

## Essai Marshall NF P 98-251-2

### 1-Objet

Ces essais et déterminations sont effectués d'une part en vue de l'étude préalable de recherche de la meilleure composition à adopter pour la confection d'un enrobé ou béton hydrocarboné, d'autre part, en vue du contrôle de la constante du produit en cours de fabrication.

### 2-Principe et définition :

L'essai de stabilité Marshall est un essai de compression exercée suivant la génératrice d'une éprouvette cylindrique semi-frettée. Cette compression est appliquée sur l'éprouvette après ½ h d'immersion dans l'eau à 60 °C, et à la vitesse de 0,846 mm/s. on appelle << stabilité Marshall >> la charge en Kilogrammes, atteinte au moment de la rupture de l'éprouvette.

En même temps que l'on applique l'effort de compression, on mesure la déformation à l'aide d'un appareil se composant d'un manchon de guidage et d'un indicateur de fluage.

On appelle déformation Marshall ; la diminution du diamètre vertical qui est atteint au moment de la rupture de l'éprouvette. Cette déformation est exprimée en 1/10 de mm. Par mesures de dimensions et de poids de l'éprouvette après confection, on détermine la densité apparente et, connaissant la densité du liant et des agrégats, on calcule le pourcentage de vides occupée par le liant.

On appelle proportion des vides occupés par le liant, le pourcentage volumique des vides des agrégats comblé par le liant.

### 3-Le domaine de l'application

Les essais Marshall peuvent être effectués pour tous les enrobés hydrocarbonés. Il y a cependant une restriction en ce qui concerne la dimension maximum des agrégats, ceux qui doivent tous passer au module 45 (tamis de 25 mm ou passoire 31,5 mm).

Il y a lieu aussi de tenir compte de la nature du liant pour la confection des éprouvettes, le mode opératoire n'étant décrit pour un matériau enrobé à chaud au bitume pur.

### 4- Appareillage

- 1 Presse développant 2 tonnes, sensible au Kilogramme, équipée d'un dispositif d'application de la compression à la vitesse de 0,846 mm/s ;

- 1 appareillage Marshall ou mieux, 2 modules de compactage, 2 dames, 1 piston extracteur, 2 appareils de stabilité, d'un appareil pour mesurer la déformation (indicateur de fluage).

Le comptage est réalisé par les coups répétés du marteau pesant 4,5 Kg et tombant verticalement d'une hauteur de 45 cm. Chaque coup porte sur la presque totalité de la surface de l'éprouvette.

- 1 appareil de stabilité Marshall.

La mâchoire semi-cylindrique supérieure coulisse librement sur les 2 tiges de guidage. Lorsqu'une éprouvette est placée entre les mâchoires les extrémités en regard de ces dernières doivent être à 19,1 mm l'une de l'autre.

- 1 indicateur de fluage petit appareil à vernier coulissant, gradué en 0,5mm, qui s'adapte lors de la mesure à une des tiges de guidage.

- Bain d'eau thermostatique réglé à 60 °C. +/- 0,5 et pouvant contenir simultanément sur un support perforé au moins 4 éprouvettes complètement immergées et 2 appareils de stabilité Marshall.

## **5- Mode opératoire**

En raison de la dispersion de l'essai, on confectionnera au moins quatre éprouvettes pour chaque formule étudiée.

### **5-1-Préparation des éprouvettes**

Dans un récipient métallique de 2 000 cm<sup>3</sup> de capacité environ, placé sur le plateau d'une balance on pèse successivement les quantités fixées des différents agrégats, filler compris. On mélange énergiquement et on porte le récipient et son contenu dans une étuve réglée à 175-190 °C où ils séjourneront une heure.

Dans le dernier quart d'heure du chauffage des agrégats, on porte dans une étuve réglée à 140 °C les modules à confection (base, cylindre et hausse montés), la dame de compactage, le piston extracteur.

Dans un second récipient, de 2 000 cm<sup>3</sup> on pèse la quantité prévue de liant, et on chauffe celui-ci par exemple dans l'étuve réglée à 140 °C, de manière à lui conférer la fluidité nécessaire à l'enrobage, sans qu'il atteigne la température où la vaporisation des huiles devient excessive (le bitume ne doit pas émettre de vapeurs).

