série de tamis à ouvertures décroissantes sur dispositif vibrant.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Après centrifugation, déterminer les pourcentages de refus cumulés du granulat à différents tamis.

Les teneurs en pierre, *filler* et sable et le diagramme ternaire des sables sont ainsi déterminés.

4 Expression des résultats

$$\text{Refus cumulé sur tamis « T » (en \%)} = \frac{\sum_{i=1}^T M_i}{G_T} \times 100$$

où :

G_T = masse sèche des granulats après extraction y compris sable et *filler*
 M_i = masse sèche du refus sur tamis « i »

Teneur en pierres (%) = % refus cumulé sur tamis 2 mm

Teneur en *filler* (%) = 100 – % refus cumulé à 0,63 mm
 = % passant au tamis de 0,63 mm

% sable = % refus cumulé 0,63 mm – % refus cumulé 2 mm

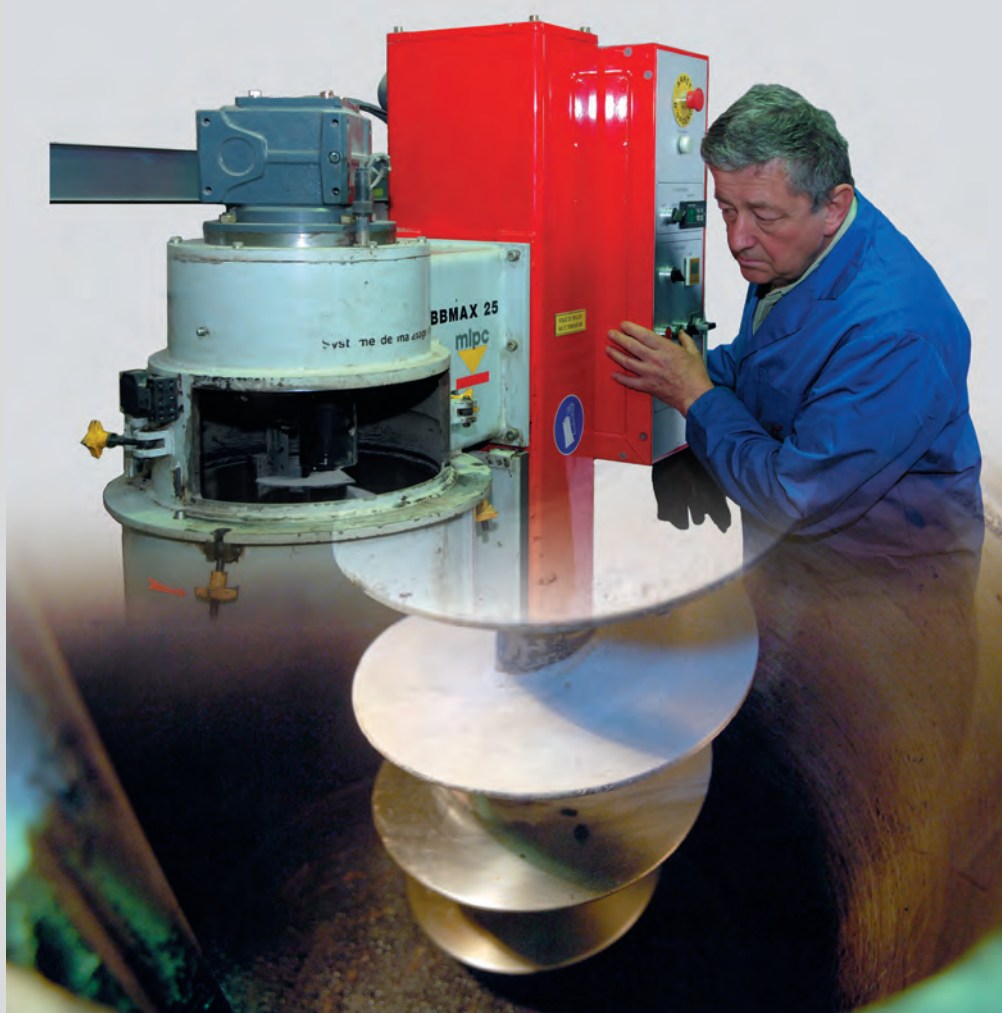
FABRICATION DE MÉLANGES BITUMINEUX À L'AIDE D'UN MALAXEUR THERMORÉGULÉ

Réf. : NBN EN 12697-35 (2004)

1 Objectif de l'essai

Préparer un mélange bitumineux en laboratoire, au départ d'une composition donnée, en vue de confectionner, avec ce mélange, les éprouvettes destinées à divers essais mécaniques.

2 Appareillage



Malaxeur planétaire à cuve thermorégulée, développé par le Laboratoire central des Ponts et Chaussées français (LCPC), et détail de l'élément épicycloïdal du malaxeur.

© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

3 Principe de la méthode

Les matériaux constituant le mélange sont séchés à l'étuve ; ils sont ensuite calibrés et pesés par classes en fonction de la composition choisie. À l'étuve, les agrégats minéraux sont portés à une température supérieure de 10 °C à la température de malaxage.

Ils sont introduits dans la cuve préchauffée d'un malaxeur thermorégulé et mélangés avec la quantité de liant prévue dans la composition. Après malaxage, le mélange peut être utilisé pour les applications souhaitées.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE
DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS

Rue de l'Industrie 27, B-1400 Nivelles • Tél. : +32 (0) 67 28 33 00 • Fax : +32 (0) 67 21 64 01
www.wallonie.be • N° Vert : 0800 1 1901 (informations générales)

FABRICATION D'ÉPROUVETTES DE MÉLANGES BITUMINEUX POUR L'ESSAI D'ORNIÉRAGE

Réf. : CME 54.13
NBN EN 12697-33 (2004)

1 Objectif de l'essai

Fabriquer une éprouvette standardisée de forme parallélépipédique, destinée à l'essai d'orniérage.

2 Appareillage

Pour réaliser cet essai, on utilise des moules dont les dimensions intérieures sont de 480 mm de longueur et de 180 mm de largeur.

La hauteur, entre 30 et 120 mm, est fonction de l'épaisseur des couches de revêtement à tester.



←
À gauche, le vrac ; au centre, le moule vide ; à droite, les carottes pré-sciées.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

3 Principe de la méthode

L'éprouvette est confectionnée soit au départ d'un mélange compacté en laboratoire, soit au départ de carottes prélevées dans un revêtement existant.

- **Mélange compacté en laboratoire**

Le mélange est composé en laboratoire, au départ de matériaux élémentaires, et fabriqué dans le malaxeur thermorégulé (réf. : fiche ENR 03 (02)).

Il est ensuite compacté dans le moule prédécrit, au moyen du compacteur de plaques (réf. : fiche ENR 10 (02)).

- **Prélèvement dans un revêtement**

Trois carottes de 400 cm² de section sont nécessaires pour confectionner une éprouvette.

Celles-ci sont débitées en tranches correspondant aux couches à tester.

Les tranches correspondantes sont découpées de manière à pouvoir les assembler par trois dans le moule prédécrit (réf. : fiche BET 03 (01)).

Les trois tranches ainsi disposées sont scellées au plâtre dans le moule.

ESSAI D'ORNIÉRAGE DES MÉLANGES BITUMINEUX À L'ORNIÉREUR LCPC

Réf. : NBN EN 12697-22 (2004)

1 Objectif de l'essai

Déterminer, dans des conditions expérimentales données, la susceptibilité à l'orniérage d'un mélange hydro-carboné, soit compacté en laboratoire, au départ d'une composition donnée, soit reconstitué au départ de carottages réalisés dans une chaussée existante.

2 Appareillage



Orniéreur du LCPC

– Fréquence : 1 Hz

– Charge de roue normale : 5 000 N

– Pneu lisse (400 x 8) gonflé à 6 bar.

© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

3 Principe de la méthode

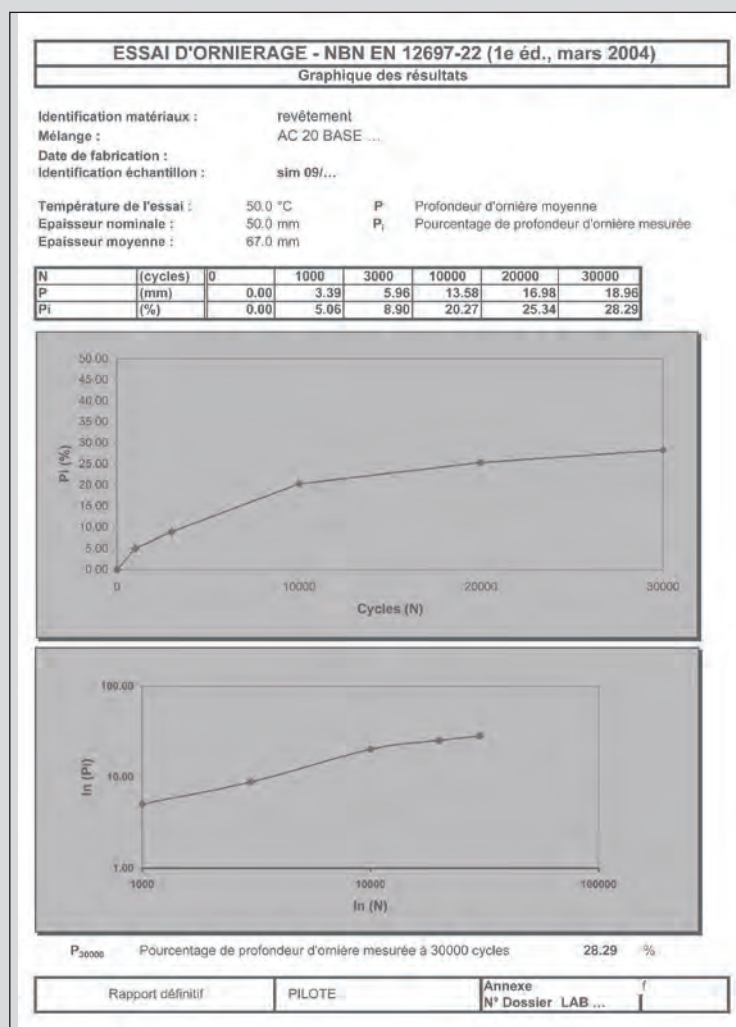
Une éprouvette de mélange hydrocarboné, de forme parallélépipédique et de grande dimension, fabriquée en laboratoire, est soumise à l'action d'une charge de roue standardisée décrivant un mouvement aller-retour rectiligne et simulat, à 50 °C, le passage d'une circulation canalisée d'essieux lourds (13 tonnes).

L'essai complet compte 30 000 cycles aller-retour.

On mesure la profondeur d'ornièrè causée en fonction du nombre de passages, et on constitue un diagramme de l'évolution de l'ornièrè.

4 Expression des résultats

Le revêtement testé est classé « très bon », « bon », « médiocre », « mauvais », « très mauvais » ou « extrêmement mauvais » du point de vue de l'ornièrè.



Exemple de rapport d'essai avec diagramme.

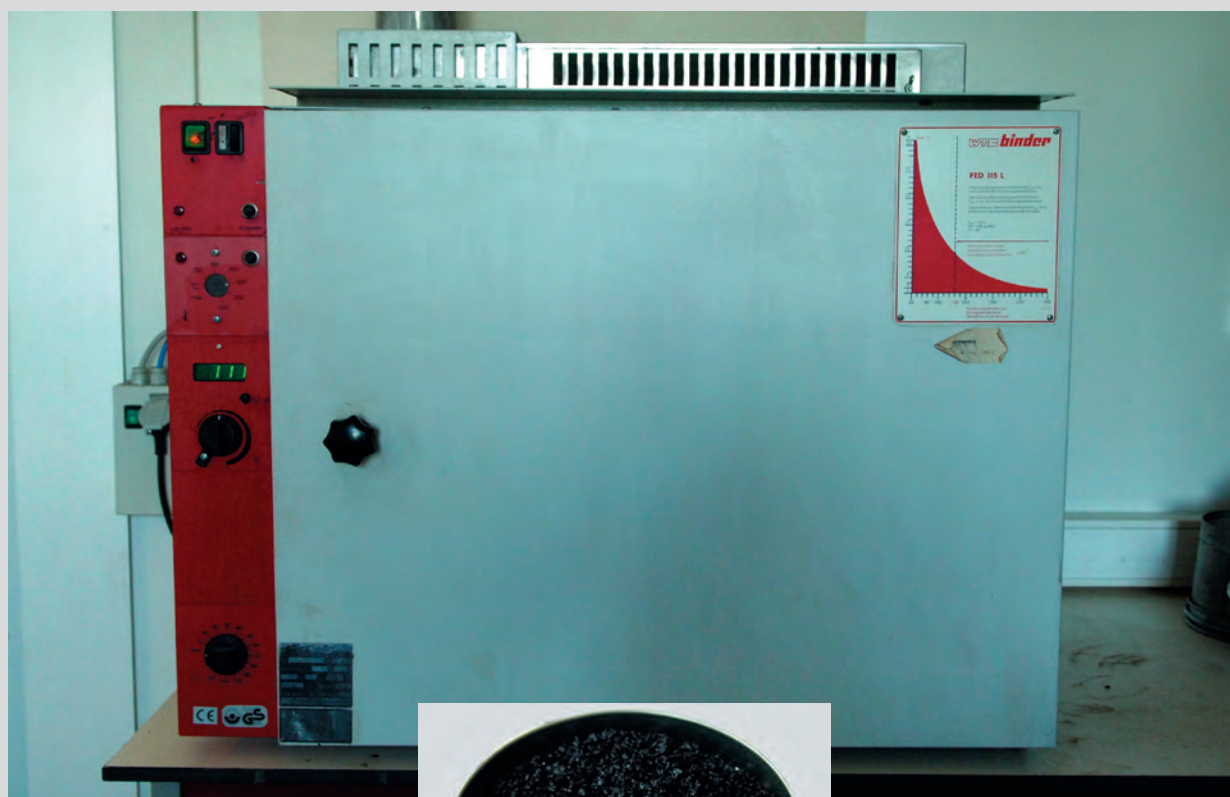
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

TENEUR EN SOLVANT D'UN ENROBÉ À FROID (APRÈS 72 H EN ÉTUVE VENTILÉE)

1 Objectif de l'essai

Déterminer la teneur en solvant d'un échantillon d'enrobé à froid, par le biais de sa perte de masse, après exposition à l'air à une température déterminée.

2 Appareillage



←
Étuve ventilée.
© SPW-Direction de l'Édition

←
Échantillon d'enrobé.
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la méthode

Déterminer la perte de masse d'un échantillon après un séjour de 24 h à température ambiante et, ensuite, après un séjour de 72 h à 110 °C.

4 Expression des résultats

V1 = perte de masse en % après séchage durant 24 h à température ambiante

V2 = perte de masse en % après séchage durant 72 h à l'étuve à 110 °C

RÉSISTANCE AU DÉSENROBAGE D'UN ENROBÉ À FROID

1 Objectif de l'essai

Déterminer visuellement si un échantillon d'enrobé à froid est sensible au désenrobage sous l'action de l'eau ou d'une solution salée.

2 Appareillage



←
Comparaison du désenrobage sous l'action de l'eau à 100 °C (1) et d'une solution saline (2).
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la méthode

3.1 Résistance à l'eau bouillante

Verser 100 ml d'H₂O bouillante sur 50 g d'enrobé à froid placé dans un *erlenmeyer* de 250 ml.

Faire bouillir le tout 1 minute et déterminer visuellement la sensibilité au désenrobage.

3.2 Résistance à l'eau à 10 % de CaCl₂

Prélever 50 g d'enrobé à froid dans un *erlenmeyer* de 250 ml et y ajouter 100 ml d'H₂O à 10 % de CaCl₂ (100 g CaCl₂/1 l H₂O).

Laisser reposer 7 jours à température ambiante et déterminer visuellement la sensibilité au désenrobage.

4 Expression des résultats

Apprécier visuellement, suivant la quantité de bitume qui s'est déposée sur les parois de l'*erlenmeyer* ou qui flotte dans l'eau, le degré de désenrobage : pas de désenrobage, léger désenrobage, désenrobage important.

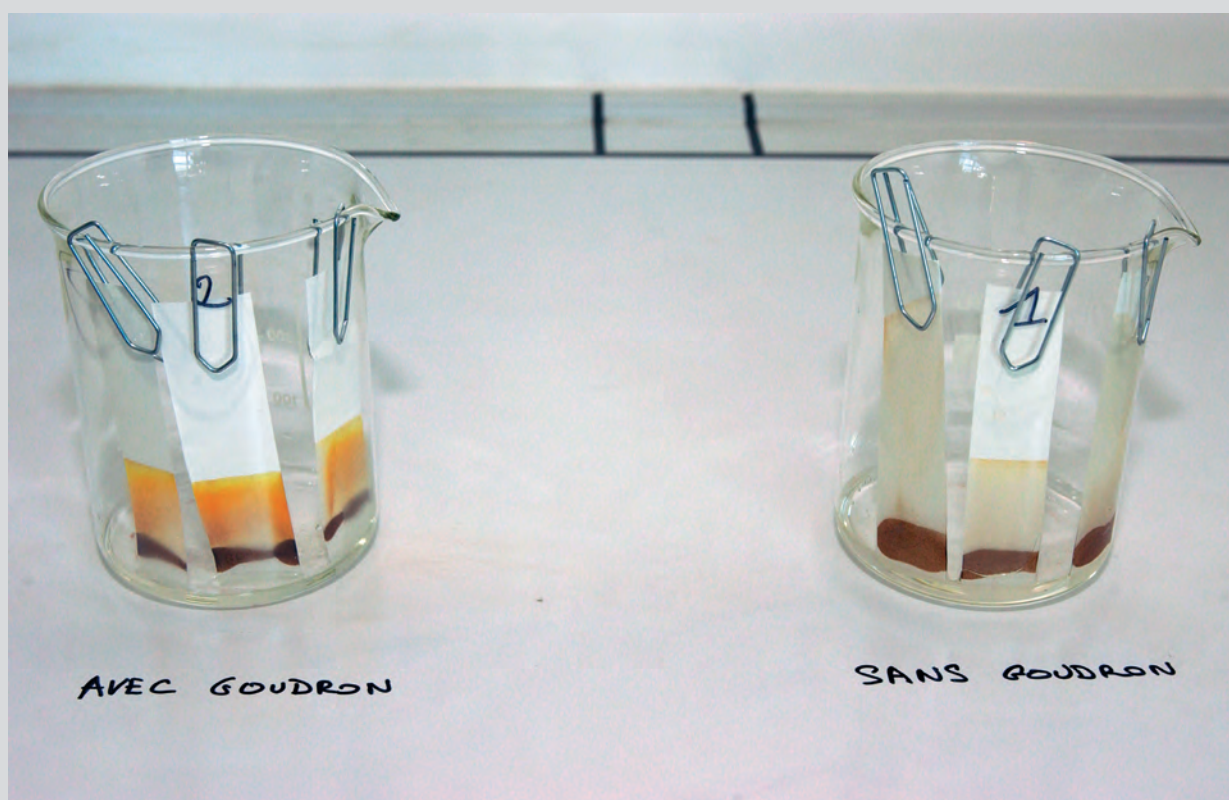
DÉTECTION DE LA PRÉSENCE DE GOUDRON DANS UN MÉLANGE HYDROCARBONÉ PAR CHROMATOGRAPHIE ASCENDANTE SUR PAPIER

Réf. : méthode CRR

1 Objectif de l'essai

Établir, de façon rapide, la présence de goudron dans un mélange hydrocarboné.

2 Appareillage



←
Chromatographie ascendante.
© SPW-Direction de l'Édition

3 Principe de la méthode

La détection est réalisée par une chromatographie de partage ascendante sur papier, basée sur la séparation du goudron et du bitume par un solvant sélectif (ne solubilisant que le goudron).

Pour ce faire, 10 g de mélange hydrocarboné sont recouverts de toluène dans un *erlenmeyer*.

Après 10 minutes, de la solution est prélevée et déposée sur une bande de papier filtre à 1 cm du bord inférieur de façon à obtenir une tache rectangulaire de 1 cm de large.

Après séchage de la tache pendant 1 minute, on attache la bande de papier avec la tache dirigée vers le bas du *bêcher* contenant du diméthyl sulfoxyde, et on laisse ensuite migrer.

4 Expression des résultats

- Présence de goudron = un front jaune orangé apparaît.
- Présence de bitume = un front brun apparaît.

DÉTECTION DE LA PRÉSENCE DE GOUDRON DANS UN MÉLANGE HYDROCARBONÉ PAR CHROMATOGRAPHIE DE PARTAGE SUR PAPIER

Réf. : AWA/178-95/150

1 Objectif de l'essai

Établir la présence de goudron dans un mélange hydrocarboné.

2 Appareillage



←
Chromatographie de partage.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

La détection est réalisée par chromatographie de partage sur papier filtre, basée sur la séparation du goudron et du bitume, au moyen d'un solvant sélectif (toluène).

