

## NOTE D'INFORMATION



N° 39  
JANVIER  
2020

## Sommaire

- 1 | Introduction
  - 2 | Point de vue de la maîtrise d'ouvrage
  - 3 | Rappel sur la technique MBCF
  - 4 | Descriptif simplifié d'une machine d'application
  - 5 | Étalonnage des organes de mesure : Détermination des tolérances associées à chaque constituant
  - 6 | Conclusion
  - 7 | Documents de référence et bibliographie
- Annexes

## Maîtrise de la qualité des matériaux bitumineux coulés à froid : Étalonnage du matériel de mise en œuvre

### 1 Introduction – Présentation du contexte

Les Matériaux Bitumineux Coulés à Froid (MBCF) constituent une technique importante de l'entretien des chaussées. Ils sont largement employés sur les réseaux communaux et départementaux et plus occasionnellement sur le réseau national et autoroutier.

Les MBCF restaurent les caractéristiques d'imperméabilité et d'adhérence de la chaussée. Ils peuvent être utilisés pour tous types de trafic par les gestionnaires de ces patrimoines routiers.

Environ 50 millions de m<sup>2</sup> sont appliqués annuellement sur l'ensemble du réseau routier français.

Lors de l'exécution de ces chantiers, il est nécessaire de contrôler la conformité de composition et de dosage du mélange qui impactent directement la durabilité du produit.

Du fait de l'évolution technique des machines de mise en œuvre, les méthodes de contrôle actuelles peuvent être remplacées par des techniques plus précises, plus rapides et présentant moins de risques pour le personnel.

En effet, aujourd'hui, le mode d'échantillonnage en vue de la détermination de la teneur en liant et de la granulométrie du mélange décrit dans la norme NF EN 12274-1 (Matériaux Bitumineux Coulés à Froid - Méthode d'essai - Partie 1 : Matériau d'échantillonnage de matériaux bitumineux coulés à froid) est reconnue comme dangereuse pour les opérateurs, non adaptée aux machines actuelles et pas suffisamment représentative des conditions de fabrication.

Dans ce contexte, le contrôle de la composition du MBCF pourrait maintenant s'exécuter par une méthode indirecte de calcul à partir des quantités de matières consommées. Lesquelles sont enregistrées par les automates des machines de mise en œuvre dûment étalonnées.

Par ailleurs, la norme européenne EN 12274-6 (Matériaux Bitumineux Coulés à Froid - Méthode d'essai - Partie 6 : Taux d'épandage) permet d'utiliser les enregistrements des matériels de mise en œuvre pour le calcul du taux surfacique d'épandage moyen du MBCF sur une section définie.

Cette démarche a d'ailleurs été intégrée dans le nouveau fascicule 26 du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG).

Cependant, il n'existe pas à ce jour de méthode d'étalonnage harmonisée et unifiée au niveau de la profession routière française permettant de justifier de la précision des données fournies pour appliquer cette méthode.

Pour mettre en œuvre cette démarche, un groupe de travail a été mis en place réunissant l'ensemble des parties prenantes identifiées, et notamment la Commission de Normalisation des Revêtements Superficiels (CNRS) et la Commission de Normalisation des Matériels (CNM).

Les conclusions de ce groupe de travail se sont concrétisées par la rédaction de cette note d'information, permettant d'établir des procédures d'étalonnage, de suivi métrologique ainsi que les critères de conformité.

## 2

## Point de vue de la maîtrise d'ouvrage

La maîtrise d'ouvrage affiche un intérêt grandissant pour les techniques dites à « froid » dans un contexte où les politiques d'entretien de nos routes se veulent de plus en plus vertueuses en terme d'économie d'énergie et de préservation de la ressource. Cet objectif environnemental doit être garanti aussi bien à travers les processus de fabrication que dans la durabilité de la technique.

De ce fait, la nécessité de développer pour les MBCF une méthode de suivi et de contrôle de production par calibration des automatismes des matériels d'application permettrait de fournir une alternative adaptée aux contraintes des différents gestionnaires qui, pour la plupart, n'ont pas leurs propres services d'analyses ou les moyens d'externaliser leur contrôle extérieur.

L'approche proposée permet de s'affranchir des conditions de représentativité des prélèvements d'échantillon pour le contrôle de la fabrication des produits et des caractéristiques du support pour la détermination des dosages et quantités de matériaux mis en œuvre.

La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre conservent toujours la possibilité d'établir les Dossiers de Consultations des Entreprises (DCE), avec ou sans approche performantielle.

Dans les cas où l'approche performantielle n'est pas retenue par le maître d'ouvrage, les travaux sont alors réalisés en respectant les procédures, les contrôles, les essais réguliers et/ou les évaluations dédiés au contrôle des matières premières, des équipements, des procédés de fabrication et de mise en œuvre ainsi que du produit final.

La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre définissent en conséquence leurs exigences en termes d'assurance qualité du producteur.

À ce titre, le système de maîtrise de la production proposé dans la norme NF EN 12273 (Matériaux bitumineux coulés à froid - Spécifications) peut être utilisé comme référence.

Dans tous les cas, l'application de cette méthodologie de contrôle de l'exécution des travaux repose sur le respect des critères de conformité établis spécifiquement pour cette approche.