On retire d'abord de son étuve, le récipient contenant le liant, puis les agrégats, et l'on verse ceux-ci dans le récipient du liant. On mélange la totalité à la cuiller. La température du mélange ne doit pas être tombée au dessous de 150 °C à la fin du malaxage. Si la température tombe au dessous de cette valeur, on ne doit en aucun cas réchauffer le mélange. Qui doit être rebuté.

### ***Variante Tolérée***

Le mélange pourra être effectué dans un malaxeur mécanique convenable par exemple du type à axe verticale et à contre-courant. Le malaxeur devra être tel que la ségrégation des matériaux soit réduite au minimum. Dans ce cas, on confectionnera 6 éprouvettes pour chaque mesure, au lieu de 4. On portera dans le malaxeur les agrégats chauffés à 175-190 °C, comme il a été indiqué, puis la quantité voulue de bitume. On vérifiera que la température ne tombe pas au dessous de 125 °C à la fin du remplissage du dernier moule. On pourra utiliser un malaxeur chauffant, mais dans ce cas, on doit vérifier avec le plus grand soin qu'il ne se produit pas de surchauffe au sein du matériau durant le malaxage, et le chauffage du malaxeur devra être aussi modéré que possible.

Dans le cas où l'on utilise un malaxeur mécanique, on devra avoir un jeu complet de 6 moules, bases et pistons.

Dans ce cas, pour éviter un refroidissement excessif du mélange on pourra réintroduire celui-ci dans l'étuve à 140 °C, après malaxage pour une durée de 15 minutes au maximum.

On sort de l'étuve le moule à confection. On l'enduit intérieurement d'une légère couche d'oléate de soude de glycérine, puis on place dans le fond 2 disques de papier filtre.

On verse plusieurs fois la gâchée, en tassant à chaque fois avec la cuiller.

On égalise la surface avec la surface extracteur, auquel on communique un léger mouvement de rotation. On place un disque de papier filtre sur le mélange et on dame à raison de 50 coups sur chaque 2 bases de l'éprouvette. Pour cela, il est préférable de placer le moule sur un support de fixation, à 50 cm au-dessus du sol. On maintient fermement à la verticale la tige de la dame et on laisse tomber 50 fois sur le marteau. On démonte et remonte le moule en intervertissant la base et la hausse. On répète à nouveau le damage.

On enlève la base.

On place l'éprouvette toujours dans son moule sous un robinet d'eau pendant 5 minutes. Afin d'accélérer le refroidissement. (L'éprouvette est couchée de l'eau coule sous le moule.)

Pour démouler, on fait passer l'éprouvette dans la hausse, dont le diamètre est légèrement plus grand que celui du moule proprement dit, en s'aidant du piston extracteur et de presse.

L'éprouvette, qui doit être manipulée avec soin, est numérotée et laissée pendant une heure au moins à l'air libre afin d'être amenée à la température ambiante. Elle doit avoir une hauteur de 63,5mm à 5 mm près. Si on utilise des gâchées de 1 150 à 1 175 g les hauteurs des éprouvettes sont presque toujours dans ces limites.

Si cette tolérance n'est pas respectée, on doit modifier en conséquence le poids de la gâchée à placer dans le moule. Les disques de papier filtres qui restent collés sur les bases ne sont pas retirés.

Pendant ce temps, on passe à la confection des autres éprouvettes. Il est pratique d'avoir 2 dames et 2 moules à confection.

Un jeu peut alors être placé en étuve pendant que l'autre est utilisé. Le bitume et les agrégats sont, bien entendu, laissés en étuve durant les temps morts de confection des éprouvettes. Le nettoyage de la base et de l'intérieur des moules se fait au moyen d'un chiffon imbibé de pétrole.

### **5-2-Détermination de la densité apparente**

Après refroidissement, on mesure au 1/10 de mm près les dimensions des éprouvettes ( au moins 6 hauteurs et 3 diamètres) et on pèse à 5 dg près. Le rapport poids sur volume donne la densité apparente. Dans le cas où la surface est irrégulière, il est recommandé de déterminer la densité apparente de la balance hydrostatique (pesées dans l'air et dans l'eau, mais sans paraffinage de l'éprouvette). Cette méthode peut cependant échouer si la surface est poreuse.

