

CAT® PAVING PRODUCTS

GUIDE DU COMPACTAGE DES ENROBÉS

CATERPILLAR®





CAT® PAVING PRODUCTS

GUIDE DU COMPACTAGE DES ENROBÉS

CATERPILLAR®

Le *Guide du Compactage des Enrobés* est publié par Cat® Paving Products. Tous les efforts ont été faits pour s'assurer de l'exactitude des spécifications et des informations contenues dans le présent guide. Les informations concernant les performances sont données à titre indicatif uniquement. En raison des nombreuses variables spécifiques à chaque chantier de pose de revêtement (y compris la formulation et les caractéristiques du mélange, les spécifications du chantier, les rendements du conducteur de la machine, les conditions du sol, l'altitude, etc.), ni Caterpillar ni ses concessionnaires ne garantissent que les machines et les méthodes décrites dans le présent guide fonctionneront selon les estimations. Les spécifications sont susceptibles d'être modifiées sans préavis. Contrôlez auprès de votre concessionnaire Cat les informations les plus récentes sur les produits et les options disponibles. Les machines représentées peuvent comprendre des équipements en option et/ou ajoutés. Cat, Caterpillar, leurs logos respectifs, le « jaune Caterpillar » et l'habillage commercial POWER EDGE, ainsi que l'identité de l'entreprise et des produits figurant dans le présent document, sont des marques déposées de Caterpillar et ne peuvent pas être utilisées sans autorisation.

Remarque : Consultez toujours le Manuel d'utilisation et d'entretien correspondant pour des informations spécifiques sur le produit.

QFBQ1583

© 2012 Caterpillar Inc. - Tous droits réservés.

ISBN: 978-1-939945-01-3

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1:	LES BASES DU COMPACTAGE	6
Chapitre 2:	FORCES DE COMPACTAGE	12
Chapitre 3:	FACTEURS INFLUANT SUR LE COMPACTAGE	28
Chapitre 4:	MÉTHODES ET SPÉCIFICATIONS	50
Chapitre 5:	PLANS DE COMPACTAGES	78
Chapitre 6:	COMPACTAGE DES JOINTS	96
Chapitre 7:	PROBLÈMES DE COMPACTAGE	116
	GLOSSAIRE	136



INTRODUCTION

Le *Guide du Compactage des Enrobés* de Cat Paving Products est un document de référence pratique et pragmatique, destiné aux conducteurs d'engins, au personnel du contrôle qualité et aux superviseurs. Il détaille les principes de base du compactage d'enrobé et fournit des exemples précis sur la façon d'employer ces principes le plus efficacement possible.

Dans ce manuel, le mot « enrobé » sera utilisé pour décrire ce qui peut être appelé « asphalte » ou « béton bitumineux » dans certaines parties du monde. Les différentes formulations d'enrobé seront présentées dans le chapitre 3, elles seront désignées par la terminologie communément acceptée.

La conception et la fabrication d'enrobé varient fortement dans le monde. Les sources de granulats sont différentes. De même, les ciments bitumineux qui entrent dans la fabrication de l'enrobé présentent une importante variété chimique. Enfin, les types d'équipement de pose utilisés pour étaler l'enrobé diffèrent selon les pays. Par conséquent, avec toutes ces variations, il est impossible de développer des techniques de compactage d'enrobé détaillées et précises, qui pourraient être utilisées dans toutes les situations.

Cependant, les principes du compactage d'enrobé restent les mêmes pour toutes les applications. Les conducteurs d'engins et le personnel du contrôle qualité doivent avoir une bonne compréhension de ces principes. Ils doivent savoir comment traiter les nombreuses variables en jeu.





Chapitre 1

LES BASES DU COMPACTAGE

Votre équipe peut développer des compétences analytiques qui garantiront la réussite du compactage d'enrobé. Cela commence par la mise en place de bonnes pratiques fondamentales et par une planification appropriée.



[QU'EST-CE QUE LE COMPACTAGE?]

Le compactage d'enrobé est un processus mécanique. Différentes forces sont utilisées pour rendre la couche d'enrobé plus dense, après que le finisseur l'a mis en oeuvre. Le but du compactage est de réduire la quantité de vides d'air présents dans la couche d'enrobé et de resserrer le granulat dans la couche d'enrobé. La solidité de la couche d'enrobé s'obtient en éliminant le maximum de vides et en favorisant le contact inter-granulats.