Des niveaux de qualité sont proposés dans le chapitre 5 de la présente note d'information.

La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre conservent bien sûr la possibilité d'adapter leurs exigences dans les pièces techniques de leur marché.

## 3 Rappel sur la technique MBCF

### Définitions

Le terme de MBCF, défini dans la norme NF EN 12273, regroupe deux catégories de matériaux, les coulis bitumineux et les enrobés coulés à froid :

- Les coulis bitumineux sont destinés en priorité à imperméabiliser ou à préparer certains supports avant la réalisation d'une couche de roulement. Ils se caractérisent par une granularité inférieure ou égale à 4 mm ;
- Les enrobés coulés à froid sont des enrobés pour couches de roulement destinées à apporter une bonne adhérence et à imperméabiliser les supports. Ces enrobés se caractérisent par une granularité supérieure ou égale à 4 mm.

Par leurs performances mécaniques, les MBCF sont une manière d'entretenir un patrimoine routier dans une démarche d'entretien préventif et permettent d'allonger la durée de vie de la chaussée. Ils permettent de sceller la chaussée avant qu'elle ne soit trop dégradée pour ne plus pouvoir accepter les travaux d'entretien sans préparations importantes.

### Constituants

Les MBCF sont constitués d'un squelette granulaire 0/D, issu d'une recombinaison d'un sable et d'une fraction de gravillons le tout mélangé avec une émulsion cationique de bitume.

**Les granulats** doivent satisfaire aux exigences de la norme NF EN 13043 (Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation), qui définit les conditions d'application du marquage CE. Cette norme est complétée par la norme NF P18-545 (Granulats – Eléments de définition, conformité et codification) qui identifie les caractéristiques intrinsèques et de fabrication des granulats. Ces derniers sont spécifiquement sélectionnés selon leurs caractéristiques intrinsèques et de fabrication (se référer au paragraphe 3.1 du guide « *Matériaux Bitumineux Coulés à Froid* » [1]) mais aussi par rapport à leur réactivité chimique vis-à-vis de l'émulsion de bitume. Cette réactivité est appréciée au travers des essais de formulation (temps de fluidité, temps de rupture, temps de montée en cohésion explicités dans le paragraphe 4.3 du guide « *Matériaux Bitumineux Coulés à Froid* » [1]).

**Les émulsions** utilisées dans la plupart des formulations sont des émulsions à base de bitume pur, généralement de grade 70/100 en métropole, ou de bitume modifié de même consistance. Les émulsions de bitume pour MBCF doivent satisfaire aux exigences de la norme NF EN 13808 (Bitumes et liants bitumineux - Cadre de spécifications pour les émulsions cationiques de liants bitumineux). La composition des émulsions est établie en fonction de la nature des granulats et des objectifs visés en terme de temps de rupture et de remise sous circulation.

---

La teneur en liant résiduel du MBCF est généralement comprise entre **6 et 8 ppc** par rapport au poids des granulats secs. Cette teneur en liant est définie sur la base de l'expérience de chaque entreprise et en relation avec la surface spécifique du squelette granulaire.

**L'eau d'apport** est indispensable pour mouiller les granulats et les fines afin d'éviter la ségrégation du squelette granulaire et faciliter son enrobage par l'émulsion. La réalisation d'un bon MBCF implique une teneur en eau bien contrôlée et ajustée en fonction des conditions climatiques et de l'absorption du squelette granulaire. Le réglage de la teneur en eau finale sur la machine est contrôlé par l'opérateur, en fonction de l'état visuel du matériau.

Des additifs spécifiques sont utilisés dans la composition des MBCF pour mieux maîtriser leur comportement lors de la mise en œuvre et au jeune âge lors de la remise sous circulation.

**Les fines pulvérulentes**, tels que la chaux ou le ciment, sont ajoutées en faible quantité pour régler la vitesse de rupture du mélange. Ils jouent un rôle primordial dans le comportement à la rupture et la montée en cohésion du MBCF.

**Le régulateur de rupture** est un additif en phase aqueuse, destiné à adapter la fluidité et la vitesse de rupture du MBCF aux conditions climatiques, de façon à permettre un bon enrobage et un contrôle de la montée en cohésion. Il n'est pas systématiquement employé.

Certaines formulations utilisent **des fibres organiques ou minérales**, pour faciliter la mise en œuvre des MBCF de formules discontinues car elles évitent la ségrégation et améliorent également les performances du produit.

## Structure et dosage

Les MBCF se déclinent en structure monocouche et bicouche. La structure monocouche s'emploie sur des supports non déformés et homogènes, la structure bicouche sur des supports légèrement déformés et hétérogènes, la première couche ayant pour objectif de gommer les défauts afin que la deuxième couche donne un bon rendu visuel lors de la réalisation.

Généralement, les granularités retenues sont continues 0/4, 0/6, 0/8, ou 0/10, recomposées en carrière, avec humidification pour éviter la ségrégation lors du transport. Certaines techniques d'entreprises autorisent la mise en œuvre de formulations discontinues, sélectionnées lorsque l'on recherche des caractéristiques d'adhérence et de rugosité élevées.