### **5-3-Essai de stabilité et de déformation**

Après confection des éprouvettes, celles-ci sont conservées pendant 5 heures (heure) à la température ambiante puis on les immerge dans le bain thermostatique réglé à 60 °C 0,5 °C avec l'appareil d'essai, pour une durée de 30 min ( $\pm 1$  min).

Pendant ce temps, on donne, entre le plateau et l'appui à bille de la presse C.B.R. l'écartement juste nécessaire pour placer l'appareil Marshall. On installe également le dispositif contrôleur de cadence réglé pour une vitesse de 0,846 mm/s. on retire de l'eau l'appareil Marshall.

On lubrifie à la glycérine les tiges de guidage et la mâchoire supérieure devra pouvoir glisser sans heurts sur les tiges de guidage. On enlève cette dernière.

Ces préparatifs préliminaires sont indispensables car le temps écoulé entre l'instant où l'éprouvette est retirée du bain d'eau et celui de la mesure de la stabilité doit être inférieur à 30 secondes.

L'éprouvette retirée de l'eau est placée immédiatement dans la mâchoire inférieure de l'appareil d'essai, couché et bien centrée. On adapte la mâchoire supérieure et on place le tout sur la presse C.B.R en veillant à tout ce que l'appui à bille soit juste en regard de son point d'appui sur la mâchoire (petite concavité). On amène en contact la bille et la mâchoire ; le comparateur de l'anneau dynamométrique permet d'apprécier ce contact.

On règle le comparateur au zéro. On adapte l'indicateur de fluage sur l'une des tiges de guidage, en assurant fermement son contact avec la mâchoire supérieure. On note la division indiquée. Deux opérateurs sont nécessaires pour cette phase de l'essai ; l'un manœuvre la presse à la cadence imposée, l'autre surveille le comparateur de l'anneau dynamométrique tout en maintenant appuyé l'appareil pour la mesure de la déformation.

Quant tout est prêt, on manœuvre le volant de la presse pour suivre la cadence. La rupture se produit au moment où le comparateur de l'anneau dynamométrique indique un maximum. En lisant ce maximum, il faut libérer en même temps ; l'appareil de mesure de déformation.

La courbe d'étalonnage de l'anneau dynamométrie permet de convertir le chiffre maximum relevé sur le comparateur en charge exprimée en kg .

Cette valeur est, pour tenir compte du volume de l'éprouvette ,il suffit de la multiplier par un coefficient de corrélation , celui-ci correspond à la hauteur de l'éprouvette .

---

**Teneur à l'eau des bitumineux à chaud**  
**(mode opératoire de CTTTP)**

**1-objet :**

La présente mode opératoire spécifier une d'essai ayant pour but de déterminer la tenue à l'eau d'un mélange hydrocarboné à chaud à partir des rapports de stabilité avec et sans immersion des éprouvettes mesure par l'essai Marshall selon la norme (ASTM-D1559)

**2-principe de l'essai :**

Les éprouvettes utilisées à réalisation de l'essai sont fabriqués selon la norme Marshall (ASTM-D1559) .concernant la phase d'écrasement our la mesure des stabilités, les éprouvettes sont soumises à l'essai Marshall après conservation dans des conditions définies, après 24h à l'air pour certaine éprouvettes, après 7 jours d'immersion pour d'autres éprouvettes

**3-mode opératoire :**

Le nombre des éprouvettes utilisé pou l'essai est 6.

**3-1-conservation des éprouvettes sans immersion :**

3épouvettes sont conservées sans immersion sur surface plane à la température ambiante pendant 24h

**3-2- conservation des éprouvettes avec immersion :**

Les 3 autres éprouvettes de mémé composition sont ensuite immergées dans l'eau à la température pouvant varier de 18C° à 25C° pendant 7 jours .

A la fin de cette opération on mesure le volume des éprouvettes.

**4-mesure des stabilités :**

Les éprouvettes sont soumises à l'essai Marshall. Quelles aient été conservées avec ou sans immersion

Les éprouvettes et les mâchoires sont immergées dans l'eau à 60C° ± 1C° pendant 30 minutes ± 1min.

La vitesse de plateau de la presse est réglée à 0.85mm/s.

**6- expression des résultats :**

On établit le rapport de la stabilité avec 7 jours en immersion (RCimm) à la stabilité sans immersion (RC sec).

Le rapport (RCimm/ RCsec) est exprimé avec deux chiffres significatifs