Le matériau est déposé sur un papier filtre et imbibé de quelques gouttes de toluène pour faire apparaître une tache de ± 70 mm de diamètre.

4 Expression des résultats

Présence de goudron = une tache au pourtour orangé apparaît.

Présence de bitume = une tache brune apparaît.

CONFECTION DE DALLES D'ENROBÉS BITUMINEUX À L'AIDE D'UN COMPACTEUR DE PLAQUES

Réf. : NBN EN 12697-33 (2004)

1 Objectif de l'essai

Confectionner des dalles en matériaux bitumineux pouvant être utilisées, après sciage ou carottage éventuel, pour des essais d'orniérage, de traction, de flexion ou de cisaillement.

2 Appareillage

Le compacteur de plaques utilisé est celui développé par le Laboratoire central des Ponts et Chaussées français (LCPC)



Compacteur de plaques.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Le mélange bitumineux est disposé dans un moule rectangulaire et soumis à l'action d'une roue simple (petite dalle) ou jumelée (grande dalle) effectuant des mouvements déterminés et préprogrammés :

- verticaux avec application d'une force variable ;
- longitudinaux à vitesse constante ;
- transversaux pour couvrir la surface de la dalle.

Pour certaines applications, les pneus sont coiffés d'une jante métallique lisse.

Une table élévatrice permet de maintenir la partie supérieure du mélange dans le plan de roulement, au fur et à mesure de l'évolution du compactage. L'épaisseur de la dalle est mesurée et affichée en continu sur le pupitre de commande, ce qui permet de suivre l'évolution du compactage et donc du pourcentage de vides.



ESSAI D'APTITUDE AU COMPACTAGE DES ENROBÉS BITUMINEUX (PCG)

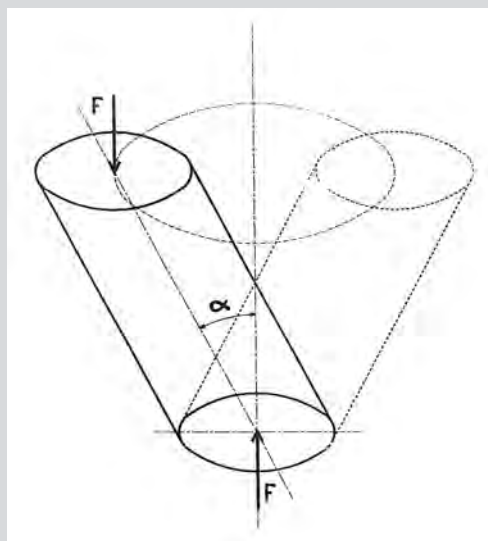
Réf. : NBN EN 12697-31

1 Objectif de l'essai

Étudier l'aptitude au compactage des mélanges granulaires au cours de la mise au point de la formulation des enrobés, suivant les exigences des normes ou spécifications.

2 Appareillage

L'appareillage utilisé est la presse de compactage à cisaillement giratoire, de type « PCG 3 », développée par le Laboratoire central des Ponts et Chaussées français (LCPC)



Principe de compactage.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier
La presse de compactage à cisaillement giratoire.
© SPW-Direction de l'Édition



AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

L'appareil soumet les matériaux aux effets simultanés d'une force de compression et d'un pétrissage par cisaillement qui oriente les grains du squelette minéral.

Ce processus permet d'atteindre des compacités élevées avec de faibles énergies de compactage. Un micro-ordinateur contrôle simultanément les paramètres d'effort et de vitesse en regard des valeurs normalisées et enregistre la hauteur de l'éprouvette pour un nombre imposé de girations, ou inversement.

4 Expression des résultats

Les résultats sont donnés sous forme de tableaux et de graphes, qui visualisent l'évolution de la compacité en fonction du nombre de girations.

PCG 3

Fichier: C:\PCG3\ESSAIS.ESS\PC306045.TXT

Type essai-nat.mat.: FRAN-AUCUN

Référence: 06081082

Nom operateur:

Date:

Heure: 13:10

Référence PCG3: 809B4

Type de mesures: à nombre de girations donné

Masse éprouvette: 1544 gr.

Angle: 0°55'

Température: 150 °C

Moule: 100 mm

Charge verticale: 4700 N

Contrainte verticale: 598 kPa

Hauteur minimale: 80.0 mm

Vitesse de rotation: 30 tr/min

Référence matériau:

Liant: tl%: 4.500

Pb%: 4.306

mvl/gb: 1.03 (gr/cm3)

Granulats: mvr/gsb: 2.322 (gr/cm3)

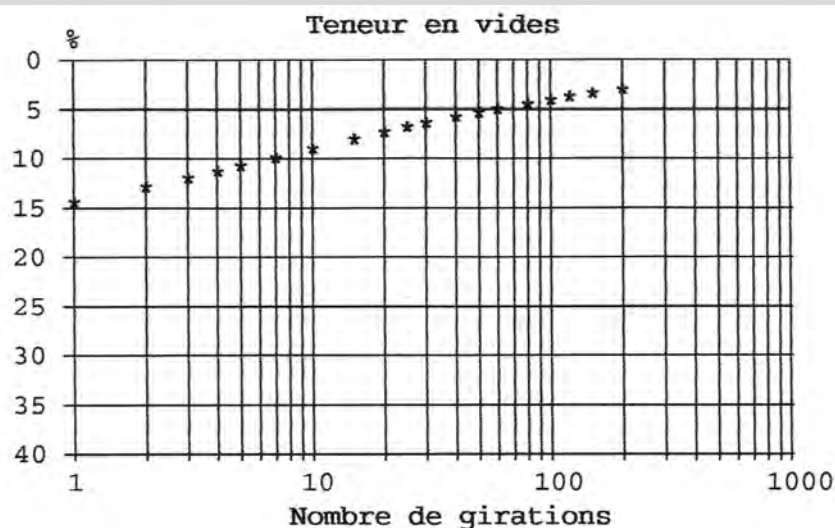
/gse: 2.620 (gr/cm3)

Mélange: mvr/gmm: 2.457 (gr/cm3)

/Pba%: 5.051

Eprouvette	0	1	2	3	4	5	7	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200
1 h1 (ng) en mm	93.3	93.3	91.7	90.8	90.1	89.5	88.7	87.8	86.9	86.3	85.8	85.4	84.9	84.5	84.2	83.7	83.4	83.1	82.8	82.5
f1 (ng) en daN	75.6	75.2	78.0	81.0	83.8	86.2	89.9	91.6	90.6	92.3	93.7	95.1	95.7	96.4	95.7	96.1	94.4	93.4	90.3	79.0
2 h2 (ng) en mm	93.8	93.8	92.1	91.1	90.4	89.7	89.0	88.1	87.2	86.5	86.0	85.6	85.1	84.7	84.4	83.9	83.5	83.2	82.9	82.6
f2 (ng) en daN	68.1	68.1	71.8	77.3	78.0	84.8	86.5	87.9	91.6	94.0	96.8	96.4	95.7	95.4	95.7	95.7	95.7	94.7	92.7	85.1
h (ng) en mm	93.5	93.5	91.9	91.0	90.3	89.6	88.9	88.0	87.1	86.4	85.9	85.5	85.0	84.6	84.3	83.8	83.5	83.2	82.9	82.5
f (ng) en daN	71.8	71.6	74.9	79.2	80.9	85.5	88.2	89.8	91.1	93.2	95.2	95.7	95.7	95.9	95.7	95.9	95.1	94.0	91.5	82.1
100CV h1 (ng)	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
li (ng)	7.4	7.1	5.8	3.4	5.1	1.1	2.7	3.0	0.8	1.3	2.3	1.0	0.0	0.8	0.0	0.3	1.0	1.0	1.9	5.3
V % / Va %	14.5	14.5	13.0	12.0	11.4	10.7	10.0	9.1	8.1	7.4	6.9	6.5	5.9	5.4	5.1	4.5	4.1	3.8	3.5	3.1
C % / Gmm %	85.5	85.5	87.0	88.0	88.6	89.3	90.0	90.9	91.9	92.6	93.1	93.5	94.1	94.6	94.9	95.5	95.9	96.2	96.5	96.9
r en MPa	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.25

© SPW-Direction de la Recherche
et du Contrôle routier



MESURE DE LA MASSE VOLUMIQUE APPARENTE (MVA) PAR PESÉE HYDROSTATIQUE

Réf. : CME 54.09§5.1.2.
NBN EN 12697-6 (2003)

1 Objectif de l'essai

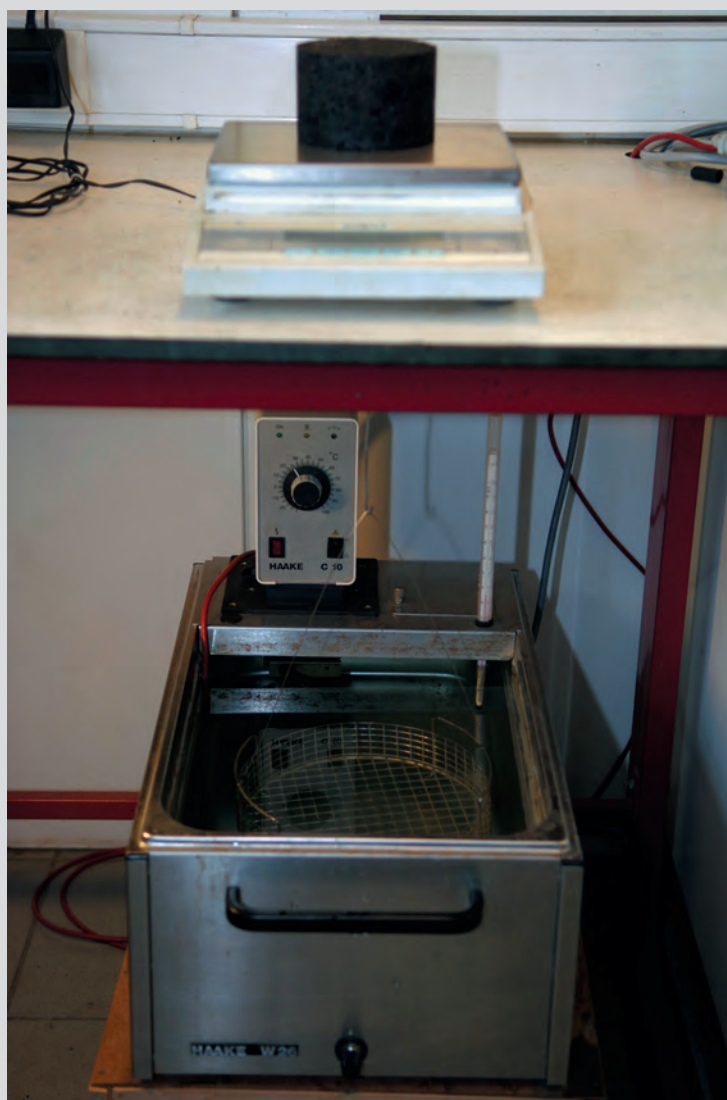
Déterminer la masse volumique apparente (g/cm^3) d'un matériau.

2 Appareillage

L'ensemble est constitué d'une balance à fléau, au 1/10 g, spécialement adaptée, et d'un bain thermostatique.

Via un orifice pratiqué dans la table, un panier immergé dans un bain thermostatisé est suspendu au fléau de la balance.

La balance et le panier suspendu immergé.
© SPW-Direction de l'Édition



AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

Par pesées successives dans l'air et dans l'eau, la poussée d'Archimède permet de déterminer le volume de l'échantillon testé.

4 Expression des résultats

Mesure de la masse volumique apparente (MVA) :

$$MVA = \gamma_{\text{eau}} \frac{A}{B - C}$$

où :

A = masse sèche de l'échantillon en g

B = masse de l'échantillon humide hors de l'eau en g

C = masse de l'échantillon sous eau en g

γ_{eau} = masse volumique conventionnelle de l'eau à 25 °C : 0,997044 g/cm³

MESURE DE LA MASSE VOLUMIQUE MAXIMUM (MVM) PAR PYCNOMÉTRIE

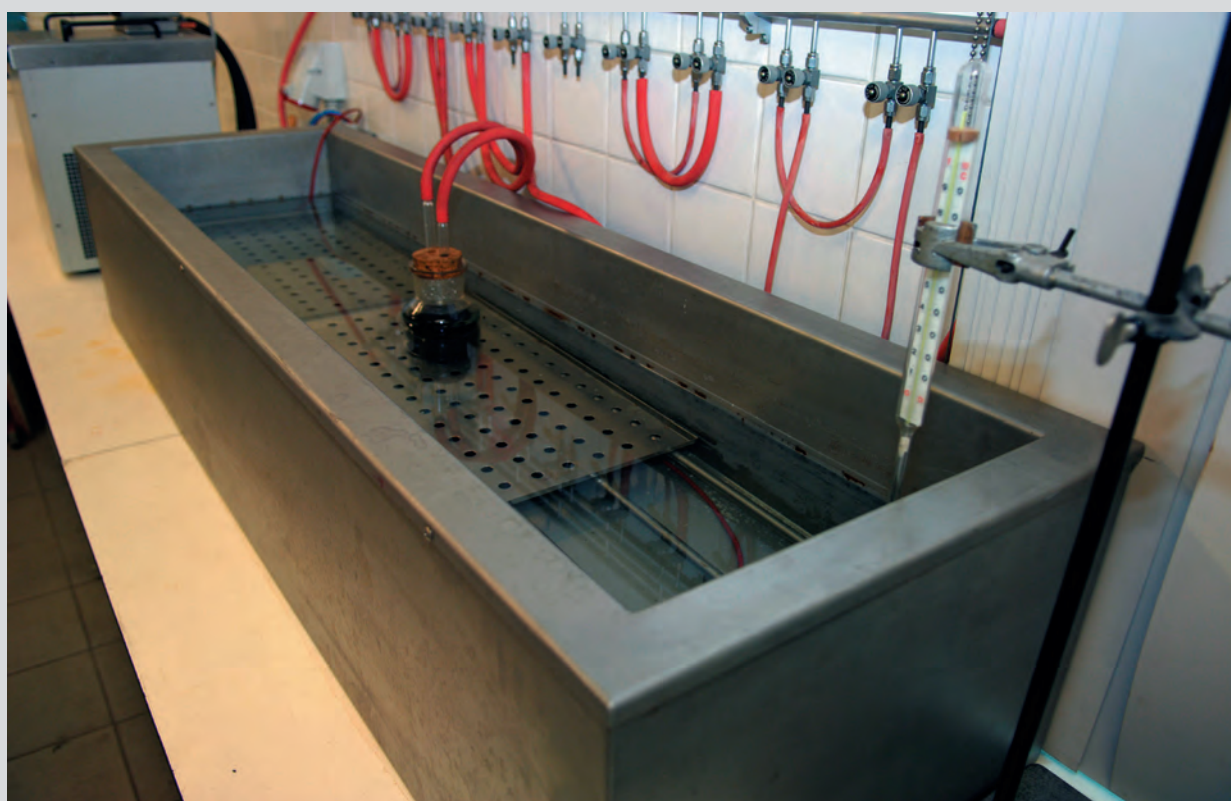
Réf. : NBN EN 12697-5 (2002)

1 Objectif de l'essai

Déterminer la masse volumique apparente (g/cm^3) d'un matériau.

2 Appareillage

L'ensemble est constitué d'un pycnomètre taré, d'une pompe à vide, d'un bain thermostatique et d'une balance au 1/10 g.



Pycnomètre.
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

Connaissant, d'une part, la masse du pycnomètre et celle de l'échantillon et, d'autre part, le volume du pycnomètre, on détermine la masse du liquide de densité connue, nécessaire pour compléter, sous vide, le volume du pycnomètre contenant l'échantillon. On calcule ainsi le volume du liquide et, par différence, le volume de l'échantillon.

4 Expression des résultats

Mesure de la masse volumique maximum (MVM)

$$MVM = \gamma_{\text{eau}} \frac{(B - A) + P}{(E - A) \left(\frac{C - B - P}{\delta_{\text{liquide}}} \right)}$$

où :

A	=	tare du pycnomètre en g
B	=	la masse du pycnomètre contenant l'échantillon en g
C	=	la masse du pycnomètre contenant l'échantillon et le liquide de mesure : à (25,0 ± 0,1) °C en g
P	=	la masse des débris d'échantillon adhérent à la plaque ayant servi à préparer l'échantillon
E	=	la masse du pycnomètre rempli d'eau (25,0 ± 0,1) °C en g
δ_{liquide}	=	la masse volumique relative (25 °C/25 °C) du liquide de mesure
γ_{eau}	=	la masse volumique conventionnelle de l'eau à 25 °C : 0,997044 g/cm ³

ESSAI À LA TACHE DE SABLE

Réf. : NBN EN 13036-1 (2001)

1 Objectif de l'essai

Caractériser la macrotexture de surface d'un revêtement définie comme étant sa profondeur moyenne de nivellement.

2 Appareillage



Récipient gradué, tampon en bois et tache de sable.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

3 Principe de la méthode

Mesurer la profondeur moyenne de nivellement par l'évaluation du rayon de la tache de sable, réalisée par étalement « standardisé » sur le revêtement, d'un volume de sable normalisé connu.

4 Expression des résultats

La profondeur moyenne de nivellement en millimètres, conventionnellement appelée « hauteur à la tache de sable » (H) :

$$H = \frac{25.000}{\pi R^2}$$

où :

25 000 = le volume du sable en mm³

R = le rayon moyen de la tache de sable en mm

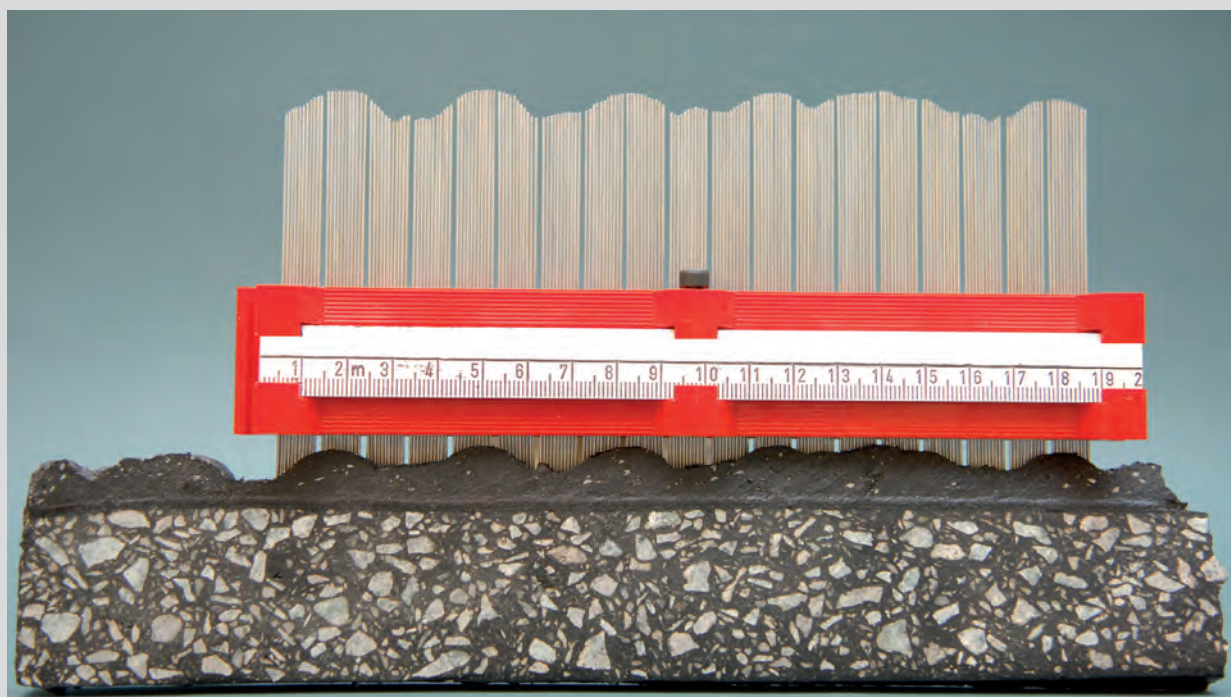
π = la constante arrondie à 3,1416

MESURE DE DÉNIVELLATION AVEC UNE JAUGE DE PROFIL

1 Objectif de l'essai

Évaluer les dénivellations ponctuelles existant sur un revêtement de chaussée.

2 Appareillage



Jauge de profil.

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Disposer, sur la dénivellation, la jauge de profil, les aiguilles du peigne épousant parfaitement le profil de la chaussée. La forme de ce profil est ensuite reproduite sur un support papier.

4 Expression des résultats

Mesurer la différence moyenne en millimètres, entre les sommets et les creux du profil reproduit.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE
DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS

Rue de l'Industrie 27, B-1400 Nivelles • Tél. : +32 (0) 67 28 33 00 • Fax : +32 (0) 67 21 64 01
www.wallonie.be • N° Vert : 0800 1 1901 (informations générales)

COHÉSION DES ENROBÉS BITUMINEUX PIERREUX

MÉTHODE CANTABRO

Réf. : NBN EN 12697-17 (2004)

1 Objectif de l'essai

Évaluer la cohésion des enrobés à squelette de pierres sous l'influence du trafic.