Le dosage en MBCF dépend de la granularité. Plus la dimension supérieure du granulat ( $D_{max}$ ) est grande, plus l'épaisseur et le dosage sont élevés. De façon générale, les taux d'épandage typiques varient, selon l'état du support, de  $7 \text{ kg/m}^2$  pour un MBCF 0/4 à  $22 \text{ kg/m}^2$  pour un MBCF 0/10.

La notion de taux d'épandage définie dans la norme NF EN 12274-6 est la somme des masses de tous les constituants, sauf l'eau d'apport, mélangés et appliqués sur la surface couverte divisée par cette surface. Elle est exprimée en  $\text{kg/m}^2$ .

C'est-à-dire :

- Des granulats
- Du liant résiduel de l'émulsion
- Du ciment ou de la chaux (pulvérulent)
- Eventuellement des fibres.

La modulation de la granularité, la possibilité d'employer des liants modifiés et le choix de la structure permettent d'adapter la technique aux trafics et aux supports.

Les structures et dosages sont détaillés dans les tableaux 11 et 12 du Guide Technique IDRRIM MBCF [1].

## **4** Descriptif simplifié d'une machine d'application – Organes et technologies de dosage des constituants

La fabrication et la mise en œuvre des MBCF sont effectuées simultanément à l'aide de machines mobiles disposant de nombreuses fonctions/organes.

La fabrication des MBCF est assurée grâce aux organes suivants :

### ■ Stockage embarqué des matériaux

- Trémies à granulats, pulvérulents (ciment, colorants, chaux) et fibres ;
- Cuves d'émulsion, eau et additifs (dope de rupture, lait de chaux, colorants).

### ■ Système de dosage indépendant pour chaque matériau

- Les matériaux solides sont dosés toujours de la même manière :
  - Les granulats par un tapis convoyeur,
  - Les pulvérulents la plupart du temps par vis extractrice,
  - Les fibres, soit au moyen de vis extractrices (fibre pré-coupée), soit par des coupeurs spécifiques.
- Les matériaux liquides peuvent être dosés de 2 manières :
  - La plupart du temps, ils sont dosés par une pompe de dosage. Seules les machines équipées de pompes de dosage peuvent proposer un asservissement complet des débits.
  - Parfois, par pression d'air.

### ■ Système de malaxage

### ■ Groupe de puissance pour alimenter les différents organes

- Interface Homme Machine (IHM), située sur la passerelle arrière, pour piloter les différents organes

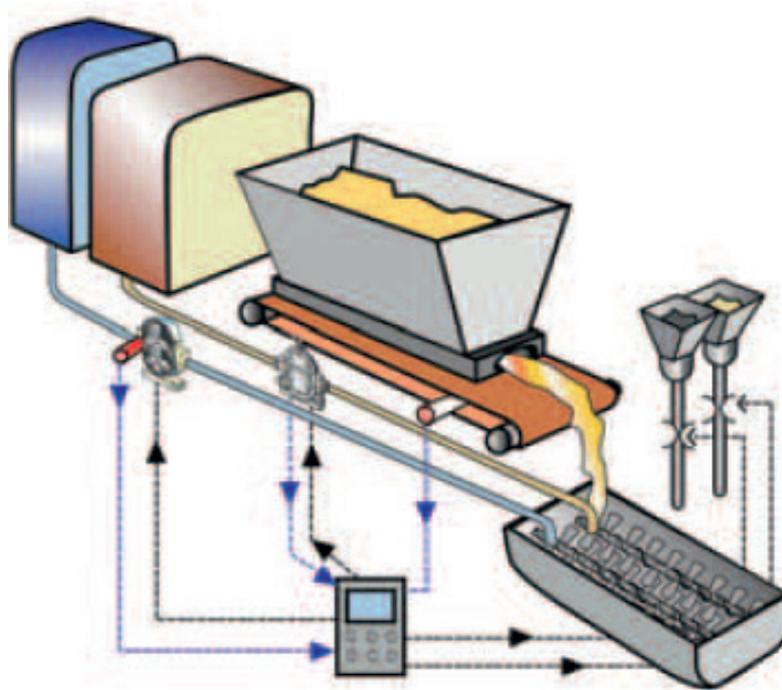


Figure n°1 : Synoptique simplifié de l'automatisme du contrôle de dosage des différents constituants

La mise en œuvre des MBCF est assurée grâce au traineau d'application.



Figure n°2 : Synoptique d'une machine MBCF et vue du traineau d'application

Une machine complètement automatisée permet de garantir :

- Que chaque matériau soit dosé avec un certain niveau de précision et de manière régulière ;
- De faire varier le débit total de MBCF sortant du malaxeur, ce qui permet de faciliter la gestion du remplissage du traineau.

Ce type de machine doit faire l'objet d'un étalonnage régulier afin de s'assurer que les débits demandés via l'IHM sont conformes à ceux délivrés.

Dans le cas d'une machine non automatisée, il incombe à l'opérateur de :

- Garantir la régularité du dosage de chaque matériau ;
- Garantir le bon niveau de remplissage du traineau, soit :
  - en augmentant / diminuant individuellement le débit de chaque matériau, afin d'augmenter / diminuer le débit total de MBCF,
  - en ralentissant / accélérant la vitesse d'application.