En général, le compactage commence à la plus haute température possible. Une fois que la couche d'enrobé a refroidi à une certaine température, il est difficile voire impossible d'obtenir plus de densité. Par conséquent, un laps de temps très court est disponible pour créer la densité requise. La planification et la préparation sont extrêmement importantes pour le compactage d'enrobé, afin de terminer le travail dans les temps.

Par exemple, la densité d'une couche d'enrobé, après un passage sous une table de pose vibrante, peut atteindre 85 % de la densité théorique maximale. Sur un autre chantier qui utilise une formulation différente et le même équipement de pose, la densité de la couche d'enrobé peut n'être que de 78 % de la densité théorique maximale. Ou bien, en utilisant un équipement de pose doté de tables vibrantes et dameuses qui délivrent plus

d'énergie à la couche d'enrobé, la densité peut s'élever à 92% de la densité théorique maximale.

Il est évident que le processus de compactage sera différent sur chacun de ces chantiers, pour une même densité finale requise. Les conducteurs d'engins, le personnel du contrôle qualité et les chefs de chantier doivent planifier chaque chantier différemment. Il est vraisemblable que le type et le nombre de compacteurs seront différents. Et les plans de compactage seront également différents.

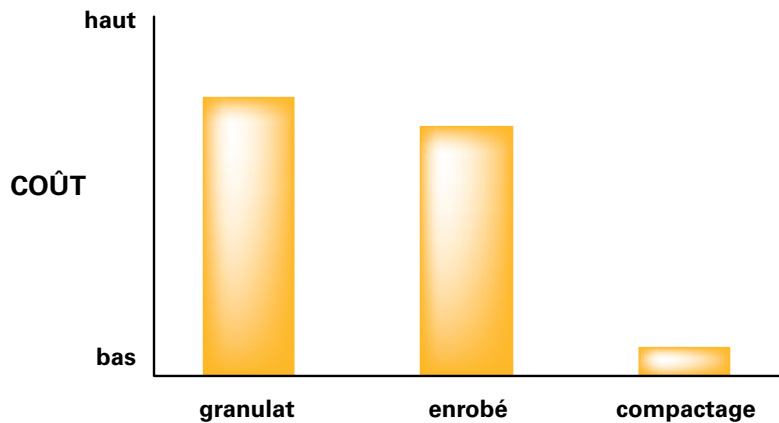
Dans certains pays, l'administration des travaux publics a créé des spécifications méthodologiques relatives au processus de compactage. Dans ces situations, l'équipe de compactage se doit de respecter la procédure indiquée.

En d'autres lieux, cependant, l'administration des travaux publics fournit une spécification de résultat final. Dans ces situations, l'équipe de compactage est libre de développer sa propre méthode de compactage. La plus grande partie de ce manuel considère que l'équipe travaille en fonction d'une spécification de résultat final. Un exemple de spécification méthodologique sera présenté au chapitre 4.



Le compactage des enrobés commence avec la table de pose du finisseur et se termine avec les compacteurs, qui entrent en action immédiatement derrière le finisseur.

COMPARAISON RELATIVE ENTRE LES COMPOSANTS D'UNE COUCHE D'ENROBÉ



Le processus de compactage coûte très peu par rapport au coût des granulats et du ciment bitumineux.

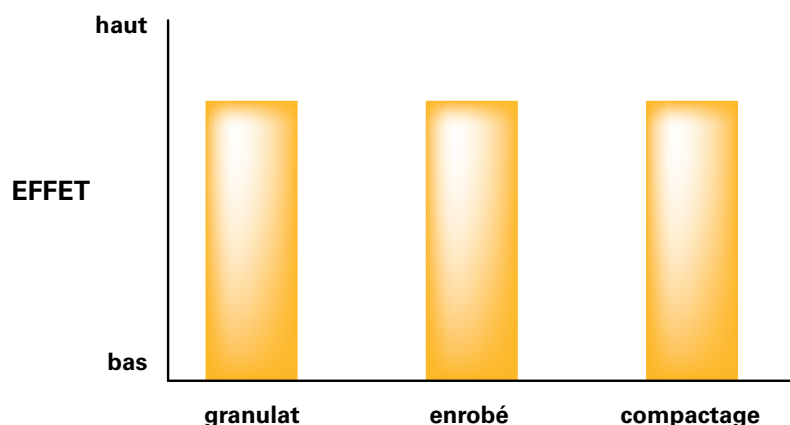
[LA VALEUR DU COMPACTAGE]

Il y a plusieurs années, le compactage d'enrobé était considéré comme un mal nécessaire et le processus n'ajoutait pas réellement de valeur à la structure du revêtement. Dans bien des cas, les opérateurs de compacteur étaient considérés en bas de l'échelle professionnelle et étaient très peu formés.