2 Appareillage



Machine « Los Angeles ».
© SPW-Direction de l'Édition

Éprouvette cylindrique.
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDACTIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

Déterminer la perte de masse d'éprouvettes cylindriques d'enrobés, après 300 rotations dans le tambour Los Angeles sans boulet.

4 Expression des résultats

La perte de masse est exprimée en pourcentage de la masse initiale des éprouvettes.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDACTIONSBANQUES DE
DONNÉES

DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE
DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS

Rue de l'Industrie 27, B-1400 Nivelles • Tél. : +32 (0) 67 28 33 00 • Fax : +32 (0) 67 21 64 01
www.wallonie.be • N° Vert : 0800 1 1901 (informations générales)

STABILITÉ ET FLUAGE DES ENROBÉS BITUMINEUX

MÉTHODE MARSHALL

Réf. : CME 54.16
NBN EN 12697-20 (2004)

1 Objectif de l'essai

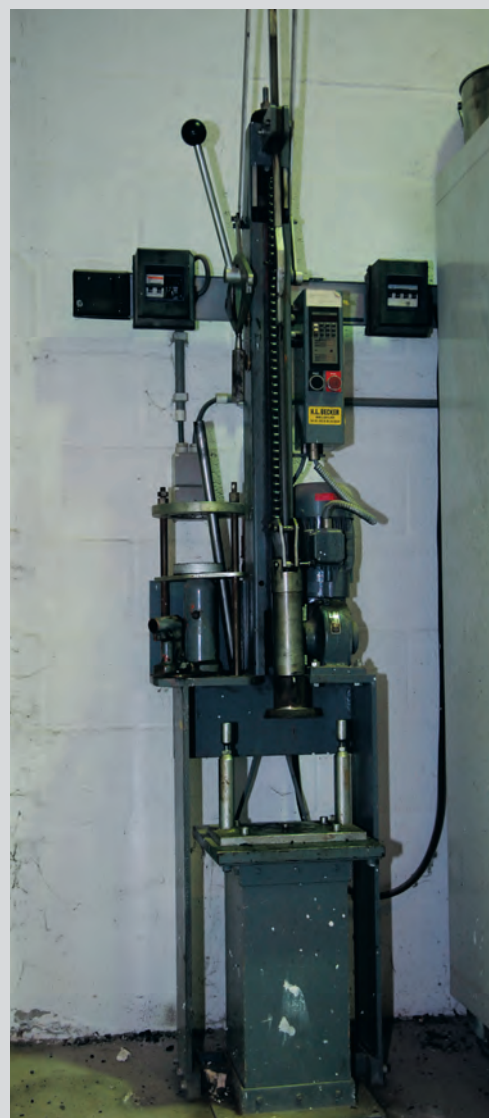
Déterminer les caractéristiques mécaniques (stabilité et fluage Marshall) et massiques (pourcentage de vides) de mélanges bitumineux compactés à chaud dans des conditions normalisées.

2 Appareillage



←
Moule cylindrique en métal.
© SPW-Direction de l'Édition

Presse Marshall.
© SPW-Direction de l'Édition



←
Dame de compactage.
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDACTIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

Selon une procédure standardisée, les enrobés bitumineux sont compactés dans des moules, à l'aide d'une dame, en vue de réaliser des éprouvettes cylindriques.

Dans la phase d'écrasement, ces éprouvettes (température : 60 °C) sont placées entre les deux mâchoires semi-cylindriques d'une presse, qui se rapprochent l'une de l'autre à vitesse constante (0,85 mm/s).

Au cours de l'essai, la charge et la déformation sont enregistrées jusqu'à la rupture.

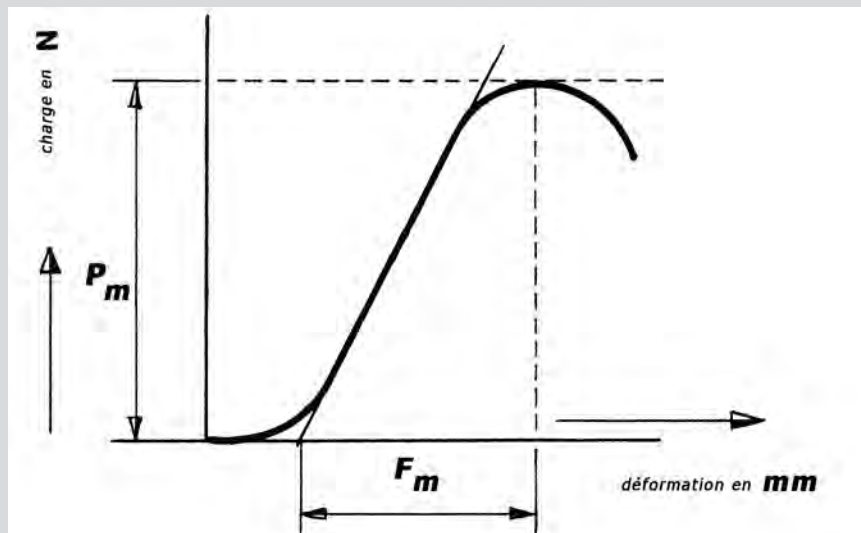


Diagramme Marshall schématique.
© SPW-Direction de la Recherche
et du Contrôle routier

4 Expression des résultats

La stabilité Marshall P_m est la charge maximale en N, multipliée par un facteur de correction correspondant à la hauteur de l'éprouvette.

Le fluage Marshall F_m est exprimé en mm (précision 0,1 mm) à partir du diagramme Marshall obtenu.

Le quotient Marshall Q_m en N/mm, se déduit de

$$\frac{P_m}{F_m} \quad \text{N/mm (précision 10 N/mm)}.$$

DÉTERMINATION DE LA DRAINABILITÉ « IN SITU » D'ENROBÉS DRAINANTS

Réf. : CME-54.17

1 Objectif de l'essai

Déterminer, sur chantier, la drainabilité des enrobés drainants.

2 Appareillage

On utilise un perméamètre à hauteur d'eau variable, qui est constitué d'un grand cylindre en plastique transparent solidaire d'une base métallique présentant une ouverture de 30 mm de diamètre.

Celle-ci est munie, à sa face inférieure, d'un anneau en caoutchouc permettant d'assurer l'étanchéité avec la surface du revêtement.

Le cylindre est muni de deux repères délimitant un volume standard.

L'appui sur la route est assuré par un anneau métallique de 20 kg muni de deux poignées.

➔
Appareil pour la mesure de la drainabilité « in situ ».
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la méthode

Sur un revêtement en enrobés drainants, on mesure le temps d'écoulement de la quantité d'eau comprise entre les deux traits.

4 Expression des résultats

Le niveau de drainabilité du revêtement est conventionnellement donné par la durée d'écoulement précitée et exprimée en secondes.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDACTIONSBANQUES DE
DONNÉES

DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE
DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS

Rue de l'Industrie 27, B-1400 Nivelles • Tél. : +32 (0) 67 28 33 00 • Fax : +32 (0) 67 21 64 01
www.wallonie.be • N° Vert : 0800 1 1901 (informations générales)

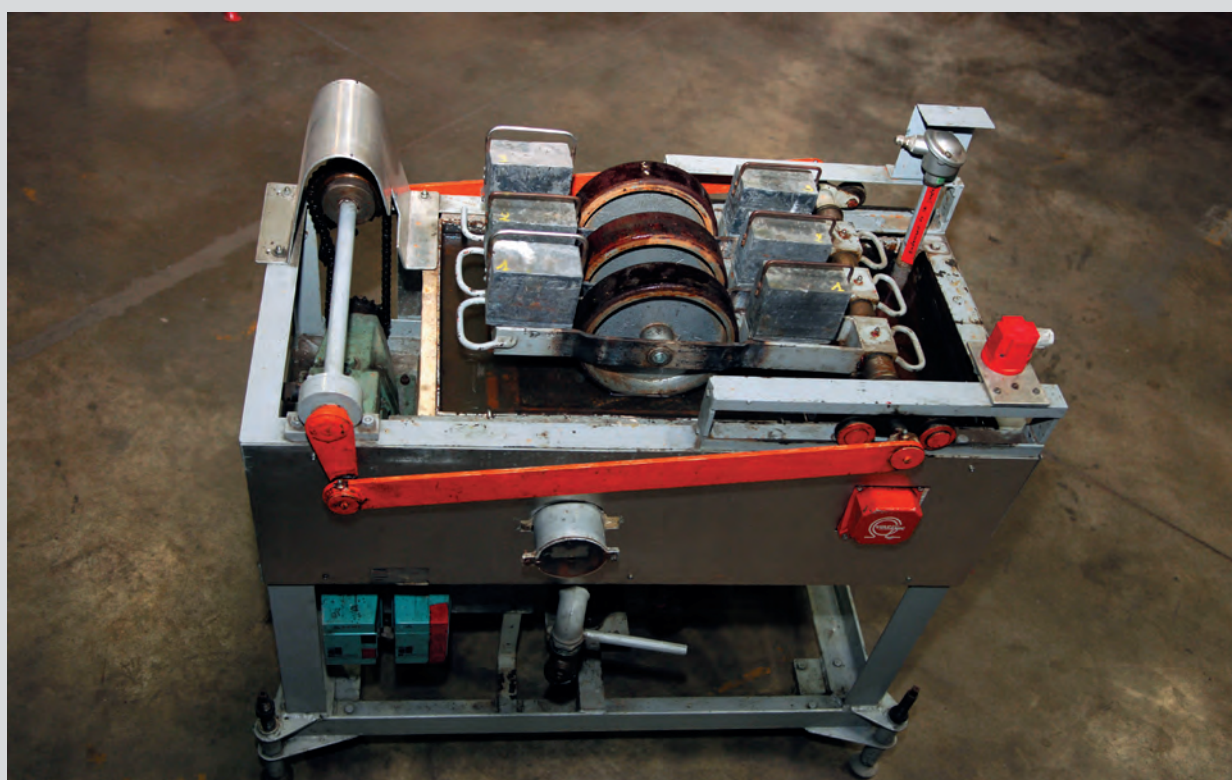
ESSAI D'ORNIÉRAGE DES MÉLANGES BITUMINEUX AU « WHEEL-TRACKING »

Réf. : NBN EN 12697-22

1 Objectif de l'essai

Évaluer, dans des conditions expérimentales données, la susceptibilité à l'orniérage d'un mélange hydrocarboné, soit compacté en laboratoire, au départ d'une composition donnée, soit au départ de carotages réalisés dans une chaussée existante.

2 Appareillage



La machine « Wheel-Tracking »

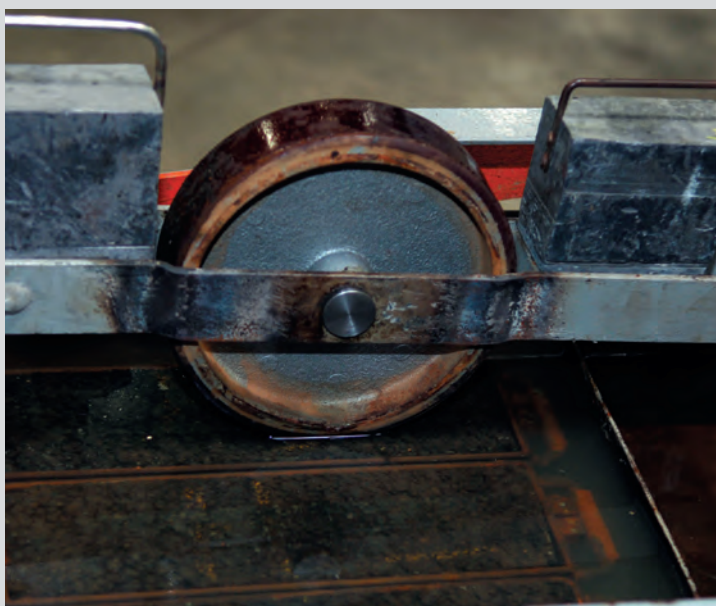
– Fréquence : 0,4 Hz –
charge de roue normale : 700 N.

Roue à bandage caoutchouc plein de section rectangulaire (Ø 200 mm, largeur 50 mm).

© SPW-Direction de l'Édition

La roue sur son éprouvette est immergée dans l'eau.

© SPW-Direction de l'Édition



AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Une éprouvette de mélange hydrocarboné, de forme parallélépipédique et de petite dimension, fabriquée en laboratoire, est soumise à l'action d'une charge roulante standardisée décrivant un mouvement aller-retour rectiligne.

L'essai complet compte 10 000 cycles aller-retour.

Un dispositif mesure la position verticale de la charge roulante par rapport au support de l'éprouvette.

L'éprouvette peut être conditionnée soit dans l'air soit dans l'eau avec thermostatisation.

4 Expression des résultats

On constitue un diagramme de l'évolution de la profondeur d'ornièrè en fonction du nombre de cycles de charge.

Le taux d'orniérage, en millimètres par millier de cycles, s'exprime par :

$$WTS = \frac{d_{10000} - d_{5000}}{5}$$

où :

d_{10000} et d_{5000} sont les profondeurs d'ornièrè à 10 000 et 5 000 cycles.

MESURE DE L'ADHÉSIVITÉ LIANT-GRANULATS

MÉTHODE VIALIT

Réf. : NBN EN 12272-3 (2003)

1 Objectif de l'essai

Caractériser l'adhésivité liant-granulats et l'influence des dopes sur les caractéristiques de celle-ci.

2 Appareillage



←
Préparation de l'échantillon
© SPW-Direction de l'Édition

→
Appareil Vialit
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

Du liant est chauffé à la température de ré pandage, puis appliqué uniformément sur une plaque d'acier.

50 ou 100 gravillons calibrés sont répartis sur le liant, puis cylindrés s'il s'agit d'un liant anhydre.

La plaque retournée est posée sur un support à trois pointes.

Une bille d'acier tombe sur la plaque d'une hauteur de 500 mm, trois fois en 10 secondes.

Le nombre de gravillons restés collés à la plaque, ajouté à celui des gravillons tombés mais tachés par le liant, détermine conventionnement l'adhésivité.

4 Expression des résultats

L'adhésivité globale s'exprime par la moyenne de trois essais ramenée à 100 gravillons.

La température limite de fragilité est définie par la température d'essai la plus basse pour laquelle le nombre de gravillons collés à la plaque après le choc d'essais est au moins de 90 pour 100 gravillons testés.

DÉTERMINATION DE LA SENSIBILITÉ À L'EAU D'ENROBÉS BITUMINEUX (ITSR)

Réf. : NBN EN 12697-12 (Méthode A)
NBN EN 12697-23

1 Objectif de l'essai

Déterminer la diminution de la résistance maximale à la traction suite à la saturation en eau d'une éprouvette.

2 Appareillage



←
*Presse permettant de déterminer la
résistance à la traction indirecte*
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Un ensemble de 6 échantillons cylindriques est tout d'abord réalisé en laboratoire. Ces 6 échantillons sont divisés en deux lots équivalents et mis en conservation. Le premier lot (corps d'épreuve secs) est conservé à température ambiante tandis que le second (corps d'épreuve humides) est saturé en eau et conservé dans un bain à température de 40°C pendant 70 ± 2 heures.

Après conservation, les échantillons sont portés à la température d'essai (15°C ± 2 °C).

Les éprouvettes sont alors placées sur une presse d'essai entre deux bandes de chargement et sont soumises à une charge diamétrale le long de l'axe du cylindre, à une vitesse constante de déplacement, jusqu'à rupture.

La résistance à la traction indirecte des échantillons est déterminée comme suit :

$$ITS = \frac{2P}{\pi DH}$$

où :

- ITS est la résistance à la traction indirecte (GPa)
- P est la charge maximale (kN)
- D est le diamètre de l'éprouvette (mm)
- H est la hauteur de l'éprouvette (mm)

4 Expression des résultats

La sensibilité à l'eau (ITSR – Indirect Tensile Strenght Ratio) est obtenue selon la formule ci-dessous :

$$ITSR = 100 \times \frac{ITS_w}{ITS_d}$$

où :

- ITSR est le rapport en pourcentage (%) des résistances à la traction indirecte
- ITS_w est la résistance à la traction indirecte moyenne en kilopascal (kPa) des éprouvettes « humides »
- ITS_d est la résistance à la traction indirecte moyenne en kilopascal (kPa) des éprouvettes « sèches »

GRANULOMÉTRIE DES SABLES

Réf. : NBN EN 933-1 (1997)

1 Objectif de l'essai

Déterminer, par tamisage, les caractéristiques granulométriques d'un sable de construction.

2 Appareillage



Tamiseuse vibrante.
© SPW-Direction de l'Édition

3 Principe de la méthode

La détermination des pourcentages de refus cumulés est effectuée par tamisage sur une série de tamis normalisés.

Ces caractéristiques permettent de tracer la courbe granulométrique et de calculer :

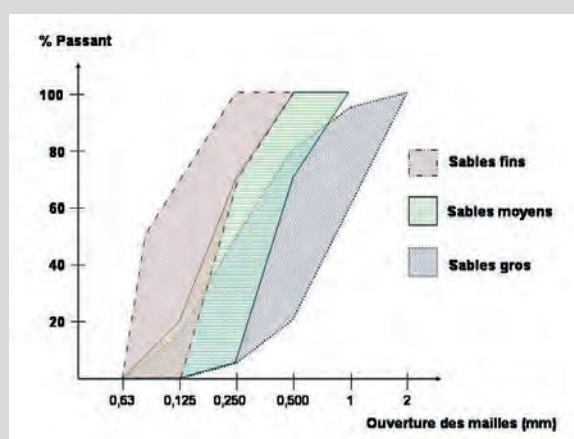
- le pourcentage de *filler* ($< 63 \mu\text{m}$) ;
- le diagramme ternaire ;
- le module de finesse.

4 Expression des résultats

La courbe de tamisage est dressée sur un graphique, et les différentes classes granulométriques sont calculées.

Des fuseaux théoriques séparent les sables gros, moyens et fins.

Le module de finesse est la somme des pourcentages de refus cumulés sur les tamis de $4 - 2 - 1 - 0,50 - 0,25 - 0,125 \text{ mm}$.



Courbe granulométrique limitant les catégories de sable.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

GRANULOMÉTRIE DES PIERRES

Réf. : NBN EN 933-1 (1997)

1 Objectif de l'essai

Déterminer, par tamisage, les caractéristiques granulométriques des pierres, graviers et laitiers concassés.

2 Appareillage



Tamiseuse vibrante.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

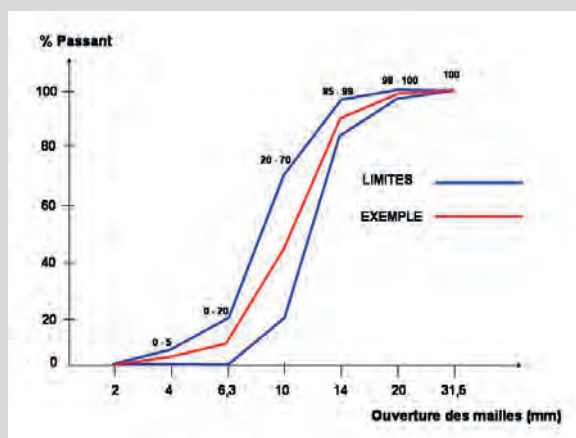
3 Principe de la méthode

La détermination des pourcentages de refus cumulés est effectuée par tamisage sur une série de tamis normalisés. La norme définit différents calibres s'inscrivant dans un fuseau granulométrique prescrit.

La propreté de la pierre (pourcentage de *filler*) est déterminée par le passant au tamis de 63 μm .

4 Expression des résultats

La courbe de tamisage est dressée sur un graphique, et celle-ci est comparée au fuseau correspondant.



Exemple de fuseau granulométrique
et de courbe mesurée.

© SPW-Direction de la Recherche
et du Contrôle routier

FRAGMENTATION « LOS ANGELES » DES GRANULATS

Réf. : NBN EN 1097-2 (1998)

1 Objectif de l'essai

Mesurer la résistance à la fragmentation de granulats, par chocs avec des boulets d'acier normalisés.

2 Appareillage



← Appareil Los Angeles.
© SPW-Direction de l'Édition

← Échantillon avec les boulets.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

La classe granulaire du matériau soumis à l'essai est, en principe, le 10/14 mm.

L'essai est réalisé sur 5 000 g d'échantillon, en y ajoutant le nombre requis (en principe 11) de boulets.

Après 500 rotations à vitesse standardisée, déterminer le refus au tamis de 1,6 mm (m').

4 Expression des résultats

Coefficient Los Angeles (LA) :

$$LA = 100 \times \frac{5000 - m'}{5000}$$



USURE « MICRO-DEVAL » EN PRÉSENCE D'EAU DES GRANULATS

Réf. : NBN EN 1097-1 (1998)

1 Objectif de l'essai

Mesurer la résistance à l'usure des roches, en déterminant la quantité de fines produites après passage dans un cylindre en rotation, en présence d'eau et d'une charge abrasive (billes d'acier).