Les opérations d'étalonnage de la machine permettent de définir, pour chaque commande de débit, les abaques correspondants à chaque matériau.

Dans tous les cas, quel que soit le type de machine utilisée, un étalonnage au moins une fois par an avant le commencement de la saison est requis.

## 5 Étalonnage des organes de mesure – Détermination des tolérances associées à chaque constituant

Les modes opératoires détaillés de l'étalonnage des moyens de dosage de chacun des constituants du matériau MBCF font l'objet de fiches séparées en annexe de la présente note.

L'annexe B de la norme produit NF EN 12273 précise bien des exigences d'étalonnage sur les constituants liquides et solides du matériau MBCF, mais donne un principe général de méthode sans préciser les tolérances associées pour chaque constituant.

Afin de déterminer des tolérances pertinentes sur la précision de dosage des différents organes, le matériau MBCF a été considéré comme un enrobé hydrocarboné. Par analogie avec les enrobés hydrocarbonés à chaud, ont été retenues les mêmes tolérances sur la composition définies dans la norme Européenne NF EN 13108-21 (Mélanges bitumineux - Spécifications pour le matériau - Partie 21 : contrôle de la production en centrale).

En outre, cette démarche a le mérite d'être plus facilement acceptable dans d'autres pays européens.

### Tolérances sur le dosage en granulats et le dosage en émulsion

#### ■ Préambule

En reprenant les valeurs indiquées par la norme NF EN 13108-21, la tolérance à prendre en compte est celle sur la valeur moyenne de plusieurs échantillons, c'est-à-dire une tolérance de **+/- 0,3 % absolue sur la teneur en bitume du MBCF**.

La teneur en bitume varie essentiellement en fonction du débit en émulsion et du débit en granulats. Il faut donc raisonner sur des limites combinées des deux paramètres.

#### ■ Tolérances sur le débit en émulsion à débit de granulats calé sur débit NOMINAL

La tolérance sur la teneur en liant donnée par la norme NF EN 13108-21 est de +/- 0,3 %. Cette tolérance en teneur absolue de liant sera d'autant plus fine en précision que la teneur en liant du mélange sera élevée. C'est le cas des MBCF 0/4 pour lesquels la teneur en liant s'élève à 7,5 ppc. Pour cette teneur en liant, une variation de 0,3 % correspond à 0,35 ppc.

Le tableau suivant présente le calcul de la tolérance sur le dosage en émulsion en fonction de sa concentration (60 ou 65 %).

	ÉMULSION À 60 %			ÉMULSION À 65 %		
	Teneur en émulsion nominale (ppc)	Tolérance absolue sur la teneur en émulsion* (ppc)	Tolérance relative sur le dosage (%)	Teneur en émulsion nominale (ppc)	Tolérance absolue sur la teneur en émulsion* (ppc)	Tolérance relative sur le dosage (%)
<b>MBCF 0/4</b>	12,5	0,58	4,64	11,5	0,53	4,68

\* variation admissible de la teneur en émulsion correspondant à +/- 0,35 ppc de bitume résiduel

En arrondissant à l'entier inférieur, ce qui permet d'être encore un peu plus rigoureux, Il faut donc que la machine puisse assurer un débit d'émulsion de +/- 4 % sur toute sa plage d'utilisation pour être sûr d'assurer une teneur en liant de +/- 0,3 % (0,35 ppc pour une TL de 7,5 ppc) sur le matériau MBCF au débit de granulat nominal.

Cette précision de dosage est compatible avec les matériels actuellement en service.

■ **Tolérances sur le débit en granulats si le débit en émulsion est bien calé à son débit NOMINAL**

La conclusion du groupe de travail est **d'évaluer la tolérance sur le dosage en granulats pour maintenir une teneur en liant comprise dans les +/- 0,3 % requis précédemment.**

Une variation du dosage en granulats a plus d'influence sur la teneur en liant sur un MBCF 0/4 puisque ces mélanges contiennent plus de bitume que les mélanges de granulométrie supérieure (0/6 ou 0/10). Pour une teneur en liant nominale et maximale de 7,5 ppc, le calcul montre qu'une tolérance de 4 % sur le dosage de granulat permet d'assurer une teneur en bitume dans la plage des 0,3 % (ou 0,35 ppc)

X, la variation admissible sur le dosage en granulat, est obtenue de la façon suivante, les teneurs en liant étant ramenées en ppc (pourcentage extérieur).

$$(7150 / 1000) = (7500 / (1000 +/- X))$$

$$350 = +/- 7,2 X \quad \text{soit } X = +/- 48,61 \text{ kg}$$

Arrondi à 4 % sur un dosage initial de granulats de 1000 kg

■ **Table de tolérances croisées entre les tolérances de débit en émulsion et en granulats**

Les deux incertitudes sur les dosages se cumulent.

Le tableau ci-dessous présente les tolérances croisées sur le dosage en granulat et le dosage en émulsion qui permet de satisfaire la tolérance de 0,3 % sur la teneur en liant du matériau MBCF. Le résultat de l'étalonnage d'une machine sur ces 2 paramètres sera positionné dans ce tableau. La machine est validée si le résultat se trouve dans la zone de conformité. Dans le cas contraire, la machine nécessitera une calibration.