Récemment, le coût des granulats de qualité a augmenté tandis que sa disponibilité a diminué. Le prix du ciment bitumineux s'est lui envolé. Par conséquent, le rapport entre le coût des matériaux et le processus de compactage met encore plus l'accent sur la production du matériau et la pose. Le compactage coûte en effet très peu par tonne d'enrobé bitumineux.

Cependant, sans la densité spécifiée, l'enrobé bitumineux produit et posé est pratiquement sans valeur. Le processus de compactage doit être considéré comme aussi important que la production et la pose du matériau. Les opérateurs de compacteur ont besoin de formation pour développer les compétences nécessaires. Le personnel du contrôle qualité doit être capable de planifier le processus de compactage et de résoudre les problèmes en cas de densité inadéquate ou de rugosité de la couche de surface due au processus de compactage.

COMPARAISON DU COÛT RELATIF ENTRE LA CONTRIBUTION DE CHAQUE COMPOSANT À L'ALLONGEMENT DE LA LONGÉVITÉ D'UN ENROBÉ



Le compactage a la même valeur que le matériau produit.

[LE COMPACTAGE CONTRIBUE À LA DURABILITÉ]

Les couches d'enrobé correctement compactées participent à la durabilité de différentes manières.

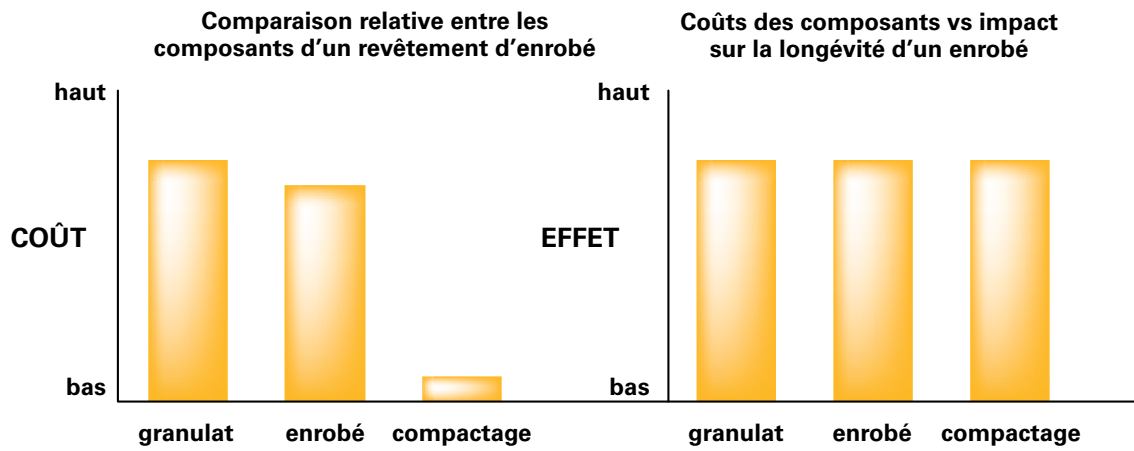
D'abord, une couche d'enrobé est conçue pour supporter un volume et une charge de trafic sur une période donnée. L'ingénieur concepteur calcule le type de matériau, la profondeur des couches et la densité précise de chaque couche, afin d'obtenir la solidité globale nécessaire. Lorsque les couches d'enrobé possèdent une densité élevée homogène, la structure a généralement la durée de vie prévue ou même une durée de vie supérieure.

Si l'entretien du revêtement est reporté en raison de son bon état, nous économisons de l'énergie (moins d'émissions) et il y aura moins d'interruptions de la circulation (gêne et augmentation des émissions) sur toute la durée

de vie de la structure. Il est même possible qu'une procédure d'entretien soit supprimée pendant la durée de vie de la structure.