2 Appareillage



← Appareil Micro-Deval.
© SPW-Direction de l'Édition

→ Échantillon avec billes d'acier.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

3 Principe de la méthode

La classe granulaire du matériau soumis à l'essai est, en principe, le 10/14 mm.

L'essai est réalisé sur 500 g, en y ajoutant 2,5 l d'eau et la quantité de charge abrasive requise (en principe 5 000 g).

Après 12 000 tours de rotations du cylindre (100 ± 5 tr/min), déterminer le refus au tamis de 1,6 mm (m').

4 Expression des résultats

Coefficient Micro-Deval en présence d'eau (MDE) :

$$\text{MDE} = 100 \times \frac{500 - m'}{500}$$

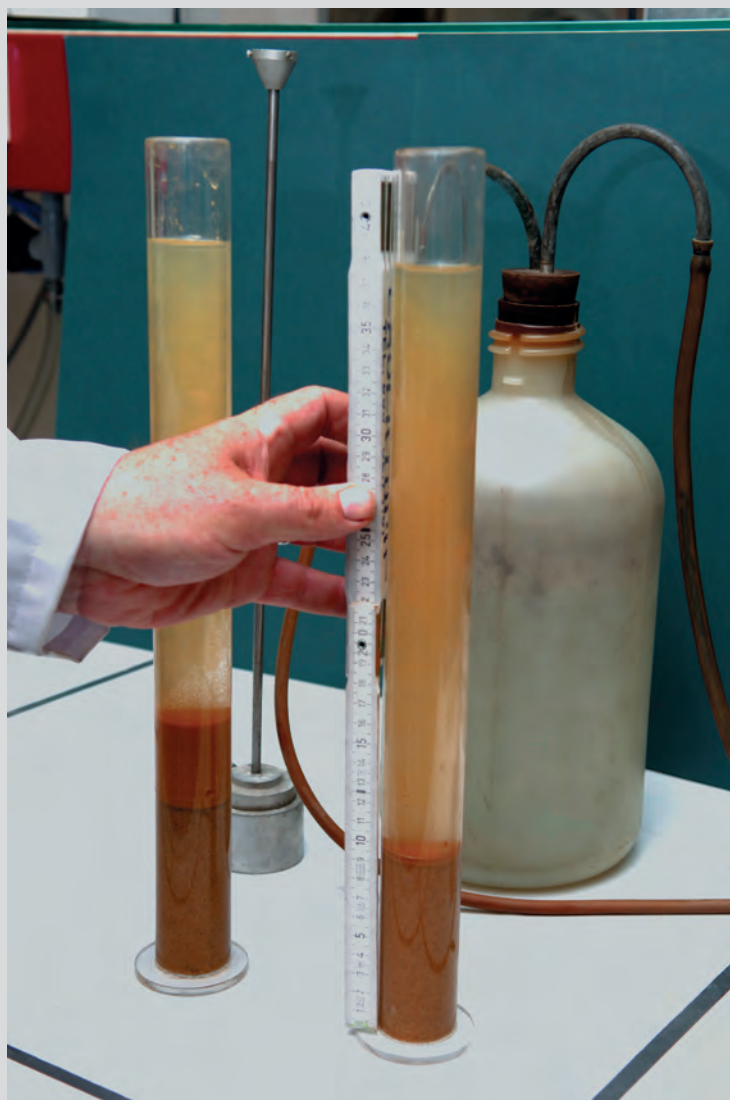
MESURE DE L'ÉQUIVALENT DE SABLE

Réf. : NBN EN 933-8 (1999)

1 Objectif de l'essai

Méthode rapide de chantier permettant de mettre en évidence la proportion relative de poussière fine nuisible ou d'éléments argileux dans les sols ou les agrégats fins.

2 Appareillage



Mesure de l'équivalent de sable
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

3 Principe de la méthode

La fraction du matériau passée au tamis de 5 mm est lavée avec une solution de chlorure de calcium.

Les éléments fins flocculent, alors que les éléments sableux se déposent.

On compare le volume des éléments sableux au volume apparent total (sable + éléments flocculés).

4 Expression des résultats

4.1 Équivalent de sable visuel

La séparation entre les deux sédiments se fait visuellement.

L'équivalent de sable visuel est toujours au moins égal à l'équivalent de sable au piston.

4.2. Équivalent de sable au piston

La détermination de la hauteur entre les sédiments fins et grossiers est réalisée à l'aide d'un piston normalisé (1 Kg ± 5 g).

Équivalent de sable :

$$ES = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$$

où :

h_2 = hauteur du sédiment

h_1 = hauteur totale : éléments sableux + flocculés

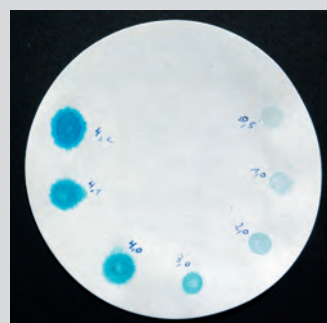
ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE

Réf. : NBN B 11-210
NBN EN 933-9 (1998)

1 Objectif de l'essai

Apprécier la nocivité des éléments fins d'un matériau par le biais de sa capacité à absorber du bleu de méthylène.

2 Appareillage



Test de la tache.
© SPW-Direction de l'Édition

Essai au bleu de méthylène.
© SPW-Direction de l'Édition



AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

La mesure s'effectue en ajoutant successivement des doses volumétriques élémentaires d'une solution aqueuse de bleu de méthylène dans une dispersion aqueuse contenant la prise d'essai, et en contrôlant l'absorption du bleu après chaque ajout par un essai de type colorimétrique sur un papier filtre.

Effectuer le test de la tache de minute en minute et vérifier la présence d'une auréole de bleu de méthylène en excès (test positif).

Après 5 minutes, si le test de la tache devient négatif, poursuivre l'essai avec des ajouts de solution de bleu de méthylène.

Lorsque le test de la tache reste positif au bout des 5 minutes, le dosage est terminé, et le volume total de solution de bleu utilisé est enregistré.

4 Expression des résultats

$$B = \frac{V}{F}$$

où :

B = valeur de bleu

V = le volume final de solution ajoutée (cm³)

F = la masse sèche de la prise d'essai de fines (g)

ÉTUDE DES ROCHES ET DES BÉTONS PAR RÉALISATION DE LAMES MINCES ET ANALYSE MICROSCOPIQUE

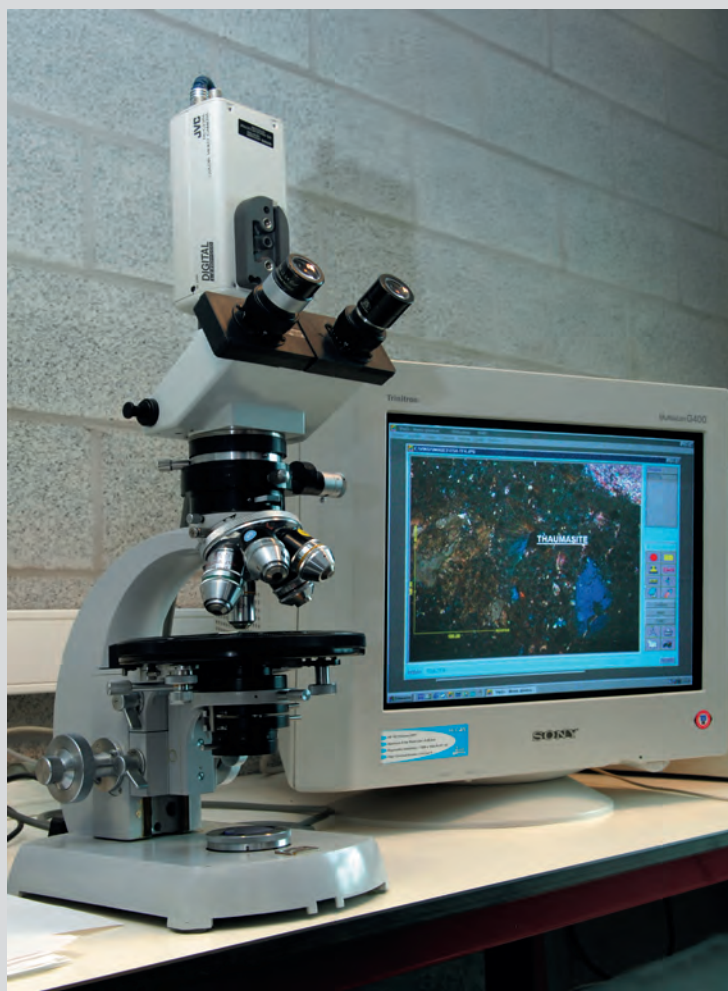
1 Objectif de l'essai

Outre l'observation macroscopique valable pour les roches, les minéraux et même les bétons, l'examen de lames minces au microscope, polarisant ou en fluorescence, est indispensable pour déterminer avec précision la nature de ces roches ou les caractéristiques et les altérations de ces bétons.

Une lame mince est un fragment de matériau épais, de 20 à 30 microns, monté dans du baume de Canada ou de la résine, entre lame et lamelle. Elle s'observe au microscope.

La photographie en est possible en adaptant un boîtier d'appareil photographique au tube oculaire du microscope, ou directement à l'aide d'un agrandisseur. Les techniques modernes permettent d'exécuter des lames minces dans n'importe quel matériau minéral.

2 Appareillage



Fabrication de lames minces.
© SPW-Direction de l'Édition



Microscopie.
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

L'échantillon est débité sous jet d'eau, à l'aide d'un disque en acier diamanté, par deux traits de scie parallèles distants de 4 à 5 mm si le matériau est cassant, ou de 2 mm s'il est facile à scier.

La face à coller sur une lame porte-objet est polie à l'aide d'abrasifs (Carborundum) sur un plateau de bronze tournant à 1 tour/seconde.

Le collage de la face polie de l'échantillon sur la lame porte-objet s'effectue au baume de Canada cuit ou à la résine.

Après l'opération de collage, le fragment de matériau est usé, d'abord mécaniquement, puis manuellement par sa face non collée, de façon à obtenir une seconde face polie, parallèle à la première jusqu'à une épaisseur de 30 à 20 μm environ.

La lame mince est terminée par le collage d'une lamelle de protection.

4 Expression des résultats

L'échantillon ainsi préparé peut alors être examiné au microscope en vue d'en déterminer la nature et/ou les caractéristiques.

INDICE DE FORME, POURCENTAGE DE PIERRES PLATES

Réf. : CME 03.01/03.02
NBN EN 933-4 (2000)

1 Objectif de l'essai

Caractériser la forme des granulats suivant l'épaisseur et la longueur de chaque pierre, mesurées entre les deux plans parallèles les plus proches et les plus éloignés, enserrant la pierre.

2 Appareillage



←
Mesure de pierres.
© SPW-Direction de l'Édition

3 Principe de la méthode

Mesurer 100 pierres et les peser.

On mesure l'épaisseur et la longueur de chaque pierre au pied à coulisse et on calcule le rapport épaisseur/longueur pour chaque pierre susceptible d'être plate. Une pierre est dite plate si le rapport épaisseur/longueur est plus petit ou égal à 0,25.

Au cours de ce mesurage, on écarte les pierres plates que l'on pèse à 0,1 g près.

4 Expression des résultats

L'indice de forme est le rapport de la somme des épaisseurs et de la somme des longueurs des 100 pierres mesurées.

$$\% \text{ Pierres plates} = 100 \times \frac{m_2}{m_1}$$

où :

m_2 = masse des pierres plates (g)

m_1 = masse des 100 pierres (g)

GRANULOMÉTRIE LASER PAR VOIE LIQUIDE ET PAR VOIE SÈCHE

1 Objectif de l'essai

Établir la distribution granulaire d'un échantillon dans une plage de mesure de $0,1 \mu\text{m}$ à $500 \mu\text{m}$.

2 Appareillage



←
Granulomètre laser.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

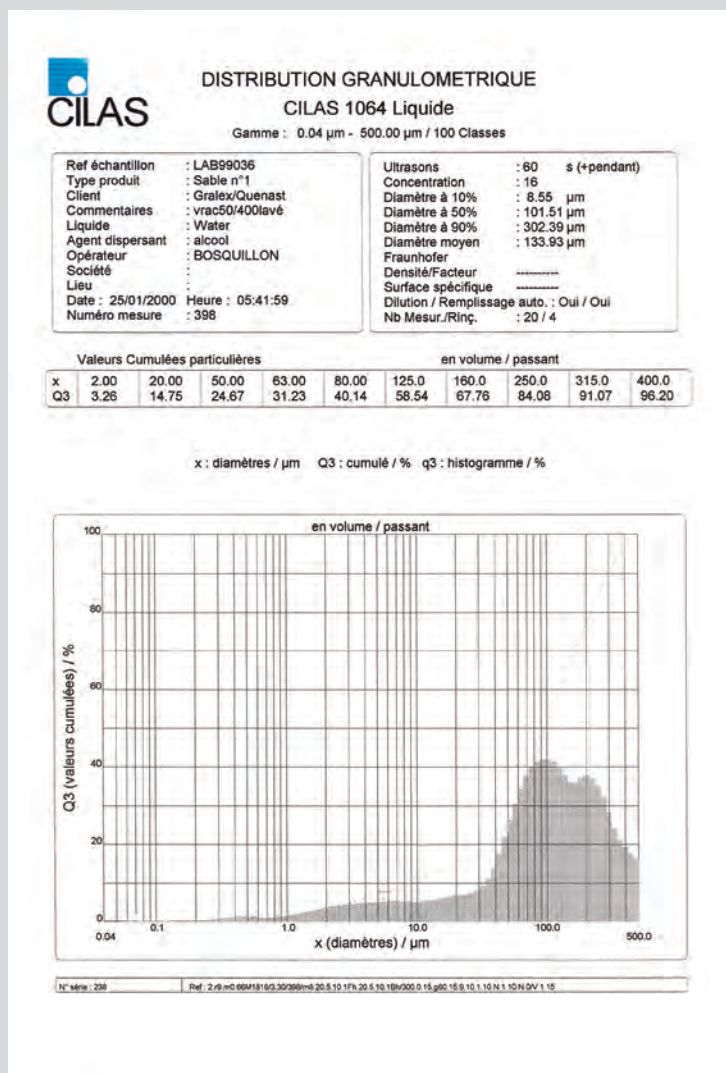
3 Principe de la méthode

La lumière cohérente d'une diode laser (longueur d'onde de 830 nm) de faible puissance traverse une cuve transparente contenant l'échantillon du produit à analyser mis en suspension dans un liquide ou propulsé par un flux d'air comprimé.

La distribution de l'énergie lumineuse dans la figure de diffraction dépend de la taille des particules en présence.

La distribution granululaire peut être déterminée en analysant la distribution d'énergie qui apparaît sur le plan image d'une lentille placée sur le trajet lumineux du laser.

4 Expression des résultats



Exemple d'expression des résultats avec diagramme.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

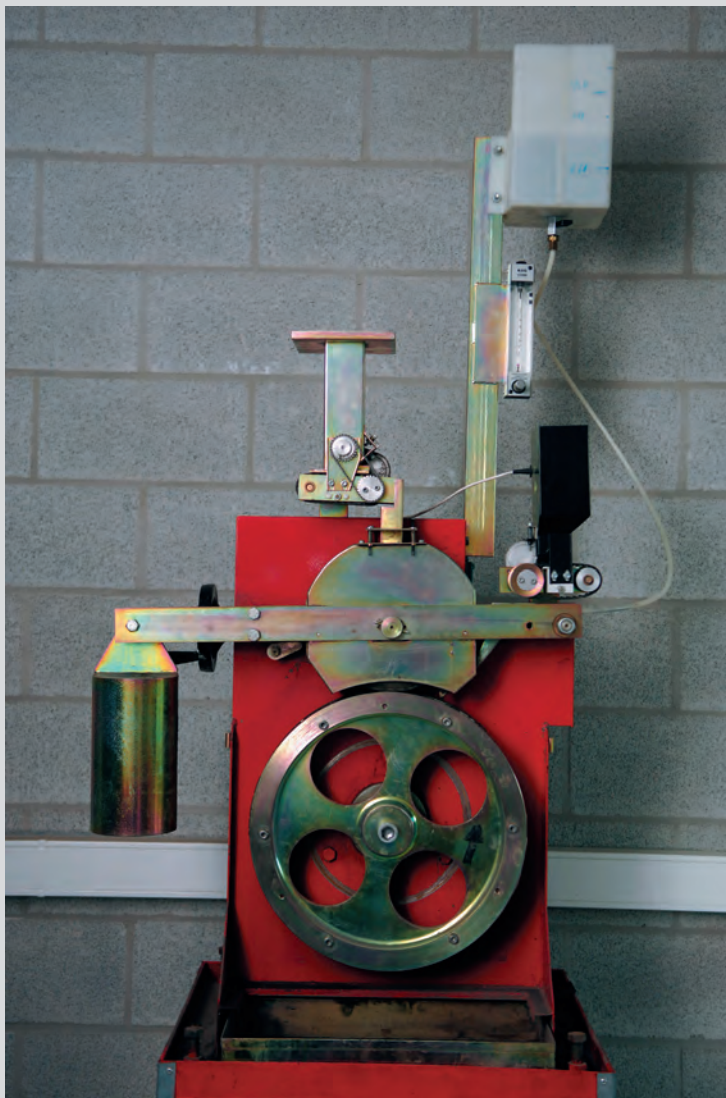
COEFFICIENT DE POLISSAGE ACCÉLÉRÉ (CPA – PSV) DES GRANULATS

Réf. : NBN EN 1097-8 (2000)

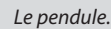
1 Objectif de l'essai

Déterminer conventionnellement la résistance au polissage de pierres concassées et de graviers.

2 Appareillage



Le CPA.
© SPW-Direction de l'Édition



Le pendule.
© SPW-Direction de l'Édition



AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

L'essai est réalisé sur la fraction granulaire passant au tamis de 10 mm et refusée sur une grille de 7,2 mm.

Il consiste en deux opérations successives.

3.1 Le polissage

Quatorze éprouvettes, constituées de pierrailles calibrées scellées dans la résine époxy, sont fixées sur la circonférence de la roue de manière à constituer une surface continue de pierrailles d'une largeur de 45 millimètres et de 406 millimètres de diamètre.

Une charge de 390 ± 5 N est appliquée à l'aide d'une roue à bandage en caoutchouc sur les pierres de la roue support des échantillons.

L'abrasion se déroule en deux phases de 3 heures :

- une première phase d'**usure** à l'aide d'un dispositif régulé d'alimentation en **grains** d'émeri et en eau ;
- une seconde phase de **polissage** avec une alimentation régulée en **poudre** d'émeri et en eau.

3.2 La mesure du coefficient de frottement

Celui-ci est mesuré au pendule d'absorption d'énergie par frottement d'un patin en caoutchouc sur chaque éprouvette humide.

Les valeurs des mesures effectuées sur les granulats à tester sont comparées aux valeurs obtenues pour la pierre de référence ayant subi le même essai de polissage (deux des quatorze éprouvettes).

4 Expression des résultats

La mesure au pendule de chaque éprouvette permet de déterminer l'état d'usure de ces éprouvettes.

Une correction des résultats obtenus peut-être effectuée en rapport des résultats de mesure de la pierre de référence via un tableau de conversion.

TAMISAGE DE MATIÈRES FINES DANS UN JET D'AIR

Réf. : NBN EN 933-10 (2001)

1 Objectif de l'essai

Déterminer la granularité **de matières fines en vrac**, en vue d'analyse.

2 Appareillage



*Tamiseur à courant d'air 200 LS-N Alpine.
© SPW-Direction de l'Édition*

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

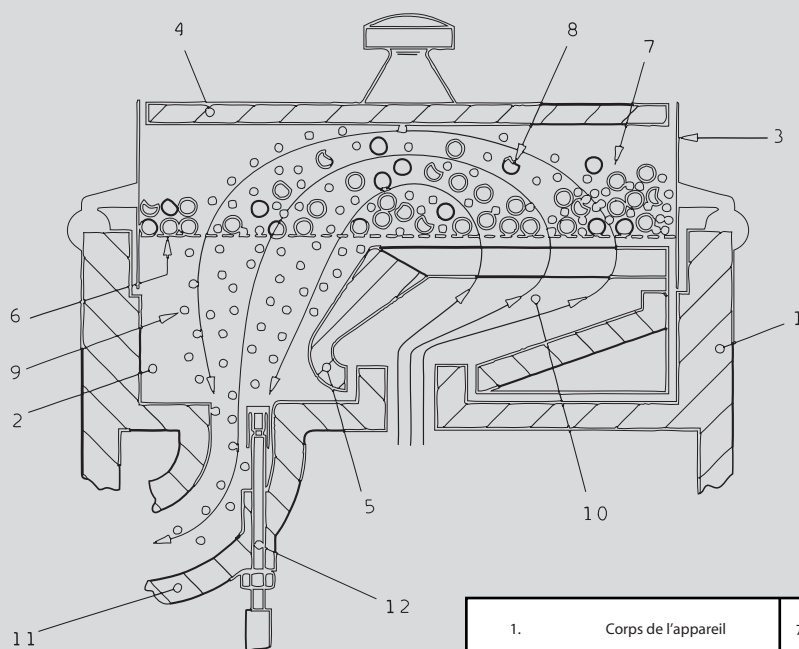
3 Principe de la méthode

Une dépression est créée par aspiration dans la chambre de buse.