		TOLÉRANCES ADMISSIBLES SUR LE DÉBIT EN ÉMULSION (%)				
		0	+/- 1	+/- 2	+/- 3	+/- 4
TOLÉRANCES ADMISSIBLES SUR LE DÉBIT EN GRANULATS (%)	0					
	+/- 1					
	+/- 2					
	+/- 3					
	+/- 4					

Légende :

- : Zone de conformité de la machine
- : Zone hors tolérances

Par contre, pour chacun des deux constituants, tout point de mesure doit rester ponctuellement dans la zone des +/- 4 %.

### Tolérances sur le dosage en pulvérulent (ciment/chaux), eau, dope et fibres

Une approche matérielle a été retenue pour ces additifs. Les tolérances constructeurs associées au dosage de ces constituants est de **+/- 5 % par rapport à la valeur nominale visée (en instantané et en moyenne)**.

Ces tolérances sont compatibles avec les machines d'application utilisées actuellement sur les chantiers.

**Il est à noter que le dosage de ces additifs permet à l'opérateur d'ajuster la consistance et la montée en cohésion du mélange MBCF. Ce sont plus des régulateurs de rupture et, en ce sens, ils n'entrent pas dans des engagements contractuels avec la maîtrise d'ouvrage, au contraire de la teneur en liant du mélange.**

Leur faible taux dans les formules n'a également pas d'influence significative sur le taux d'épandage. Ceci justifie l'approche matérielle retenue.

## 6 Conclusion

La mise en œuvre des MBCF nécessite une qualité de réglage des matériels irréprochable ainsi que des équipes de mise en œuvre compétentes. Le contrôle des matériels en amont des chantiers est une des conditions de leur réussite.

La rédaction de cette note d'information restitue le consensus général des différents acteurs impliqués dans la mise en œuvre des MBCF. L'approche retenue basée sur le couplage des tolérances sur le dosage en granulat et en émulsion est originale, pragmatique et permet réellement de garantir les dosages en matériaux appliqués. La référence à la norme NF EN 13108-21 pourra servir de base pour éventuellement généraliser cette méthode à d'autres pays européens.

Les modes opératoires détaillés pour chaque organe de dosage sont rassemblés ci-après en Annexe.

Pour chacun, une méthode « *traditionnelle* » a été rédigée, ne mettant pas en œuvre de moyens spécifiques.

Toutefois, pour ceux désirant un contrôle extérieur en granulats et en émulsion, des installations de contrôle spécifiques existent, qui peuvent délivrer un rapport d'étalonnage automatique. Elles sont alors définies par le mode opératoire « *banc d'essais* ».

## 7

## Documents de référence et bibliographie

1. Guide IDRRIM / CEREMA, « *Matériaux Bitumineux Coulés à froid* », 2017
2. Fascicule 26 du CCTG (Applicable aux marchés publics de travaux de génie civil) « *Exécution des revêtements superficiels* »
3. Norme NF EN 12273 « *Spécifications des Matériaux Bitumineux Coulés à Froid* »
4. NF EN 12274-6 « *Détermination du taux surfacique appliqué* »
5. Norme Allemande TLG Asphalt – DSK-StB15



## PRÉAMBULE DES ANNEXES

Le groupe de travail préconise un étalonnage a minima annuel des différents organes de dosage des machines de mise en œuvre.

Sauf cas particulier, la plupart des chantiers se font **avec un débit en granulat calé autour de 1 tonne par minute**. Par conséquent, les débits nominaux pour la vérification des autres constituants se situent à :

- 120 L/min pour l'émulsion ;
- 70 L/min pour l'eau ;
- 10 L/min pour le dope dilué ;
- 1 L/min pour le dope pur ;
- 4 et 8 kg/min pour le pulvérulent ;
- 0,05 kg/min pour la fibre.

**La suite de la note comprend les différentes annexes qui reprennent de manière détaillée les modes opératoires d'étalonnage des organes de dosage des différents constituants.**

# ANNEXE A: Modes opératoires de l'étalonnage en granulats

## Matériel nécessaire :

- Machine MBCF à étalonner ;
- Chargeur télescopique ;
- Granulats pour MBCF (de préférence 0/6) (hygrométrie connue) ;
- Chronomètre ;
- Pont Bascule de classe III d'une portée de 50 000 kg et d'un échelon  $e = 20$  kg ;
- Rouleau pondéral étalon précis à 0,5 % près (mode opératoire banc d'essais).

Le dispositif de pesée et le chronomètre doivent faire l'objet eux-mêmes de vérification métrologique attestant de leur classe de précision. Leurs références doivent être mentionnées sur le constat de vérification de la machine étalonnée.

## Méthodologie :

Etalonnage à 3 débits encadrant la valeur de 1000 kg/min (800, 1000 et 1200 kg/min ou bien 700, 1000, 1400) suivant l'utilisation de la machine.

## 2 modes opératoires possibles :

Par mesure de débit sur pont bascule ou banc d'essai.

### A.1 : Mode opératoire « traditionnel »

1. Charger la trémie réceptrice de la machine en granulats.
2. Peser la machine à l'aide du pont bascule et noter le poids.
3. Régler le débit sur la consigne désirée (800 – 1000 ou 1200 kg/min).
4. Démarrer l'essai et déclencher le chronomètre pour débiter au minimum 4 tonnes de matériau.
5. Dans le cas d'une machine automatisée, le temps de réponse (temps nécessaire pour que le débit instantané réel coïncide au débit de consigne) peut être défini. Il convient d'avoir idéalement un temps de réponse inférieur ou égal à 10 s.
6. Repeser la machine et déterminer la quantité de granulat écoulé par différence de poids.
7. En déduire le débit en divisant la quantité de granulat écoulée, exprimée en kilogramme, par le temps mesuré, exprimé en minutes.
8. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
9. Chaque mesure individuelle de débit doit respecter la consigne visée à  $\pm 4$  % en poids.

- 10. La moyenne des 3 mesures effectuées pour chaque débit doit respecter la consigne établie dans la zone de conformité du tableau des tolérances § 5.1.4.
- 11. Dans le cas d'une machine non automatisée, produire un abaque précisant la position/valeur du bouton de dosage correspondant au débit obtenu.

### A.2 : Mode opératoire banc d'essai :

- 1. Démontez le malaxeur.
- 2. Chargez la trémie réceptrice de la machine de granulats 0/4 ou 0/6 à l'aide d'une sauterelle ou d'un chargeur.
- 3. Réglez le débit sur la consigne désirée (800 – 1000 ou 1200 kg/min).
- 4. Lancez la production et vider complètement la trémie à granulats sur le rouleau pondéral étalon.
- 5. Enregistrez la courbe de débit instantanée fournie par le banc d'essais. La fréquence d'échantillonnage est idéalement de 1 point de mesure par seconde.
- 6. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
- 7. Chaque mesure individuelle de débit doit respecter la consigne visée à +/- 4 % en instantanée et en moyenne se situer dans la zone verte du tableau des tolérances § 5.1.4.
- 8. Sont mesurés également le temps pour atteindre 95 % de la consigne, la précision en régime établi (3 s après la montée en débit et 3 s après la baisse).

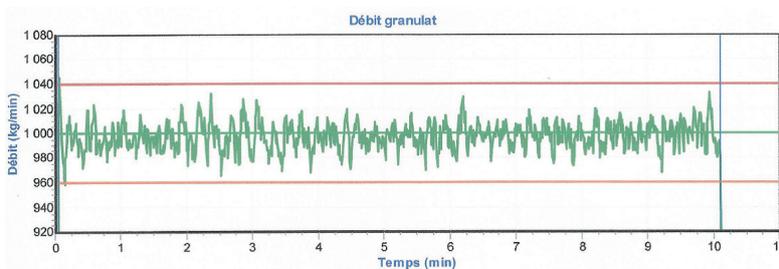


Figure n°3 : Exemple de graphique - Débit nominal à 1000 kg/min et tolérance en chaque point de +/- 4 %



Figure n°4 : Vue de la sauterelle réceptrice des granulats en position à la place du malaxeur

# ANNEXE B: Modes opératoires de l'étalonnage en émulsion

## Matériel nécessaire :

- Machine à étalonner ;
- 1 Réservoir externe de 1000 L, vide pour collecter l'eau durant l'opération de vérification ;
- Se servir directement de la cuve à émulsion de la machine pour la remplir d'eau.
- Chronomètre ;
- Balance – Dispositif de pesée de classe III : Portée de 800 kg minimum et échelon de 0,5 kg (Mode Opérateur 1) ;
- Débitmètre étalon (Mode Opérateur B.2 précis à 0,2 % près en volume).

Le dispositif de pesée et le chronomètre doivent faire l'objet eux-mêmes de vérification métrologique attestant de leur classe de précision. Leurs références doivent être mentionnées sur le constat de vérification de la machine étalonnée.

## Méthodologie :

Etalonner à 3 débits de 90, 120 et 150 L/min.

### 2 modes opératoires possibles :

Par mesure de débit sur pont bascule ou banc d'essai.

#### B.1 : Mode opératoire avec balance ou pont-bascule

1. Positionner le fut vide sur la balance et faire la tare. Si la balance n'en est pas équipée, peser le poids du fut vide.
2. Raccorder la machine à la réserve externe, via le raccord utilisé pour le chargement.
3. Raccorder la canne d'injection d'émulsion de l'entrée du malaxeur au fût.
4. Régler le débit sur la consigne désirée (90 – 120 ou 150 L/min).
5. Lancer la production et déclencher le chronomètre, sur une durée de 4 minutes minimum pour assurer les 4 % de précision requis en tenant compte du temps de montée de pompe.
6. Dans le cas d'une machine automatisée, le temps de réponse (temps nécessaire pour que le débit instantané réel coïncide au débit de consigne) peut être défini. Il convient d'avoir idéalement un temps de réponse inférieur à 10 s.
7. En déduire le débit en divisant la quantité de fluide pesée dans le fut, exprimée en litres, par le temps mesuré, exprimé en minutes.

8. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
9. Dans tous les cas, le débit mesuré en tout point ne doit pas dépasser de la consigne à +/- 4 %. En moyenne, le débit mesuré doit être compris dans la zone de conformité du tableau des tolérances § 5.1.4.
10. Dans le cas d'une machine non automatisée, produire un abaque précisant la position/valeur du bouton de dosage correspondant au débit obtenu.