Le jet d'air passe par la buse rotative à fente dans le tambour supérieur, où il disperse le produit à tamiser et fait sortir le produit fin par les mailles du tamis.

L'opération est répétée avec le nombre de tamis nécessaires, en utilisant chaque fois le matériau retenu sur le tamis précédent.

Le produit grossier reste dans le tambour à tamis Ø 203 mm (matériaux de 25 à 200 µm) et/ou tamis de 75 mm (micro-tamiseur pour matériaux de 5 à 30 µm).



© SPW-Direction de la Recherche
et du Contrôle routier

1.	Corps de l'appareil	7.	Prise d'essai
2.	Chambre de buse	8.	Refus
3.	Monture du tamis	9.	Tamisat
4.	Couvercle en plexiglas	10.	Jet d'air
5.	Buse à fente rotative	11.	Conduit d'aspiration
6.	Tamis d'essais	12.	Capteur de dépression

4 Expression des résultats

Sous la forme d'une courbe granulométrique conventionnelle.

COEFFICIENT D'APLATISSEMENT DES GRAVILLONS

Réf. : NBN EN 933-3 (2003)

1 Objectif de l'essai

Caractériser la forme des gravillons d'origine naturelle ou artificielle (dimensions de 4 à 80 mm).

2 Appareillage

Pour cet essai, on utilise :

- une série normalisée de tamis d'essais à mailles carrées ;
- une série de grilles à fentes correspondantes constituées de barres cylindriques parallèles.



Tamis d'essais à mailles carrées et grille à fentes parallèles.
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

L'essai consiste à effectuer un double tamisage.

Tout d'abord, au moyen des tamis d'essai, l'échantillon est divisé en fractions élémentaires d_j/D_j .

Chacune des fractions élémentaires est ensuite tamisée au moyen de la grille à fentes parallèles correspondante d'ouverture $D_j/2$.

4 Expression des résultats

Le coefficient d'aplatissement global est calculé en tant que masse totale des particules passant au travers des grilles à fentes, exprimé en pourcentage du total de la masse sèche des particules faisant l'objet de l'essai.

$$A = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

où :

M_1 = somme des masses des granulats élémentaires d_j/D_j en grammes

M_2 = somme des masses de passants sur les grilles à fentes correspondantes d'écartement $D_j/2$ en grammes

Le coefficient d'aplatissement de chaque fraction élémentaire d_j/D_j , correspond au passant du tamisage sur la grille à fentes correspondante, exprimé en pourcentage de la masse de cette fraction élémentaire.

PÉNÉTRABILITÉ DES LIANTS BITUMINEUX

Réf. : CME 08.16
NBN EN 1426 (2000)

1 Objectif de l'essai

2 Appareillage

2.1 Appareil digital.

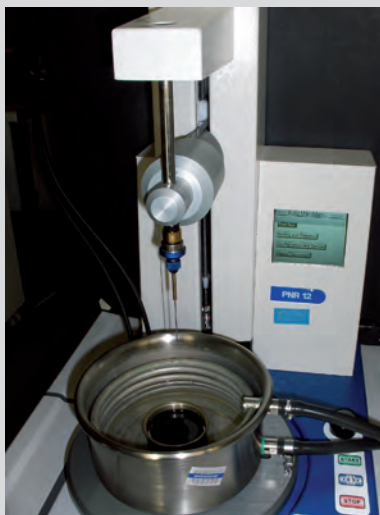


Bain thermostatique et pénétromètre à aiguille.
© SPW-Direction de l'Édition



Vue de l'aiguille du pénétromètre.
© SPW-Direction de l'Édition

2.2 Appareil digital avec détection automatique de surface.



Bain thermostatique et pénétromètre à aiguille avec détection automatique de surface.
© SPW-Direction de l'Édition



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

La consistance d'un liant bitumineux est caractérisée par la mesure de l'enfoncement d'une aiguille tarée de 100 g dans un échantillon de celui-ci.

L'essai est réalisé à 25 °C.

Le temps de pénétration est de 5 secondes.

4 Expression des résultats

L'enfoncement de l'aiguille est exprimé en 1/10 mm.

La valeur retenue est la moyenne de trois mesures dans chacun des cas.

TEMPÉRATURE DE RAMOLLISSEMENT ANNEAU ET BILLE DES LIANTS BITUMINEUX

Réf. : CME 08.20
NBN EN 1427 (2007)

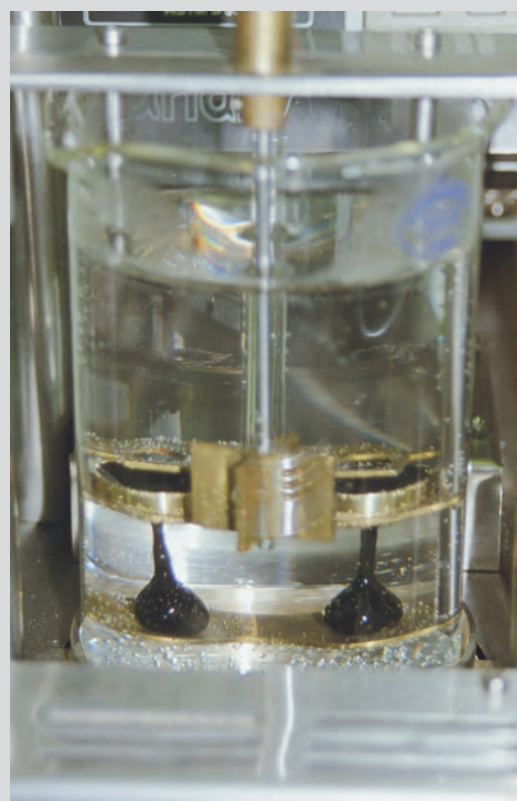
1 Objectif de l'essai

Déterminer la température à laquelle un liant bitumineux atteint une fluidité conventionnelle.

2 Appareillage



← Appareil automatique anneau et bille.
© SPW-Direction de l'Édition



← Position finale des billes.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

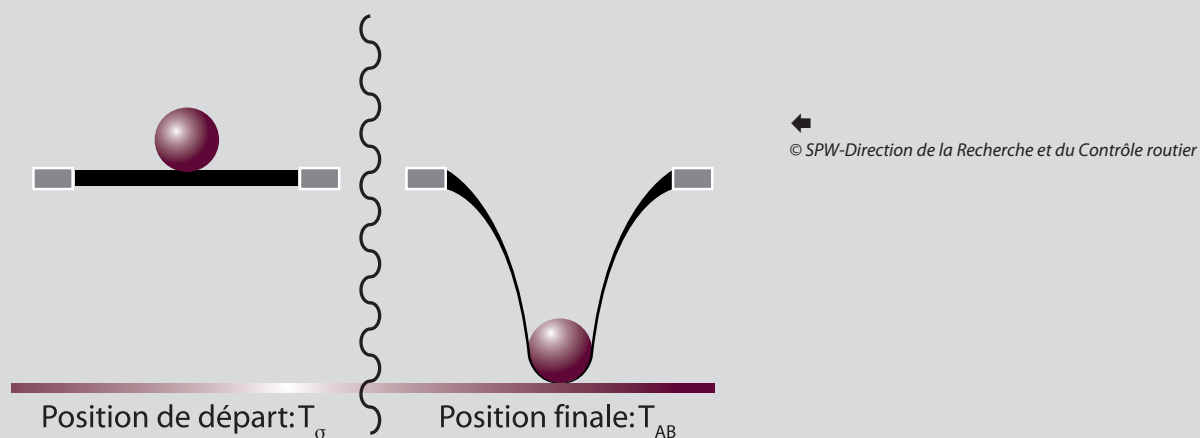
SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Déterminer la température à laquelle un échantillon de liant contenu dans un anneau métallique atteint une fluidité suffisante pour se déformer, d'une manière donnée, sous la charge d'une bille en acier.

La température du bain est élevée graduellement de 5 °C par minute.



4 Expression des résultats

La température de ramollissement anneau et bille est la moyenne de deux essais et est exprimé en °C.

VISCOSITÉ D'UN LIANT BITUMINEUX À 135 °C

VISCOSIMÈTRE À BILLE ROULANTE DE F. HÖPPLER

Réf. : CME 08-25

1 Objectif de l'essai

Déterminer, à 135 °C, la viscosité dynamique d'un bitume au moyen d'un appareil normalisé.

2 Appareillage



←
Viscosimètre de Höppler.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Mesurer le temps de chute d'une bille métallique, calibrée entre deux repères annulaires gravés sur les parois d'un tube en verre, d'inclinaison fixe, rempli de bitume chauffé à 135 °C.

Cette opération est répétée de façon à obtenir trois mesures successives, concordant à 0,5 seconde près. En établir la moyenne.

La température de l'échantillon est régulée au moyen d'un fluide circulant dans le fourreau qui entoure le tube de mesure.

4 Expression des résultats

Viscosité d'un liant bitumineux (η) :

$$\eta_{135^{\circ}\text{C}} = T \times (\text{MVB} - \text{MVL}) \times K$$

où :

η = viscosité dynamique d'un bitume

T = temps moyen de parcours de la bille (seconde)

Masse volumique B (MVB) = masse volumique de la bille à 135 °C

$$= \frac{\text{Densité de la bille à } 20^{\circ}\text{C}}{1.0023} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Masse volumique L (MVL) = masse volumique du liant à 135 °C

$$= \frac{\text{Densité liant à } 25^{\circ}\text{C}}{1.067} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

K = constante pour la bille (mPa.cm³/g)

RETOUR ÉLASTIQUE DES LIANTS MODIFIÉS (MÉTHODE BELGE)

Réf. : CME 08.31

1 Objectif de l'essai

Caractérisation du comportement élastique des mélanges bitumineux additionnés d'élastomère(s).

2 Appareillage



Appareillage de mesure du retour élastique en torsion.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Mesurer, après 30 minutes, l'angle de retour d'un échantillon de liant ayant subi initialement une torsion de 180°.

L'essai est réalisé sous eau à 25 °C, sur un échantillon coulé entre deux cylindres coaxiaux.

4 Expression des résultats

Élasticité des liants :

$$E = (\%) = \frac{\alpha}{180} \times 100$$

où :

α = angle en degré

E = retour élastique en %

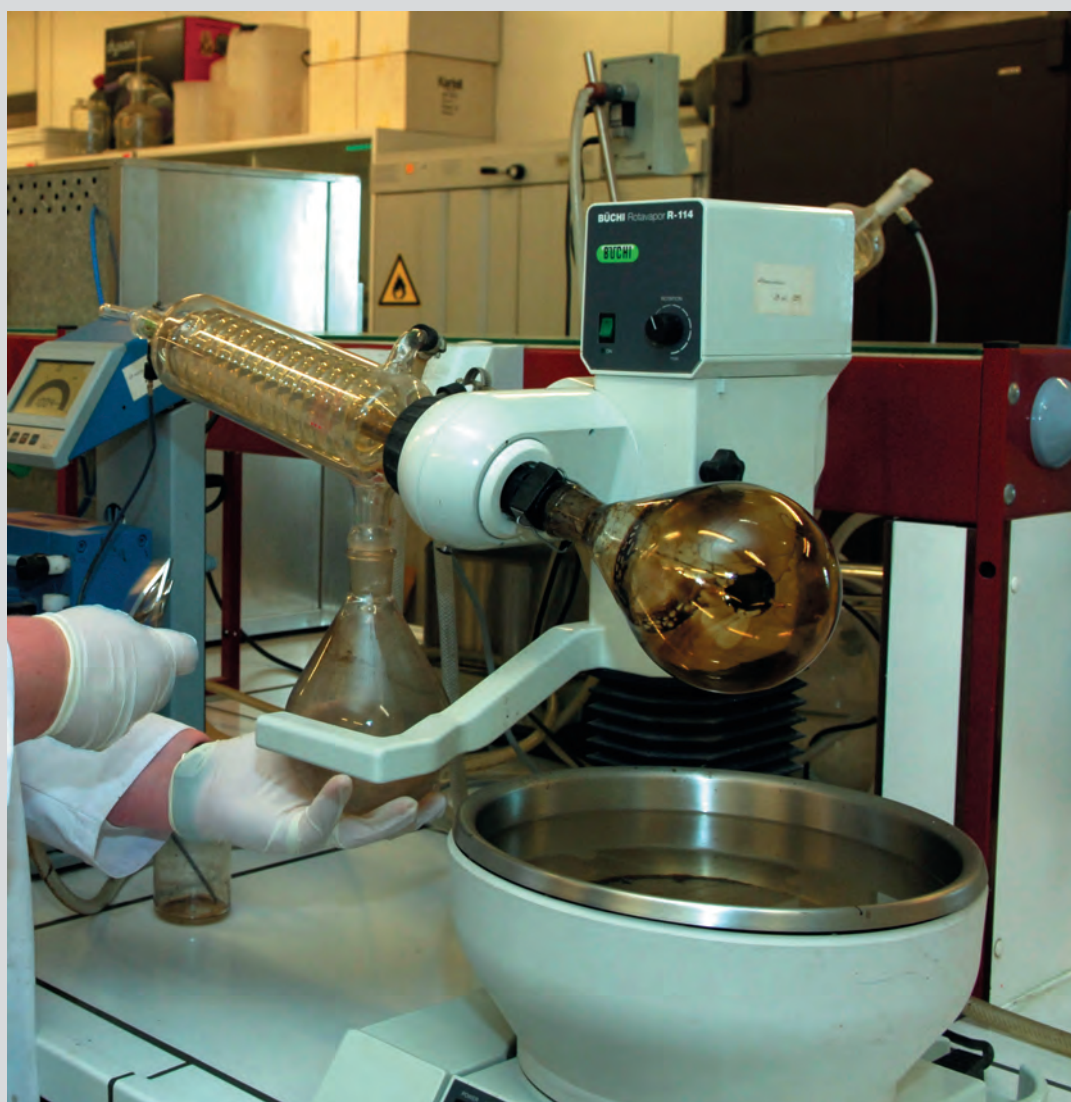
RÉCUPÉRATION SOUS VIDE DU LIANT D'UN MÉLANGE SOLVANT-BITUME

Réf. : NBN EN 12697-3 (2005)

1 Objectif de l'essai

Récupérer le liant ayant enrobé des granulats en vue d'en déterminer les caractéristiques.
La distillation sous vide permet une récupération optimale du liant sans en modifier les propriétés (limitation de l'oxydation).

2 Appareillage



←
Évaporateur rotatif.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Après extraction à la centrifugeuse, le mélange bitume-solvant est distillé dans l'évaporateur rotatif.

Cet appareil permet une distillation en continu du mélange sous un vide réglé.

Un moteur actionne la rotation du ballon contenant le mélange.

4 Expression des résultats

Le bitume ainsi récupéré peut alors être identifié par ses propriétés physiques et mécaniques.

TEMPÉRATURE DE FRAGILITÉ DES LIANTS BITUMINEUX SELON FRAASS

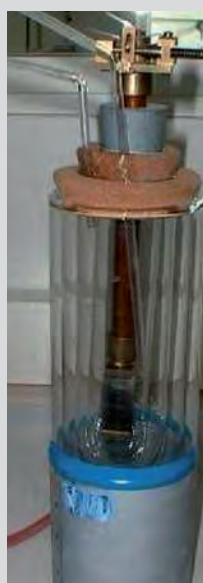
Réf. : NBN EN 12593 (2007)

1 Objectif de l'essai

Estimer le comportement à froid d'un liant par le biais de la détermination de la température à laquelle un film de celui-ci se fissure ou se rompt lorsqu'on le sollicite en flexion à basse température.

2 Appareillage

2.1 Appareillage manuel.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



2.2 Appareillage automatique.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



Wallonie

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

Un film mince de liant (0,5 mm), étalé uniformément sur une fine lame d'acier élastique, est sollicité en flexion à intervalles réguliers de temps, pendant que sa température s'abaisse de 1 °C par minute.

Selon la procédure de l'essai, cette flexion est effectuée de minute en minute jusqu'à l'apparition d'une fissure au niveau du liant.

La température ainsi atteinte (T) est la caractéristique recherchée.

L'appareil automatique systématise ces dernières opérations.

4 Expression des résultats

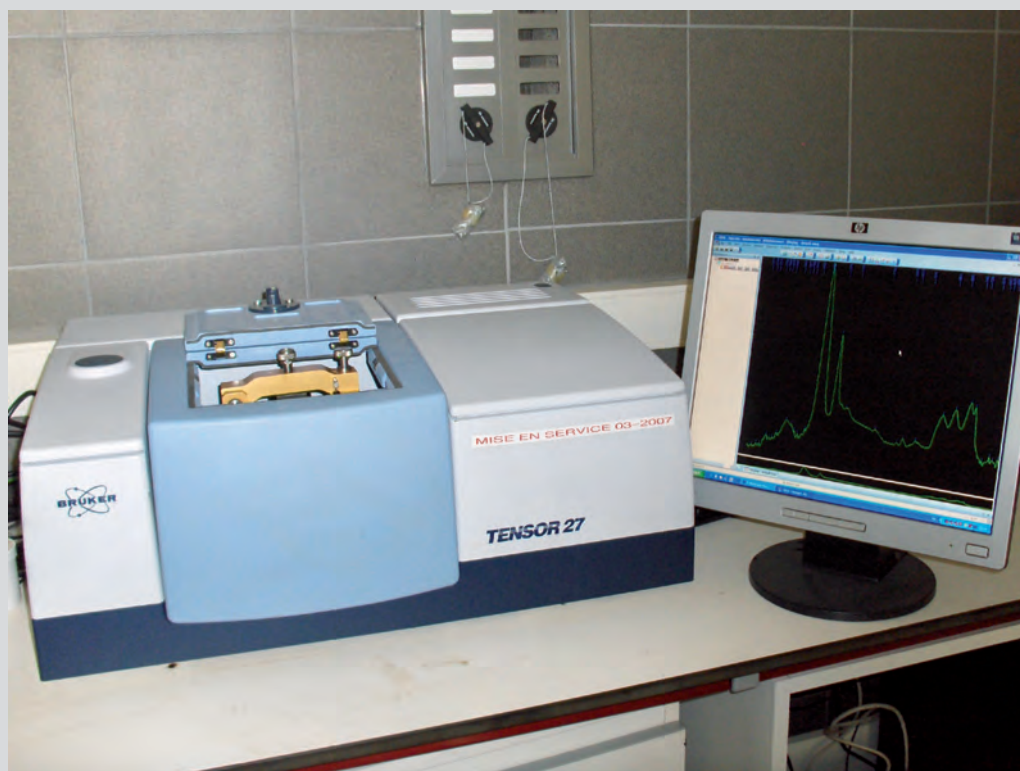
Température de fragilité selon FRAASS est habituellement la moyenne des valeurs de température observées lors de l'apparition des fissures obtenues sur chacune des 2 lames testées.

IDENTIFICATION DES DIVERS COMPOSANTS D'UN LIANT BITUMINEUX PAR SPECTROMÉTRIE À RAYONNEMENT INFRAROUGE

1 Objectif de l'essai

Déterminer les principaux composants et/ou additifs présents dans un liant bitumineux.

2 Appareillage



←
Spectromètre à infrarouge.
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la méthode

Plusieurs méthodes d'analyses peuvent être utilisées.

- **Méthode sur cellule « KBr »**

Le liant est extrait d'un enrobé par centrifugation, puis appliqué sur la cellule à l'aide d'une seringue. Le solvant est alors évaporé dans une étuve à 80 °C pendant 30 minutes.

- **Méthode au « Golden-Gate »**

Le liant peut être analysé, dilué dans le chlorure de méthylène ou solide, appliqué dans ces deux cas sur la cellule prévue à cet effet.

4 Expression des résultats

Par comparaison de différents spectres, on observe ou non la présence des composants recherchés.

La figure suivante représente le spectre du Nujol (paraffine liquide, c'est-à-dire mélange d'hydrocarbures saturés peu volatils). Au bas de cette figure sont délimitées les grandes régions du spectre.



←
Spectre FTIR d'un bitume routier
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



←

ROLLING THIN FILM OVEN TEST (RTFOT)

Réf. : NBN EN 12607-1 (2007)

1 Objectif de l'essai

Évaluer le comportement du liant bitumineux vis-à-vis du vieillissement généré par la fabrication, le transport, la mise en œuvre, le refroidissement et l'état de service de l'enrobé bitumineux.

L'essai permet de déterminer, d'une part, la susceptibilité au vieillissement des liants hydrocarbonés et, d'autre part, l'influence de différents additifs sur ce vieillissement.

2 Appareillage



Étuve RTFOT.

© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



Wallonie

3 Principe de la méthode

À une température de 163 °C, un film mince de liant est soumis à un flux d'air, pendant 75 minutes, afin de simuler les réactions d'oxydation lors de la fabrication à chaud de l'enrobé.

Le même essai peut être réalisé à 85 °C pendant 240 heures, ce qui correspond, selon le type de revêtement, à 10 à 20 ans de mise en service*.

(*) Essai mis au point par le Centre de recherches routières (CRR)

4 Expression des résultats

Après vieillissement artificiel du liant, différents essais tels que la variation de masse ou l'évolution de la pénétrabilité, de la température de ramollissement ou de la viscosité sont réalisés et comparés aux résultats obtenus pour le même liant à l'état neuf.

VISCOSITÉ D'UN LIANT BITUMINEUX

VISCOSIMÈTRE CAPILLAIRE

Réf. : NBN EN 12595 (2007)

1 Objectif de l'essai

Déterminer la viscosité cinématique d'un liant bitumineux.

2 Appareillage



Bain thermostatique et viscosimètre capillaire de type Cannon-Fenske.

© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Par le biais de son temps d'écoulement à 60 °C et à 135 °C dans un capillaire, et sous l'effet de la gravité, mesurer la viscosité cinématique d'un liant bitumineux.

4 Expression des résultats

Viscosité cinématique (ν) en mm²/s :

$$\nu = C \times t$$

où :

C = est la constante d'étalonnage du viscosimètre capillaire en mm²/s²

t = est le temps d'écoulement, en s

Viscosité dynamique (η) :

$$\eta = \nu \times \rho_1$$

où :

η = est la viscosité dynamique exprimée en mPa.s

ν = est la viscosité cinématique exprimée en mm²/s

ρ_1 = est la masse volumique du liant exprimée en g/cm³

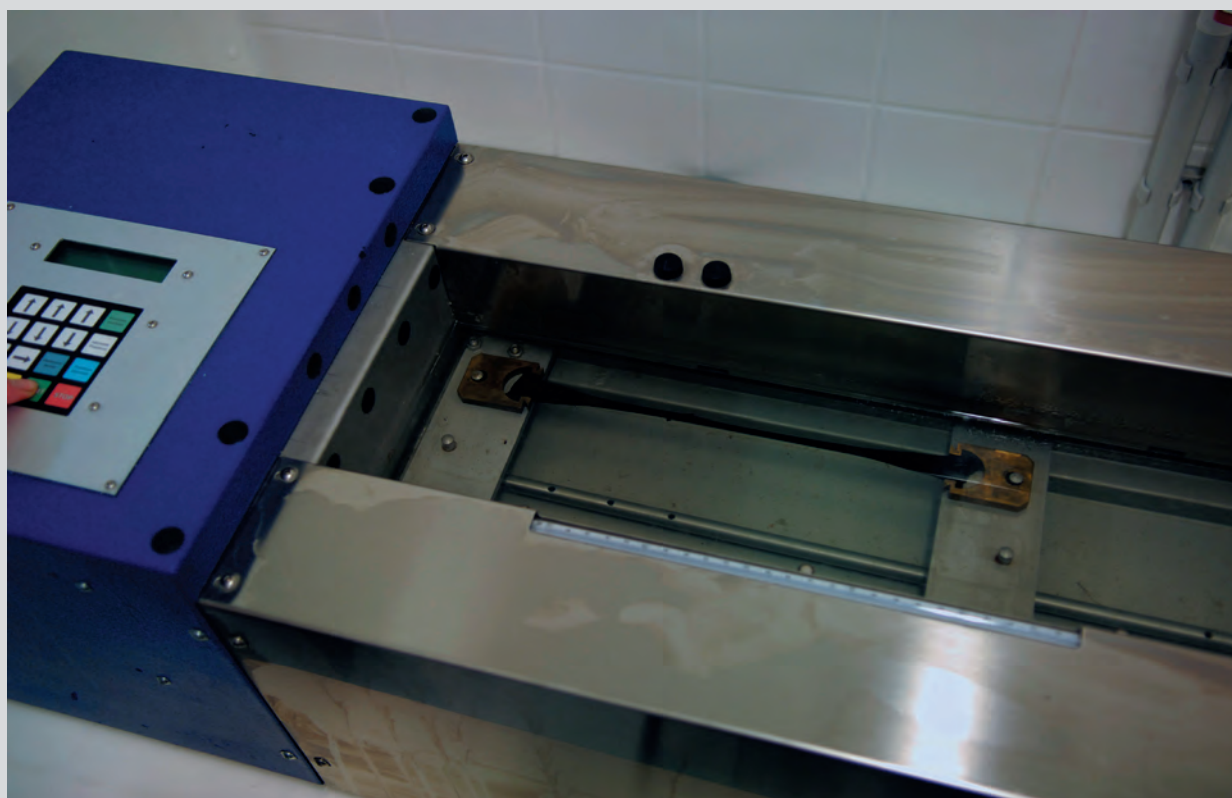
DUCTILITÉ D'UN LIANT BITUMINEUX À 5 °C

Réf. : NBN T54-208
NBN EN 13589 (2008)
NBN EN 13703 (2004)

1 Objectif de l'essai

Déterminer la capacité d'allongement à froid d'un bitume de pétrole modifié, et évaluer ainsi sa cohésivité.

2 Appareillage



←
Ductilimètre. © SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

L'éprouvette est étirée à une température de 5 °C et à une vitesse de 50 mm/min jusqu'à un allongement de 400 mm, et ce, sans rupture fragile.

Pour les bitumes mous, l'essai peut être effectué à une température de 0 °C.

Pour les bitumes durs modifiés par des polymères, l'essai peut être effectué à une température de 10 °C, ou même de 15 °C.

vitesse et température imposées.

4 Expression des résultats

L'énergie de déformation (E^i) est déterminée à partir des enregistrements des courbes de traction en calculant la surface délimitée par:

- l'axe des abscisses correspondant à l'allongement;
- la courbe enregistrée (force en fonction de l'allongement);
- une parallèle à l'axe des ordonnées passant par l'allongement donné ou le point de rupture (voir figure ci-dessous).

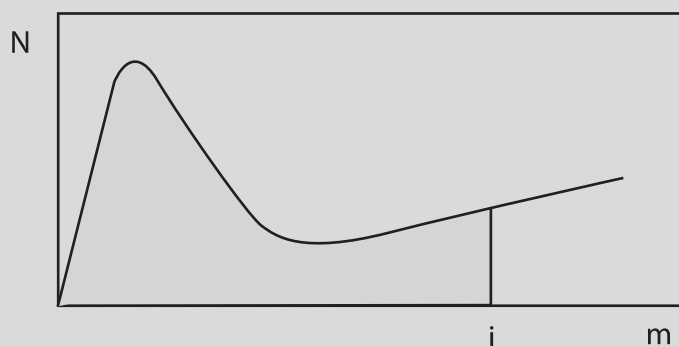


Figure représentant la force nécessaire (en Newton) pour un allongement donné (en mètre).

© SPW-Direction de l'Édition

L'énergie conventionnelle (E^i), également appelée énergie de cohésion, est obtenue en faisant le quotient de l'énergie de déformation par la surface transversale initiale de l'éprouvette. Elle est exprimée en J/cm^2 .

Les valeurs pour l'essai de force ductilité sont exprimées comme la différence des énergies conventionnelles correspondant à deux points d'allongement (0,2 m et 0,4 m).

$$E^s = E^{0,4} - E^{0,2}$$

où

E^s est la valeur de l'énergie conventionnelle incluse dans les tables de spécifications;

$E^{0,4}$ est l'énergie conventionnelle correspondant à un allongement de 0,4 m ;

$E^{0,2}$ est l'énergie conventionnelle correspondant à un allongement de 0,2 m.

RETOUR ÉLASTIQUE DES BITUMES MODIFIÉS (MÉTHODE EUROPÉENNE)

Réf. : NBN EN 13398 (2004)

1 Objectif de l'essai

Déterminer les propriétés élastiques des liants bitumineux modifiés, à l'aide d'élastomère(s) thermoplastique(s).

2 Appareillage



Ductilimètre. © SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Dans un ductilimètre à bain thermostatique (NBN EN 13589), on étire une éprouvette de bitume à une température de 25 °C et à une vitesse constante de 50 mm/min sur une longueur prédéterminée (200 mm).

Le fil ainsi obtenu est coupé en son milieu. Après un temps de retour de 30 minutes, on mesure le raccourcissement des deux demi fils.

4 Expression des résultats

Le résultat du retour élastique s'exprime en pourcentage de la longueur de l'allongement.

$$Re = \frac{d}{200} \times 100$$

où :

d est la distance entre les demi fils en millimètre

Le retour élastique est la moyenne de deux essais réalisés sur le liant à tester.

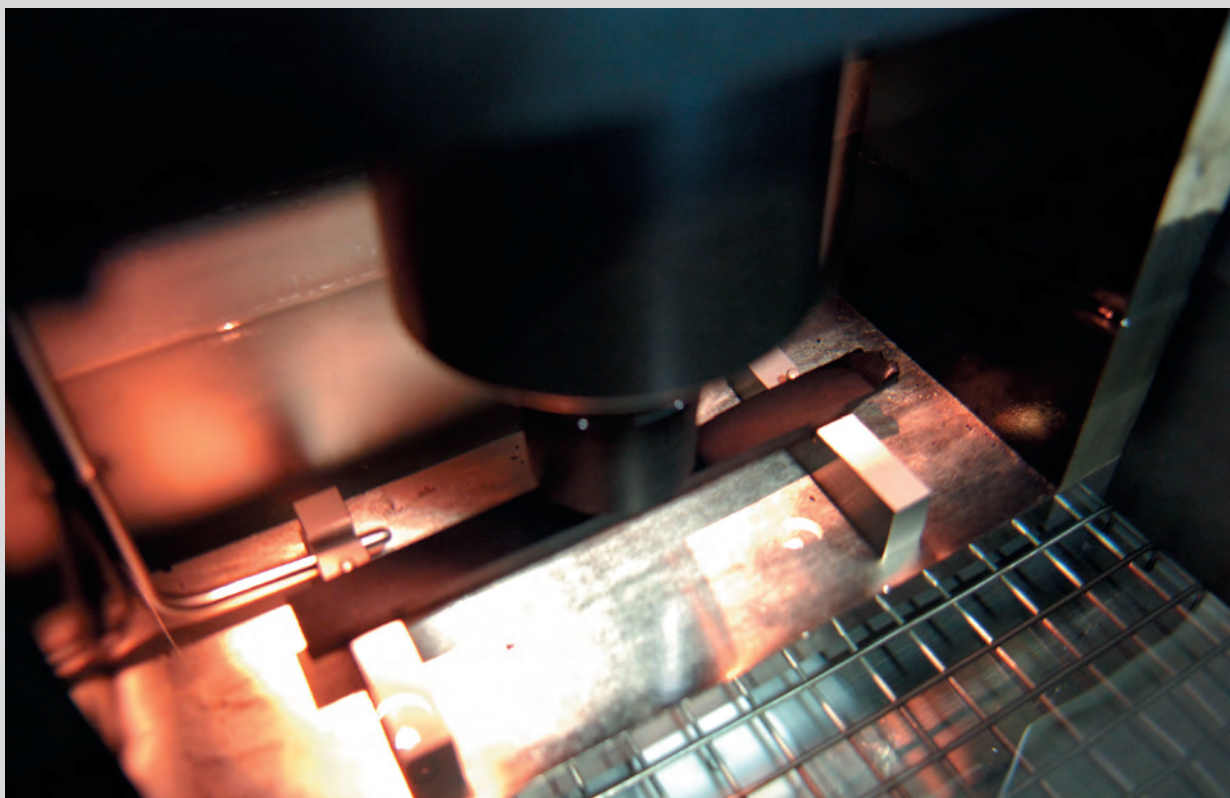
MODULE DE RIGIDITÉ EN FLEXION D'UN LIANT RHÉOMÈTRE À FLEXION DE BARREAU (BBR)

Réf. : NBN EN 14771 (2005)

1 Objectif de l'essai

Déterminer le module de rigidité en flexion d'un liant bitumineux, en vue de fournir une estimation de son comportement à des températures négatives.

2 Appareillage



Le BBR se compose d'une unité de charge, comprenant un échangeur de chaleur air/eau et une unité de contrôle.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

L'essai de fluage consiste à mesurer la déflexion au point milieu d'un barreau de liant bitumineux, en fléchissement sur trois points.

Une charge constante est appliquée au milieu de l'éprouvette pendant un temps défini (en principe 240 secondes), et la déflexion résultante est mesurée en fonction du temps.

Un bain de liquide à basse température est utilisé pour réguler la température.

La rigidité de l'éprouvette est calculée à partir de la contrainte en flexion appliquée et de la déflexion observée pour chaque température spécifiée.

La gamme de température s'étale de 0 °C à – 36 °C.

4 Expression des résultats

Les données d'essais, comme la déflexion de la poutre en fonction du temps de chargement, la charge et la température, sont enregistrées.

Le logiciel permet d'afficher, en temps réel, la courbe de charge et la courbe de flèche, en vue de calculer les valeurs de la rigidité et du logarithme de la pente de la courbe de flexion à des moments de charge sélectionnés.

Le module de rigidité en flexion au temps t est le rapport de la contrainte en flexion sur la déformation ; il s'exprime en MPa, avec trois chiffres significatifs.



VISCOSITÉ D'UN LIANT BITUMINEUX

VISCOSIMÈTRE ROTATIF

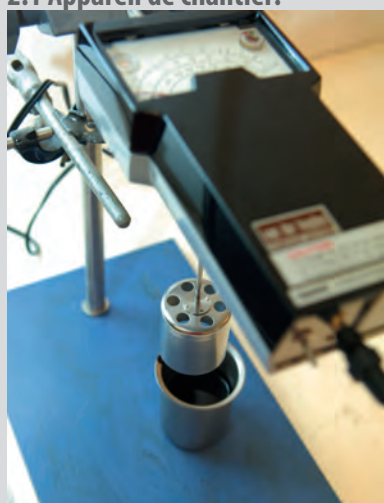
Réf. : NBN EN 13302

1 Objectif de l'essai

Déterminer rapidement la viscosité dynamique d'un liant bitumineux à l'aide d'un petit viscosimètre rotatif, calibré pour la mesure de substances newtoniennes.

2 Appareillage

2.1 Appareil de chantier.



Viscosimètre rotatif HAAKE.
© SPW-Direction de l'Édition

2.2 Appareil de laboratoire.



Viscosimètre rotatif BROOKFIELD.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Un rotor, entraîné par un moteur à vitesse stabilisée, tourne dans la substance à mesurer.

Le couple de rotation nécessaire est en corrélation directe avec la viscosité.

La viscosité dynamique est le rapport entre la contrainte de cisaillement appliquée et le gradient de vitesse.

La gamme d'application s'étend de 50 à 250 °C.

4 Expression des résultats

La viscosité dynamique s'exprime en Pa.s ou en mPa.s, comme la moyenne arithmétique de trois mesures.

RHÉOMÈTRE À CISAILLEMENT DYNAMIQUE (DSR)

Réf. : EN 14770 (2005)

1 Objectif de l'essai

Mesurer certaines caractéristiques rhéologiques des bitumes et liants bitumineux.

2 Appareillage



Le rhéomètre DSR.

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

La procédure repose sur la détermination du module complexe en cisaillement et de l'angle de phase, de liants bitumineux, sur une plage de fréquences et de températures d'essais déterminée, lorsqu'ils sont soumis à l'essai en mode de cisaillement oscillatoire.

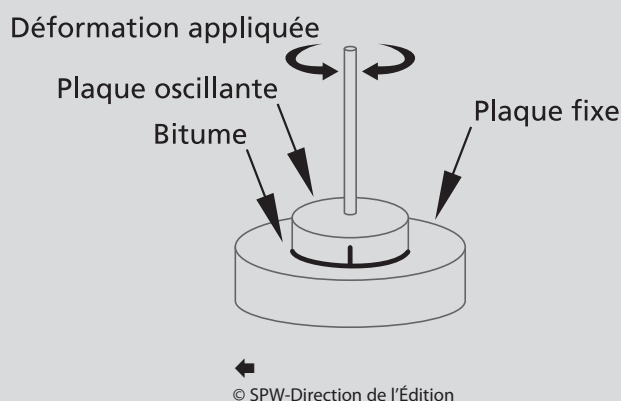
Une contrainte de cisaillement sinusoïdale d'amplitude définie est imposée à un échantillon de liant bitumineux maintenu à une température contrôlée.

On mesure la réponse du liant à cette contrainte via :

- le module complexe en cisaillement $|G^*|$ (en Pa),
rapport de l'amplitude de la contrainte sur l'amplitude de la déformation ;
- l'angle de phase (en °),
déphasage entre la contrainte et la déformation.

En variante, une déformation par cisaillement sinusoïdal d'amplitude connue est appliquée à l'éprouvette, et la contrainte de cisaillement résultante est mesurée.

La plage de mesures s'étend de 5 à 85 °C.



4 Expression des résultats

On note les géométries de mesure, les conditions de contrainte ou de déformation utilisées au cours de l'essai.

On note :

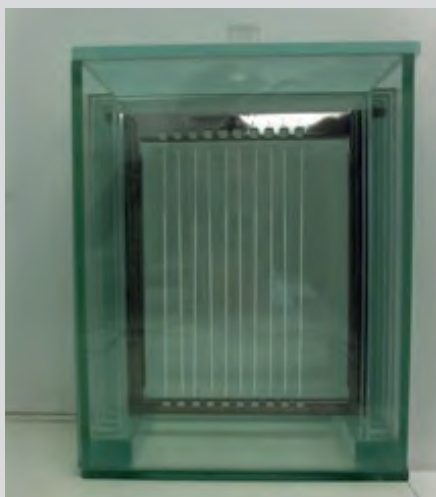
- la (les) fréquence(s) d'essai ;
- la (les) température(s) ;
- les valeurs du module complexe ($|G^*|$), en Pa ;
- ainsi que les valeurs d'angle de phase (°) en degrés.

COMPOSITION CHIMIQUE DES BITUMES AU IATROSCAN

1 Objectif de l'essai

Evaluer le rapport relatif de différents constituants d'un bitume par chromatographie en couche mince sur tige de silice (hydrocarbonés aliphatiques et aromatiques, résines et asphaltènes) en vue de donner des indications sur l'origine géographique du pétrole dont il est issu.

2 Appareillage



← Tiges de silice sur leur support et dans une enceinte d'élution. © SPW-Direction de l'Édition



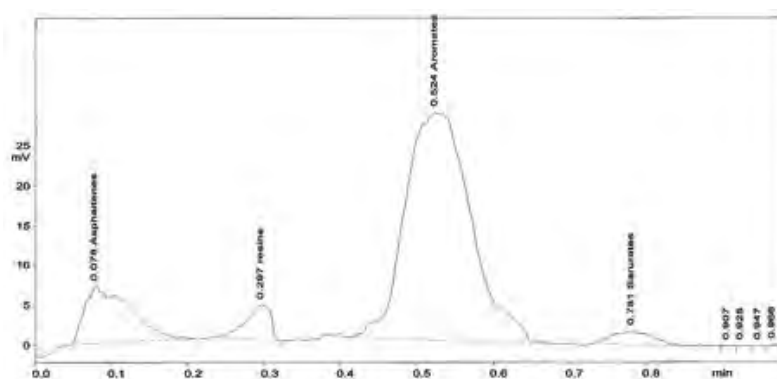
← Lecture par FID (Déflecteur par ionisation de flamme) des tiges de silice.
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la méthode

Un échantillon de bitume dissout dans un solvant approprié est déposé sur une tige de silice, laquelle est placée successivement dans trois mélanges de solvants de polarité croissante afin de faire migrer les différents constituants du bitume sur des plages différentes de ladite tige, et ce, en fonction de leur polarité.

La tige de silice ainsi obtenue est alors « scannée » dans un lecteur FID qui va fournir un signal proportionnel à la quantité de produit accumulée sur les différentes plages de la tige de silice.



lecture indiquant les pics d'aliphatiques, aromatiques, résines et asphaltènes .
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

4 Expression des résultats

On quantifie les surfaces relatives des différents pics obtenus par les signaux enregistrés par le lecteur FID.

« MULTIPLE STRESS CREEP AND RECOVERY » (MSCR) AU RHÉOMÈTRE À CISAILLEMENT DYNAMIQUE (DSR)

Réf. : EN 14770 (2005)

1 Objectif de l'essai

Mesurer certaines caractéristiques rhéologiques des bitumes et liants bitumineux.

2 Appareillage



Le rhéomètre DSR.