## B.2 Mode opératoire banc d'essai

1. Raccorder la machine à la cuve du banc d'essais, via le raccord utilisé pour le chargement.
2. Raccorder la canne d'injection d'émulsion de l'entrée du malaxeur au retour de la cuve du banc d'essais.
3. Régler le débit sur la consigne désirée (90 – 120 ou 150 L/min).
4. Lancer la production et déclencher le chronomètre, sur une durée de 10 minutes.
5. Enregistrer la courbe de débit instantanée fournie par le banc d'essais. La fréquence d'échantillonnage est idéalement de 1 point de mesure par seconde.
6. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
7. Dans tous les cas, le débit mesuré en tout point ne doit pas dépasser de la consigne à +/- 4 %. En moyenne, le débit mesuré doit être compris dans la zone verte du tableau des tolérances § 5.1.4.
8. Sont mesurés également le temps pour atteindre 95 % de la consigne, la précision en régime établi (3 s après la montée en début et 3 s après la baisse).

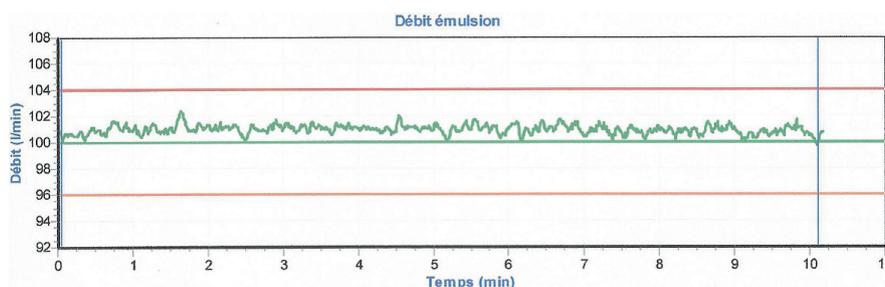


Figure n°5 : Exemple de graphique - Débit nominal en émulsion à 100 L/min et tolérance en chaque point de +/- 4 %

# ANNEXE C: Mode opératoire de l'étalonnage en eau d'apport

## Matériel nécessaire :

- Machine à étalonner ;
- 1 Réservoir externe de 1000 L, vide, pour collecter l'eau durant l'opération de vérification ;
- Se servir directement de la cuve à eau de la machine
- Chronomètre ;
- Balance – Dispositif de pesée de classe III : Portée de 800 kg minimum et échelon de 0,5 kg.

Le dispositif de pesée et le chronomètre doivent faire l'objet eux-mêmes de vérification métrologique attestant de leur classe de précision. Leurs références doivent être mentionnées sur le constat de vérification de la machine étalonnée.

## Méthodologie :

Par pesée d'une quantité écoulee sur une durée mesurée au chronomètre.

3 débits vérifiés (40, 70 et 100 L/min)

1. Positionner le fut vide sur la balance et faire la tare. Si la balance n'en est pas équipée, peser le poids du fut vide.
2. Raccorder la machine à la réserve externe, via le raccord utilisé pour le chargement et remplir le réservoir d'eau de la machine.
3. Raccorder la canne d'injection d'eau de l'entrée du malaxeur au fût.
4. Régler le débit sur la consigne désirée (40 – 70 ou 100 L/min).
5. Lancer la production et déclencher le chronomètre, sur une durée minimum de 4 minutes.
6. Dans le cas d'une machine automatisée, le temps de réponse (temps nécessaire pour que le débit instantané réel coïncide au débit de consigne) peut être défini. Il convient idéalement d'avoir un temps de réponse inférieur à 10 s.
7. En déduire le débit en divisant la quantité de fluide pesée dans le fut, exprimée en litres, par le temps mesuré, exprimé en minutes.
8. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
9. Chaque mesure individuelle de débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 % en poids.
10. La moyenne des 3 mesures effectuées pour chaque débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 %.
11. Dans le cas d'une machine non automatisée, produire un abaque précisant la position/valeur du bouton de dosage correspondant au débit obtenu.

## ANNEXE D: Mode Opérateur de l'étalonnage en dope

### Matériel nécessaire :

- Machine à étalonner ;
- 1 réservoir externe de 1000 L, rempli d'eau ;
- 1 réservoir externe de 200 L, vide ;
- Chronomètre ;
- Balance – Dispositif de pesée de classe III : Portée de 70 kg minimum et échelon de 0,1 kg (dope dilué) ;
- Dispositif de pesée de classe II : Portée de 7 kg minimum et échelon de 1 g (dope dilué).

Le dispositif de pesée et le chronomètre doivent faire l'objet eux-mêmes de vérification métrologique attestant de leur classe de précision. Leurs références doivent être mentionnées sur le constat de vérification de la machine étalonnée.

### Méthodologie :

Par pesée d'une quantité écoulee sur une durée mesurée au chronomètre. 3 débits vérifiés à 8, 10 et 12 L/min.