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

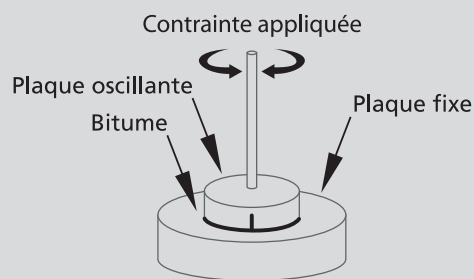
QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

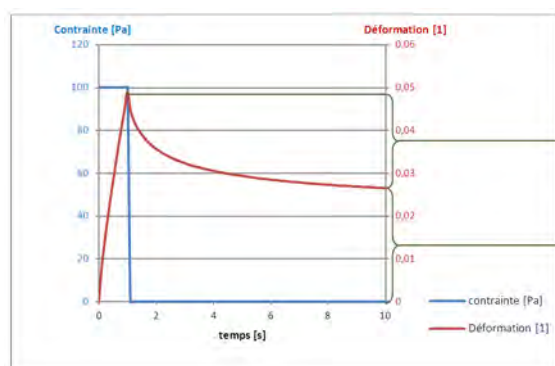
L'essai repose sur la mesure de la déformation d'un échantillon bitumineux lors de l'application d'une contrainte de cisaillement et de la recouvrance du bitume après interruption de cette contrainte.



← Schéma de principe de l'essai MSCR sur l'échantillon à l'aide du rhéomètre DSR

Le test est effectué à deux niveaux de contrainte, de 0.1 kPa et 3.2 kPa, de façon consécutive. Pour chaque niveau de contrainte appliqué, l'essai consiste en 10 cycles de 10 secondes pour lesquels chaque cycle comprend :

- L'application de la charge pendant une seconde ;
- Le relâchement de la contrainte pendant neuf secondes.



(1) Déformation recouverte grâce à l'élasticité du liant

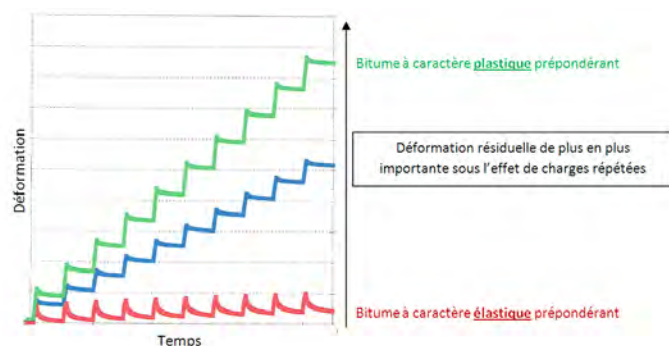
(2) Déformation résiduelle, permanente

← Schéma de principe reprenant le comportement d'un bitume lors d'un cycle contrainte-recouvrement.

4 Expression des résultats

On note les géométries de mesure, les conditions de contraintes appliquées et les déformations résultantes.

La réponse élastique est déterminée par mesure du pourcentage de recouvrance et non-recouvrance propre au liant (respectivement (1) et (2) dans le schéma du point 3). En outre, la déformation résiduelle du bitume est un indicateur de la résistance des bitumes et liants bitumineux aux déformations permanentes sous l'effet de charges répétées.



← Graphique comparant le comportement de différents bitumes à 10 cycles de « contrainte – relaxation » pour une contrainte appliquée de 3,2kPa

SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'ENREGISTREMENT DE PARAMÈTRES : T°, P, ...

1 Objectif de l'essai

Dans le cadre d'une démarche qualité, assurer le contrôle permanent, le suivi et donc la traçabilité de certains paramètres d'essais : T°, P, humidité, etc.

2 Appareillage

L'appareillage comprend une unité informatique, reliée à une série de sondes de mesure installées sur les appareils et machines d'essais : étuves, bains thermostatiques, orniéreaux, etc.



L'ordinateur, relié à une série de sondes de mesure.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONS

BANQUES DE
DONNÉES



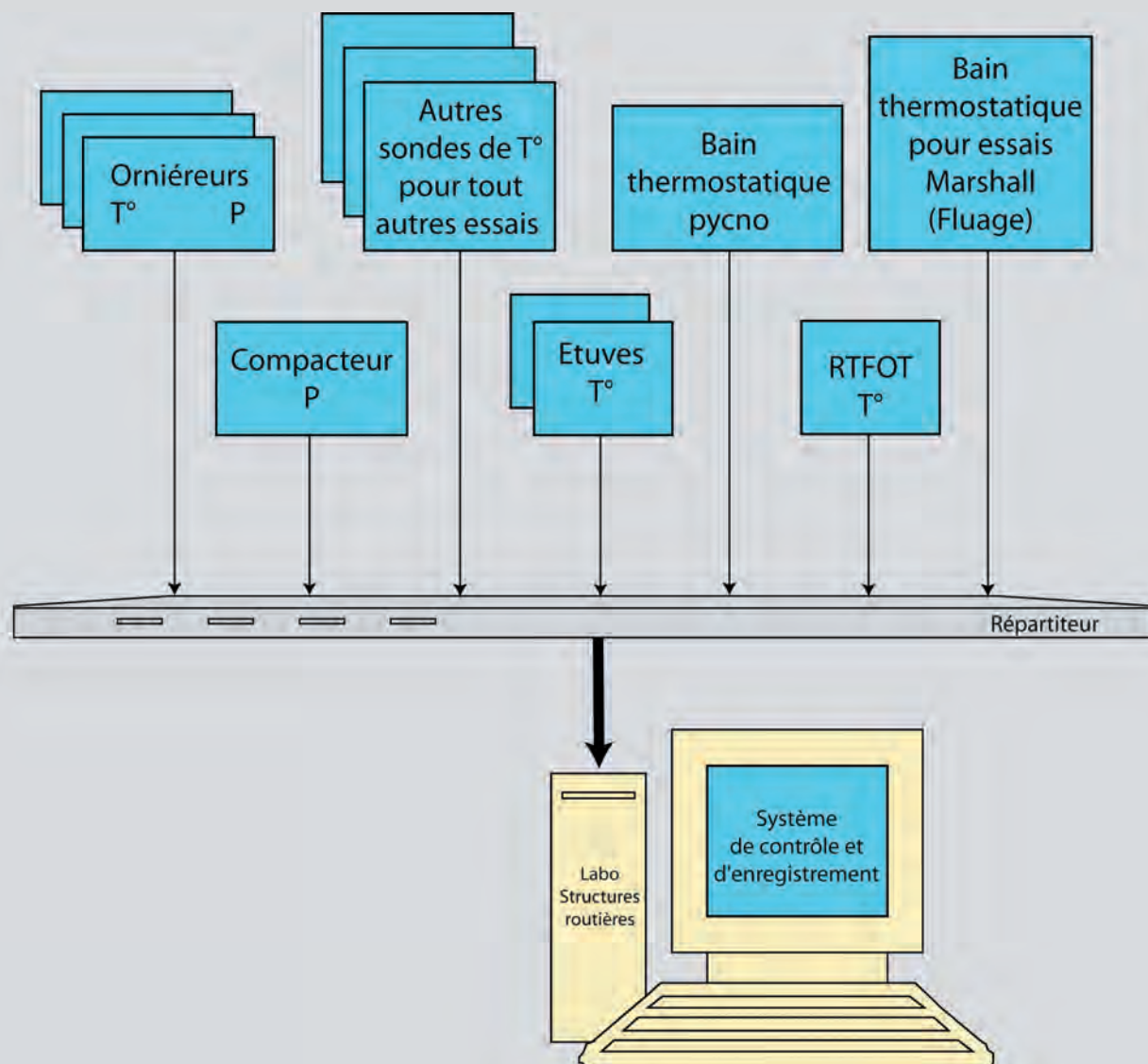
Wallonie

3 Principe de la méthode

Les sondes de température, P° , ... sont reliées à un boîtier d'acquisition des données.

Les différents boîtiers sont raccordés entre eux selon une connexion digitale.

L'ordinateur pilote en continu les différents boîtiers d'acquisition, et les données obtenues sont traitées par un logiciel de gestion.



L'ordinateur, relié à une série de sondes de mesure.
© SPW-Direction de l'Édition

PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE LÉGER À ÉNERGIE VARIABLE DE TYPE « PANDA »

Réf. : XP. P94-105

1 Objectif de l'essai

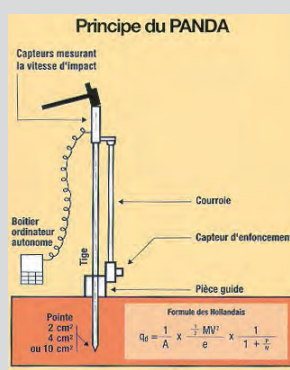
Appareil compact et portatif conçu :

- pour le contrôle de compactage des tranchées et remblais divers des routes et autoroutes, des barrages ou digues en terre ;
- pour la vérification des épaisseurs de couche ;
- pour la vérification de l'homogénéité du compactage.

2 Appareillage



←
L'appareil « Panda ».
© SPW-Direction de l'Édition



←
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

L'essai consiste à enfoncer, par battage, un train de tiges dans le sol à l'aide d'un marteau normalisé.

Pour chaque coup donné, des capteurs mesurent la vitesse du marteau au moment de l'impact, ce qui lui permet de déterminer l'énergie fournie au reste du dispositif.

Dans le même temps, d'autres capteurs mesurent la valeur de l'enfoncement de la pointe.

Le PC intégré reçoit ces deux informations, calcule instantanément la résistance à la pointe Qd et mémorise, pour chaque coup de marteau, le couple profondeur/résistance correspondant.

4 Expression des résultats

Résistance à la pointe Qd selon la formule dite « Hollandaise » :

$$Q_d = \frac{1}{A} \times \frac{\frac{1}{2} M V^2}{e} \times \frac{1}{1 + \frac{P}{M}}$$

où :

e : enfoncement sous l'effet d'un coup de marteau

A : section de la pointe (2,4 ou 10 cm²)

M : masse frappante

P : masse frappée

V : vitesse d'impact

DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

Réf. : CME 01.03

1 Objectif de l'essai

Déterminer conventionnellement les états limites des constantes physiques de liquidité et de plasticité des sols. Ceux-ci permettent de calculer l'indice de plasticité caractérisant les sols lors de leur classification.

2 Appareillage



Appareil de Casagrande (limite de liquidité).
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

3 Principe de la méthode

• Limite de liquidité W_L

Mesurer la teneur en eau à partir de laquelle le mortier (< 400 m) constitué avec le sol à tester passe de l'état liquide à l'état plastique. Conventionnellement, cette teneur en eau correspond à celle pour laquelle 25 chocs sont nécessaires pour faire rejoindre les deux lèvres de la rainure réalisée dans le mortier disposé dans la coupelle de l'appareil de Casagrande.

• Limite de plasticité W_p

Mesurer la teneur en eau à partir de laquelle le mortier constitué avec le sol à tester passe de l'état plastique à l'état friable. Le mortier est séché jusqu'au moment où il est possible de rouler un fuseau cylindrique et que celui-ci se rompe lorsque son diamètre atteint 3 mm.

La teneur en eau de ce mortier est conventionnellement appelée « limite de plasticité ».

4 Expression des résultats

Indice de plasticité I_p du sol :

$$I_p = W_L - W_p$$

SONDES DE BATTAGE LÉGÈRES TYPE « VAN VUUREN » - TYPE « CRR »

Réf. : CME 50.03 et 50.04

1 Objectif de l'essai

Estimer in situ la portance d'un sol et en déterminer l'indice CBR.

2 Appareillage



Sonde de battage légère.
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



Pointe de type "Van Vuuren" - Angle de pointe 60° ; section 3,14 cm²
© SPW-Direction de l'Édition



Pointe de type "CRR" - Angle de pointe 60° ; section 5 cm²
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Un mouton de masse (10 kg), couissant le long d'une tige, tombe d'une hauteur standard sur une enclume solidaire de la tige.

Cette tige se termine par une pointe conique.

On relève l'enfoncement X de la pointe pour chaque coup.

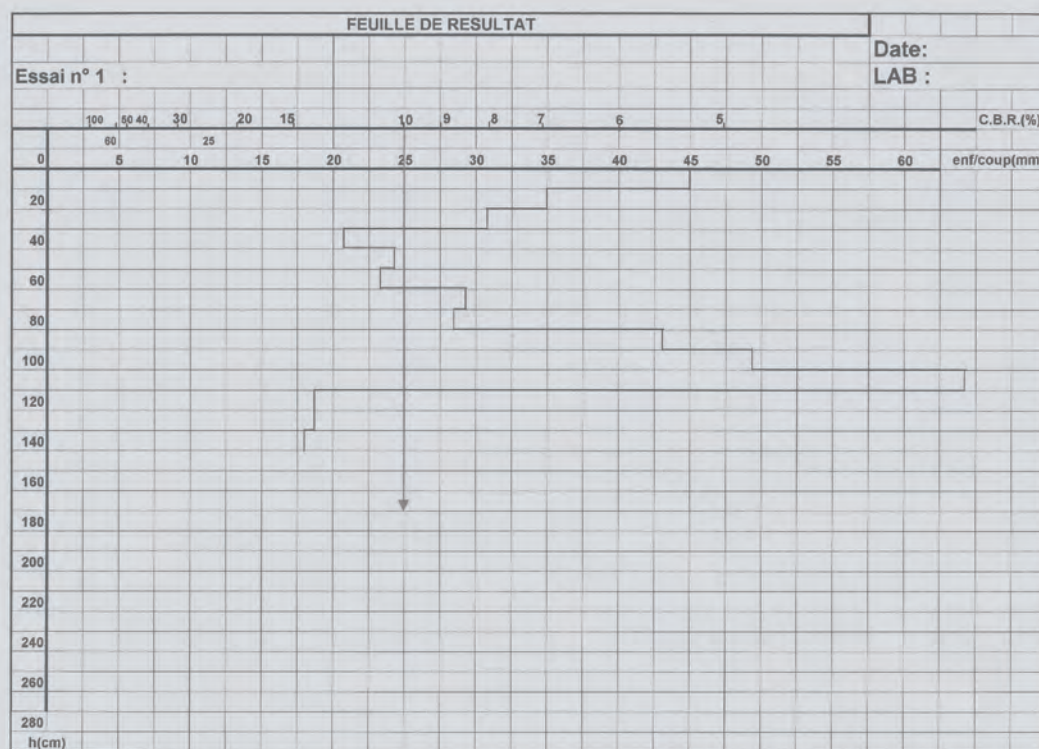
Cet enfoncement est lié à l'indice CBR.

4 Expression des résultats

Pour chaque enfoncement d'environ 10 mm, on calcule l'enfoncement moyen par coup.

Ces enfoncements moyens sont convertis en valeur CBR au moyen d'une des deux relations suivantes :

Les valeurs ainsi trouvées sont portées en graphique en fonction de la profondeur.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DE RÉFÉRENCE ET DU TAUX D'HUMIDITÉ COMPACTAGE PROCTOR

Réf. : ASTM D698 et D1557

1 Objectif de l'essai

Déterminer, en laboratoire, l'aptitude au compactage d'un matériau de remblais en fonction de sa teneur en eau.

2 Appareillage



Dames et moules PROCTOR.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

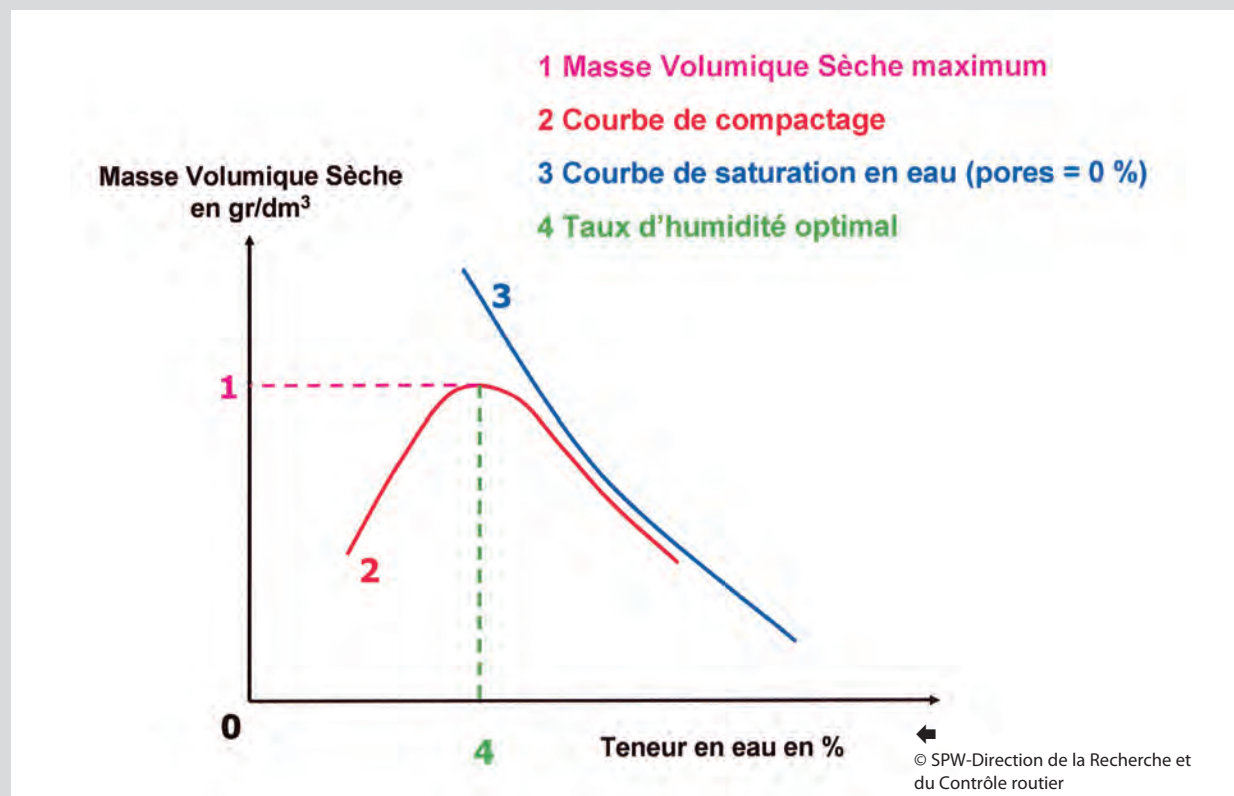
SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

Après compactage normalisé (Proctor normal ou modifié), on détermine la masse volumique sèche d'un matériau à différentes teneurs en eau.

Ces valeurs sont reportées sur un diagramme comme ci-après :



4 Expression des résultats

Le maximum de la courbe de la masse volumique sèche représente la compacité maximum que l'on peut obtenir au compactage.

Ce maximum correspond à la teneur en eau optimale du matériau.

Il est possible de fixer les fourchettes de teneur en eau permettant d'obtenir 95 ou 98 % de la masse volumique sèche maximum.

5 Limites d'utilisation

La courbe de saturation détermine les teneurs en eau au-delà desquelles le sol est saturé en eau et impropre au compactage sans traitement ou amendement préalable.

DÉTERMINATION DE L'INDICE PORTANT CALIFORNIEN (CBR)

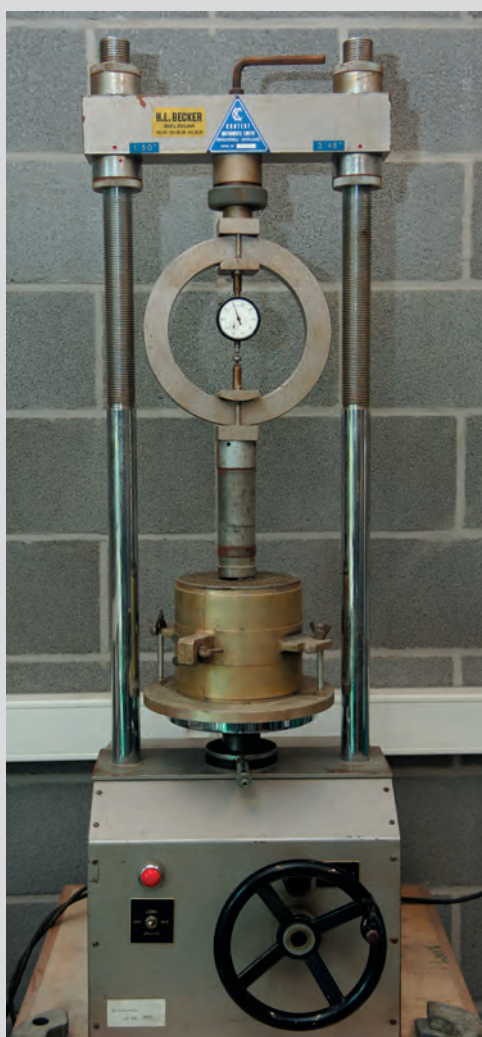
Réf. : NBN EN 13286-47 (2004)

1 Objectif de l'essai

Évaluer la résistance au poinçonnement d'un sol dans des conditions bien déterminées.

2 Appareillage

- En laboratoire, on utilise le dispositif de mesure de l'essai CBR.
- Sur chantier, on utilise un équipement pour réaliser un essai à la plaque (réf. CME : 50.01), complété par le piston adéquat et un indicateur de cadence.



←
L'appareillage utilisé en laboratoire.
© SPW-Direction de l'Édition

3 Principe de la méthode

À l'aide d'un piston de $19,6 \text{ cm}^2$, le sol à tester est chargé par un vérin de manière à assurer un enfoncement constant par unité de temps de $1,27 \text{ mm/min}$.

On mesure les pressions nécessaires pour assurer un enfoncement de $0,625 - 1,25 - 2 - 2,5 - 5 - 7,5$ et 10 mm .

On trace le diagramme du poinçonnement (pression en kN et enfoncement en mm).

Les pressions obtenues sont comparées à celles obtenues avec le sol de référence californien.

4 Expression des résultats

La valeur de l'indice portant CBR exprimé en pourcentage est la plus grande des deux valeurs obtenues en divisant la pression nécessaire pour obtenir un enfoncement de $2,5$ et 5 mm par la pression du sol de référence $13,5$ et 20 kN .

BDPQR

BANQUE DE DONNÉES DES PARAMÈTRES DE QUALITÉ DES ROUTES

1 Objectif de l'essai

Disposer d'une information précise et actualisée de l'état du réseau routier.

2 Appareillage

On utilise principalement :

• **les appareils d'auscultation à grand rendement (AGR) ;**

- le SCRIM pour la mesure de la rugosité (cf. fiche AUS 02 (03))
- le TUS pour le profil en travers (orniérage) (cf. fiche AUS 04 (03))
- l'APL pour le profil en long (cf. fiche AUS 01 (04))
- le SAND pour l'état visuel (cf. fiche AUS 07 (03))
- le déflectographe (dans une moindre mesure) pour la portance (cf. fiche AUS 03 (03))

• **les logiciels d'acquisition et de traitement.**



La BDPQR utilise plusieurs types d'appareils.
© SPW-Direction de l'Édition

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

Wallonie

3 Principe de la méthode

La constitution de la base de données comprend les étapes suivantes :

- la « collecte » des données par les différents AGR ;
- l'« injection » et le contrôle de la cohérence avec BDR (*) pour
 - le bornage
 - le profil en travers (type de route, voies)
 - le type de revêtement.
- le « positionnement » des données, tenant compte de
 - la distance mesurée par le podomètre de l'appareil d'auscultation
 - le « topage » visuel des bornes physiques par l'opérateur
 - la coordonnée réelle des bornes physiques (référence BDR)

indispensable en vue d'assurer la cohérence des campagnes de mesure successives ;

- le « traitement massif » des données, le calcul des moyennes hectométriques et celui des classes de qualité ;
- la gestion de la succession des campagnes de mesures et l'« archivage » des données.

4 Expression des résultats

Sous forme :

- d'une base de données relatives à chaque paramètre et à chaque hectomètre de voie de circulation, consultable via l'intranet du MET : <http://intranet.met.wallonie.be> ;
- de cartes thématiques d'état du réseau, pour la région, par direction territoriale, par district ;
- de données intégrables dans la BDR (banque de données routières) et dans le SOGER (système d'optimisation de la gestion de l'entretien des routes).

Base de Données Routières II - GLE - 1 - (relevé de classe de qualité)

Road: A004.000 BRUXELLES - NAMUR - ARLON - LUXEMBOURG II

De: 047.8 à: 047.9

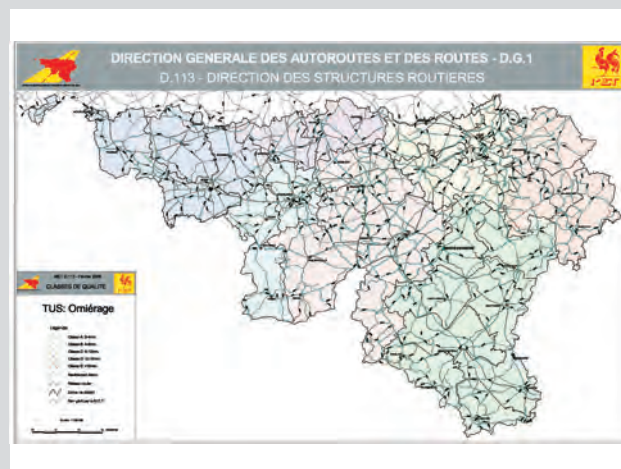
Type: CFT Avance SCRM

Détail relevé classe: Détail moyennes Hm Historique moyennes Hm

Cum. km	Dép. km	Pose	Modél.	Calcul	Moyenne	Ecart	% bonne
047.8	100	27/07/1998	27/07/1998	27/07/1998	61.5	1.9	100
047.9	100	27/07/1998	27/07/1998	27/07/1998	62.1	0.63	100

Écran BDR.

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



Carte du réseau.

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

WIL

GESTION INFORMATIQUE DU LABORATOIRE

1 Objectif de l'essai

Disposer d'un outil informatique permettant de répondre aux contraintes normatives et techniques d'une démarche d'assurance qualité.

2 Description

Un logiciel WIL développé par la Société ARCADE (France) et qui se décline en :

- un moteur (saisie + exploitation) ;
- trois pack métiers (Granulats + Bétons + Enrobés) ;
- quatre modules optionnels (Expert + Statistiques + Qualité + Métrologie).

WIL possède une base de données intégrée, élaborée et facilement paramétrable, qui permet d'intégrer, en nombre illimité, les différents essais (avec mode opératoire), ainsi que les spécifications de contrôle (normatives et particulières).

3 Principes de la méthode

Le logiciel WIL permet :

- de définir la base de données du laboratoire : tamis, essais (avec mode opératoire), produits, granulats, bétons, ciments, enrobés, ... ;
- d'intégrer des spécifications normatives (européennes, nationales, régionales, internes) ;
- de gérer les essais effectués : saisie en direct, contrôle des résultats, édition de feuilles d'essais et de rapports d'essais ;
- d'exploiter les résultats (études statistiques, contrôle de conformité, ...) ;
- de représenter graphiquement les résultats (cartes de contrôle, histogrammes de répartition, courbes granulométriques, ...) ;
- de réaliser le suivi métrologique : gestion du parc de matériel du laboratoire.

AUSCULTATION

LABORATOIRE

BÉTONS

ENROBÉS

GRANULATS

LIANTS
HYDROCARBONÉS

QUALITÉ

SOLS DE
FONDATIONSBANQUES DE
DONNÉES

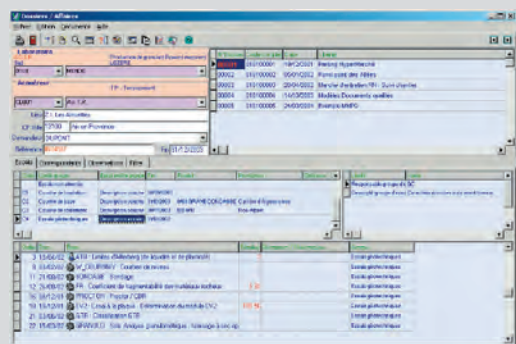
Wallonie

4 Expression des résultats

De très nombreuses formes d'expression de résultats sont possibles avec WIL.

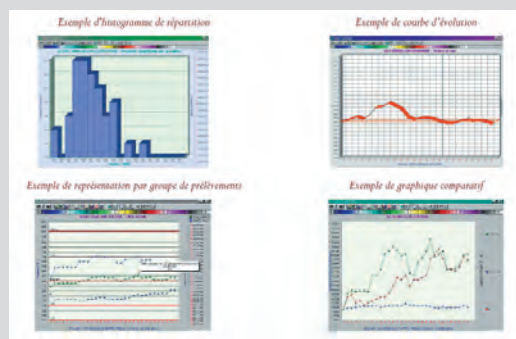
Par exemple :

- une base de données relatives à chaque client ou fournisseur ;



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

- analyse statistique, d'histogramme, courbes d'évolutions et *caetera*.



© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

BANQUE DE DONNÉES D'IMAGERIE EN LAMES MINCES

1 Objectif de l'essai

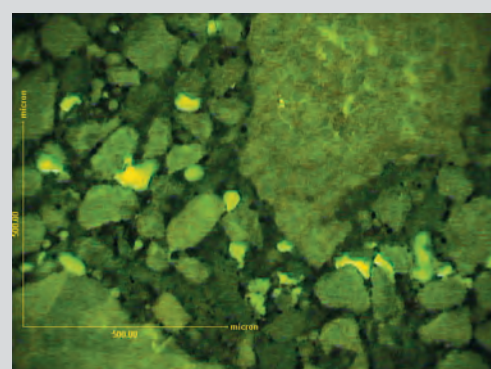
Cette banque de données est élaborée grâce à l'emploi de deux logiciels conçus pour les archivage et analyse d'images de lames minces pétrographiques et en particulier de lames minces de béton et d'enrobé.

2 Appareillage

L'ensemble comprend une caméra vidéo avec pilotage informatique, pouvant être branchée sur un microscope polarisant et ou en fluorescence.

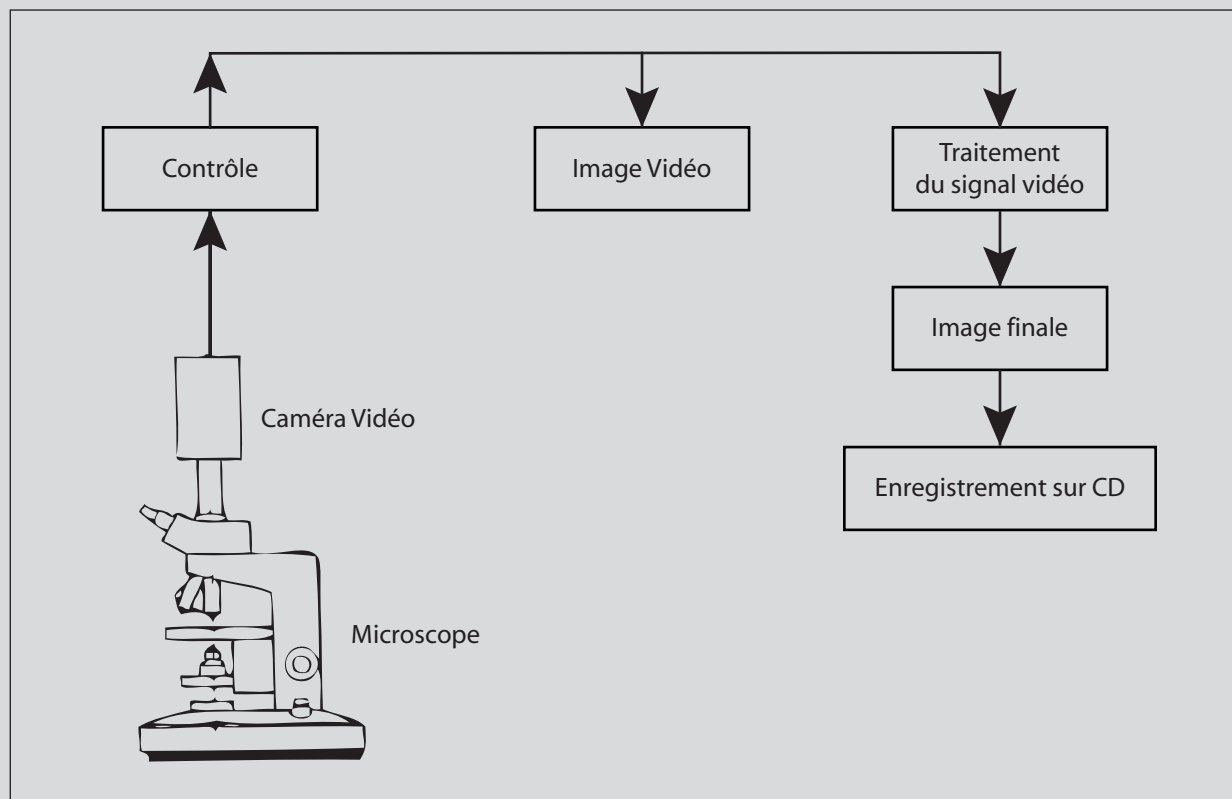


←
Microscope et imagerie en lumière polarisée et en
fluorescence.
© SPW-Direction de l'Édition



3 Principe de la méthode

Les mesures possibles sont la longueur, le contour, la surface, les angles et le comptage. Les textes et les échelles de mesure peuvent être également archivés avec l'image.



© SPW-Direction de l'Édition

RÉFLEXION À LA LUMIÈRE DU JOUR OU SOUS UN ÉCLAIRAGE PUBLIC

Réf. : NBN EN 1436+A1 (2008) §4.2

1 Objectif de l'essai

Déterminer la visibilité de jour (Qd) des marquages routiers.

2 Appareillage



←
Photomètre de type Qd 30 Delta
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



←
Photomètre de type ZRM 6013 Zehntner
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

Il est fait usage du ZRM 6013 de ZEHNTNER ou du Qd 30 de DELTA. Ces appareils donnent une mesure localisée du Qd d'un marquage routier.

3 Principe de la méthode

Déterminer le coefficient de luminance correspondant à la brillance d'un marquage routier telle qu'elle est perçue par l'automobiliste sous l'éclairage public ou sous la lumière du jour par temps couvert.

Les appareils reconstituent un éclairage diffus normalisé et mesurent la partie de la lumière rétro réfléchie par le marquage routier sous un angle de $2,29^\circ$, ce qui simule une observation à 30 mètres. Les mesures sont stockées sous forme informatique pour un traitement ultérieur.



Wallonie

4 Expression des résultats

La procédure décrite dans la norme fixe la manière de sélectionner un échantillon par type de marquage routier. Le résultat de la procédure est exprimé par la moyenne des mesures exprimées en $\text{mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$ (millicandelas par mètre carré et par lux).

5 Essais complémentaires

Les essais de rétro réflexion par temps sec, de nuit, R_L , de colorimétrie, de rétro réflexion par temps de pluie, et de rugosité (glissance) viennent compléter l'analyse. Le ZRM 6013 affiche aussi l'humidité relative, la température, le positionnement GPS et le R_L en même temps que le Qd.

6 Limites d'utilisation

L'appareil doit être fréquemment calibré et contrôlé.

Le marquage doit être propre et avoir été soumis à un minimum de trafic.

La route doit être sèche et la sécurité de l'opérateur assurée pendant la mesure.

RÉTRORÉFLEXION SOUS L'ÉCLAIRAGE DES PROJECTEURS DES VÉHICULES

Réf. : NBN EN 1436+A1 (2008) §4.3

1 Objectif de l'essai

Déterminer la visibilité de nuit (R_L) des marquages routiers.

2 Appareillage



←
Photomètre de type LTL 2000 Delta
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



←
Photomètre de type ZRM 6013 Zehntner
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

Il est fait usage du ZRM 6013 de ZEHNTNER ou du LTL 2000 de DELTA. Ces appareils donnent une mesure localisée du R_L d'un marquage routier.

3 Principe de la méthode

Déterminer le coefficient de luminance rétro réfléchi correspondant à la brillance d'un marquage routier telle qu'elle est perçue par l'automobiliste sous l'éclairage des phares de son propre véhicule, la nuit, par temps sec. Les appareils reconstituent un éclairage sous un angle de $1,24^\circ$ et mesurent la part de la lumière rétro réfléchi sous un angle de $2,29^\circ$, ce qui simule une observation à 30 mètres. Les mesures sont stockées sous forme informatique pour un traitement ultérieur.



4 Expression des résultats

La procédure décrite dans la norme fixe la manière de sélectionner un échantillon par type de marquage routier. Le résultat de la procédure est exprimé par la moyenne des mesures exprimée en $\text{mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$ (millicandelas par mètre carré et par lux).

5 Essais complémentaires

Les essais de rétro réflexion sous éclairage diffus par temps sec, de jour, de colorimétrie, de rétro réflexion par temps de pluie et de rugosité (glissance) viennent compléter l'analyse. Le ZRM 6013 affiche aussi l'humidité relative, la température, le positionnement GPS et le Qd en même temps que le R_L . Il permet des mesures fiables d'un ordre de grandeur 10 fois supérieur à celles du LTL 2000.

6 Limites d'utilisation

L'appareil doit être fréquemment calibré et contrôlé.

Le marquage doit être propre et avoir été soumis à un minimum de trafic.

La route doit être sèche et la sécurité de l'opérateur assurée pendant la mesure.

DÉTERMINATION DE LA COULEUR D'UN MARQUAGE ROUTIER

Réf. : NBN EN 1436+A1 (2008) §4.4

1 Objectif de l'essai

Déterminer la visibilité de jour (Qd) des marquages routiers.

2 Appareillage



Le colorimètre portable
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

Le colorimètre portable « 45/0 gloss » de la firme BYK-Gardner permet de saisir des mesures localisées in situ ou en laboratoire. L'appareil calcule les moyennes des mesures et stocke les données pour un traitement informatique ultérieur. Il peut aussi être employé pour d'autres référentiels colorimétriques, et pour le contrôle des teintes de la signalisation routière verticale.



Wallonie

3 Principe de la méthode

La CIE a défini un espace couleur dont la représentation graphique à deux dimensions ne tient pas compte de la clarté : c'est l'espace couleur Yxy , où Y est la clarté et x et y sont les coordonnées de chromaticité. Ce diagramme se présente ainsi :

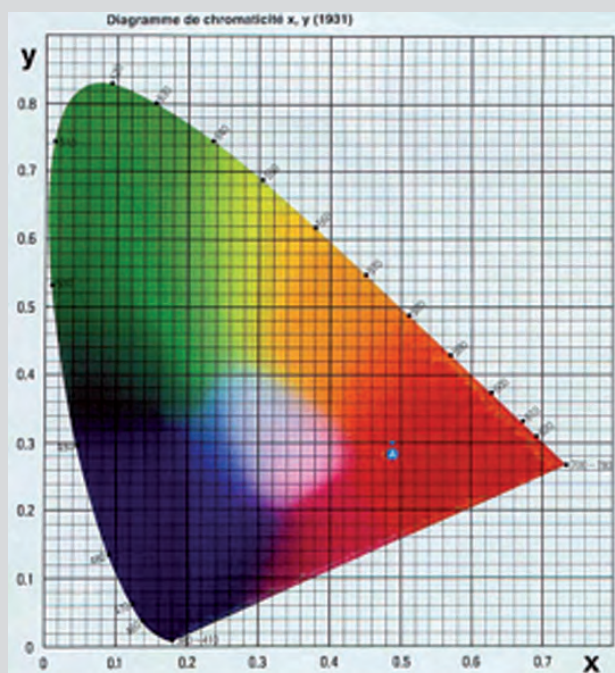


Diagramme de chromaticité

© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

Dans ce diagramme, les couleurs achromatiques se situent au centre du diagramme; la chromaticité augmente au fur et à mesure que l'on s'approche des bords. Les indications portées sur la courbe qui limite l'espace chromatique correspondent à la longueur d'onde de la couleur pure correspondante. L'appareil mesure la réflexion spectrale dans la gamme des longueurs d'onde de 400 à 700 nm (visible). L'éclairage est circulaire sous un angle de 45° et l'observation se fait sous un angle de 0° .

4 Expression des résultats

La couleur est caractérisée par les coordonnées en x et en y de l'échantillon.

5 Limites d'utilisation

L'appareil doit être fréquemment calibré et contrôlé.

Le marquage doit être propre et avoir été soumis à un minimum de trafic.

La route doit être sèche et la sécurité de l'opérateur assurée pendant la mesure.

LUMINANCE RETRO-REFLECHIE (R_L) DYNAMIQUE

Réf. : NBN EN 1436+A1 (2008) §4.3

1 Objectif de l'essai

Déterminer la rétro-réflexion (R_L) sous l'éclairage des projecteurs de véhicules des marquages routiers en s'intégrant dans la circulation.

2 Appareillage

Il est fait usage du ZDR 6020 de ZEHTNER embarqué sur un véhicule (à gauche ou à droite, selon la position du marquage à mesurer). Ces appareils donnent une mesure en continu du R_L d'un marquage routier.



Photomètre placé à droite du véhicule
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier



Photomètre placé à gauche du véhicule
© SPW-Direction de la Recherche et du Contrôle routier

3 Principe de la méthode

Déterminer le coefficient de luminance rétro-réfléchie correspondant à la brillance d'un marquage routier telle qu'elle est perçue par l'automobiliste sous l'éclairage des phares de son propre véhicule, par temps sec. L'appareil reconstitue un éclairage sous un angle de $1,24^\circ$ et mesure la part de la lumière rétro réfléchie sous un angle de $2,29^\circ$, ce qui simule une observation à 30 mètres. Les mesures sont stockées sous forme informatique pour un traitement ultérieur. L'essai est décrit dans la norme NBN EN 1436 qui précise les minima à atteindre par classe de trafic et type de revêtement.



Wallonie

4 Expression des résultats

Les relevés sont exprimés en mcd m-2 lx-1 (millicandélas par mètre carré et par lux).



5 Limites d'utilisation

L'appareil doit être calibré et contrôlé avant chaque départ.

Le marquage doit être propre et avoir été soumis à un minimum de trafic.

La vitesse maximale de la mesure est fixée à 120 km/h.