1. Positionner le fut vide sur la balance et faire la tare. Si la balance n'en est pas équipée, peser le poids du fut vide.
2. Raccorder la machine à la réserve externe, via le raccord utilisé pour le chargement.
3. Raccorder la canne d'injection du dope dans le malaxeur au fût.
4. Régler le débit sur la consigne désirée (8 – 10 ou 12 L/min pour un dope dilué) – (0,8 – 1,0 et 1,2 L/min pour un dope concentré).
5. Lancer la production et déclencher le chronomètre, sur une durée minimale de 5 minutes.
6. Dans le cas d'une machine automatisée, le temps de réponse (temps nécessaire pour que le débit instantané réel coïncide au débit de consigne) peut être défini. Il convient d'avoir idéalement un temps de réponse inférieur à 10 s.
7. En déduire le débit en divisant la quantité de fluide pesée dans le fut, exprimée en litres, par le temps mesuré, exprimé en minutes.
8. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
9. Chaque mesure individuelle de débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 % en poids.
10. La moyenne des 3 mesures effectuées pour chaque débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 %.
11. Dans le cas d'une machine non automatisée, produire un abaque précisant la position/valeur du bouton de dosage correspondant au débit obtenu.

# ANNEXE E: Mode Opérateur de l'étalonnage en pulvérulent

## Matériel nécessaire :

- Machine à étalonner ;
- Pulvérulents (Chaux, ciment, oxyde, ...)
- 1 plateau d'une dimension suffisante pouvant contenir au moins 7 kg de pulvérulent ;
- Chronomètre ;
- Balance – Dispositif de pesée classe II : Portée 10 kg mini et échelon 1 g.

Le dispositif de pesée et le chronomètre doivent faire l'objet eux-mêmes de vérification métrologique attestant de leur classe de précision. Leurs références doivent être mentionnées sur le constat de vérification de la machine étalonnée.

## Méthodologie :

3 débits vérifiés à 4, 8 et 12 kg/min.

1. Positionner le plateau vide sur la balance et peser le poids à vide.
2. Charger la trémie réceptrice de la machine en pulvérulents.
3. Régler le débit sur la consigne désirée (4 – 8 ou 12 kg/min).
4. Lancer la production et déclencher le chronomètre, sur une durée minimale de 30 secondes.
5. Dans le cas d'une machine automatisée, le temps de réponse (temps nécessaire pour que le débit instantané réel coïncide au débit de consigne) peut être défini. Il convient d'avoir idéalement un temps de réponse inférieur à 10 s.
6. En déduire le débit en divisant la quantité de pulvérulent écoulee, exprimée en kilogramme, par le temps mesuré, exprimé en minutes.
7. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
8. Chaque mesure individuelle de débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 % en poids
9. La moyenne des 3 mesures effectuées pour chaque débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 %.
10. Dans le cas d'une machine non automatisée, produire un abaque précisant la position/valeur du bouton de dosage correspondant au débit obtenu.

## ANNEXE F: Mode Opérateur de l'étalonnage en fibres

### Matériel nécessaire :

- Machine à étalonner ;
- Fibres de verre pré coupées ou en bobine ;
- 1 plateau ;
- Chronomètre ;
- Balance – Dispositif de pesée classe II : Portée suffisante – Echelon 0,1 g.

Le dispositif de pesée et le chronomètre doivent pouvoir être raccordés à des étalons nationaux et faire l'objet eux-mêmes de vérification pouvant attester de leur classe de précision. Leurs références doit apparaître sur le constat de vérification de la machine étalonnée.

### Méthodologie :

3 débits vérifiés à 0,5, 2 et 5 kg/min.

1. Positionner le plateau vide sur la balance et peser le poids à vide.
2. Charger la trémie réceptrice de la machine en fibres pré-coupées ou l'armoire de stockage avec une bobine de fibre pour chaque coupeur.
3. Régler le débit sur la consigne désirée (0,02 - 0,05 ou 0,1 kg/min).
4. Lancer la production et déclencher le chronomètre, sur une durée de 1 minute.
5. Dans le cas d'une machine automatisée, le temps de réponse (temps nécessaire pour que le débit instantané réel coïncide au débit de consigne) peut être défini. Il convient d'avoir idéalement un temps de réponse inférieur à 10 s.
6. En déduire le débit en divisant la quantité de fibres écoulée, exprimée en kilogramme, par le temps mesuré, exprimé en minutes.
7. Refaire la même opération 3 fois pour chaque débit à vérifier.
8. Chaque mesure individuelle de débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 % en poids.
9. La moyenne des 3 mesures effectuées pour chaque débit doit respecter la consigne visée à +/- 5 %.
10. Dans le cas d'une machine non automatisée, produire un abaque précisant la position/valeur du bouton de dosage correspondant au débit obtenu.



La présente note d'information a été rédigée par un groupe de travail spécifique, issu de la Commission de Normalisation des Revêtements Superficiels et de la Commission de Normalisation des Matériels.

*Avertissement : La présente note est destinée à une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et de non exhaustivité. Ce document ne peut en aucun cas engager la responsabilité ni des auteurs, ni de l'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité.*



9, rue de Berri - 75008 Paris - Tél : +33 1 44 13 32 99

[www.idrrim.com](http://www.idrrim.com) - [idrrim@idrrim.com](mailto:idrrim@idrrim.com)

 @IDRRIM

Association loi 1901