Ensuite, des opérateurs de compacteur expérimentés savent comment créer de la densité dans la couche d'enrobé, avec un impact minimal sur la régularité de la couche de surface. Enfin, une densité élevée contribue à réduire les défauts de surface comme les ornières ou les fissures. Une surface régulière réduit la résistance au roulement et réduit l'énergie nécessaire à l'avance d'un véhicule donné à une vitesse donnée sur cette surface. Même si la consommation de carburant n'est améliorée que de 1% grâce à l'uni du revêtement, l'impact global est énorme.

COÛTS DES COMPOSANTS ET IMPACT SUR LA LONGÉVITÉ D'UN ENROBÉ



Une comparaison précise entre les coûts et l'impact sur la longévité de l'enrobé.

Résumé: Avec autant de facteurs influençant la création de la densité spécifiée des couches d'enrobé, il est important que les opérateurs soient formés, que le personnel du contrôle qualité soit en mesure de résoudre les problèmes et d'utiliser des équipements technologiquement avancés.

Les problèmes de compactage peuvent en règle générale être résolus si l'équipe planifie correctement son travail et applique les bonnes pratiques fondamentales. Le but de ce manuel est d'aider toutes les personnes impliquées dans le processus de compactage à développer ces compétences analytiques et une bonne connaissance pratique des bonnes pratiques.

Le chapitre 2 débute par une explication des forces qui affectent le compactage d'enrobé.



Chapitre 2

FORCES DE COMPACTAGE

Les équipes expérimentées comprennent la relation qu'il existe entre les forces de compactage – et la manière dont un revêtement supporte ces forces.



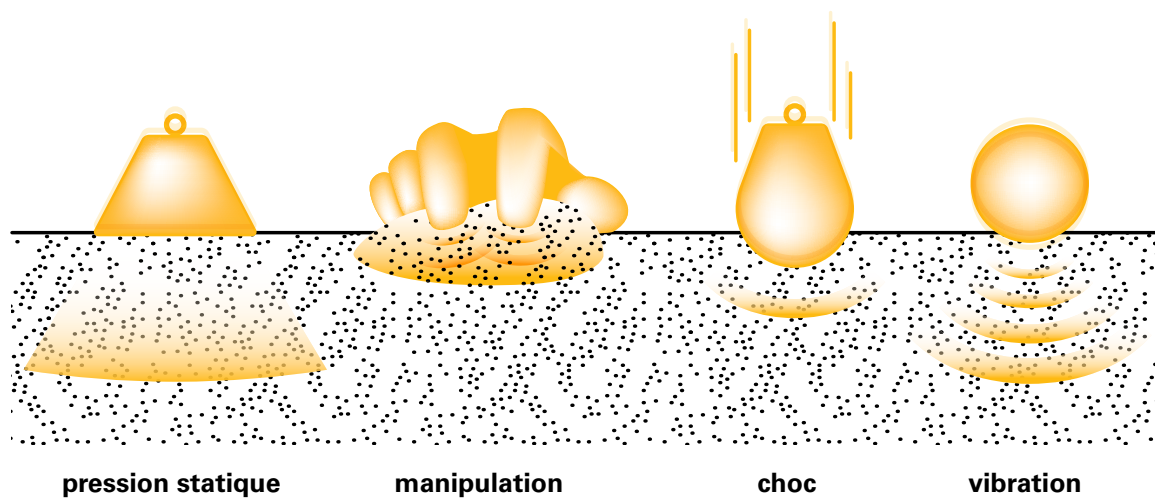
FORCES

Quatre forces sont utilisées pour expulser les vides d'air et créer de la densité dans les couches d'enrobés : charge statique, manipulation, choc et vibration. Les conducteurs d'engins et le personnel du contrôle qualité doivent savoir comment utiliser ces quatre forces afin de créer la densité requise d'une façon productive, tout en maintenant l'homogénéité de la couche d'enrobé.

La charge statique et la manipulation impliquent généralement des forces plus faibles et elles

sont les plus faciles à comprendre. La charge statique est créée par un compacteur tandem vibrant, fonctionnant en mode statique, ou par un compacteur à pneus.

Le choc et la vibration sont des forces dynamiques, qui génèrent généralement des forces de compactage plus importantes. Les compacteurs tandem vibrants, qui développent des forces de choc et de vibration, sont généralement les outils les plus sollicités.



[PRESSION STATIQUE D'UN COMPACTEUR TANDEM]

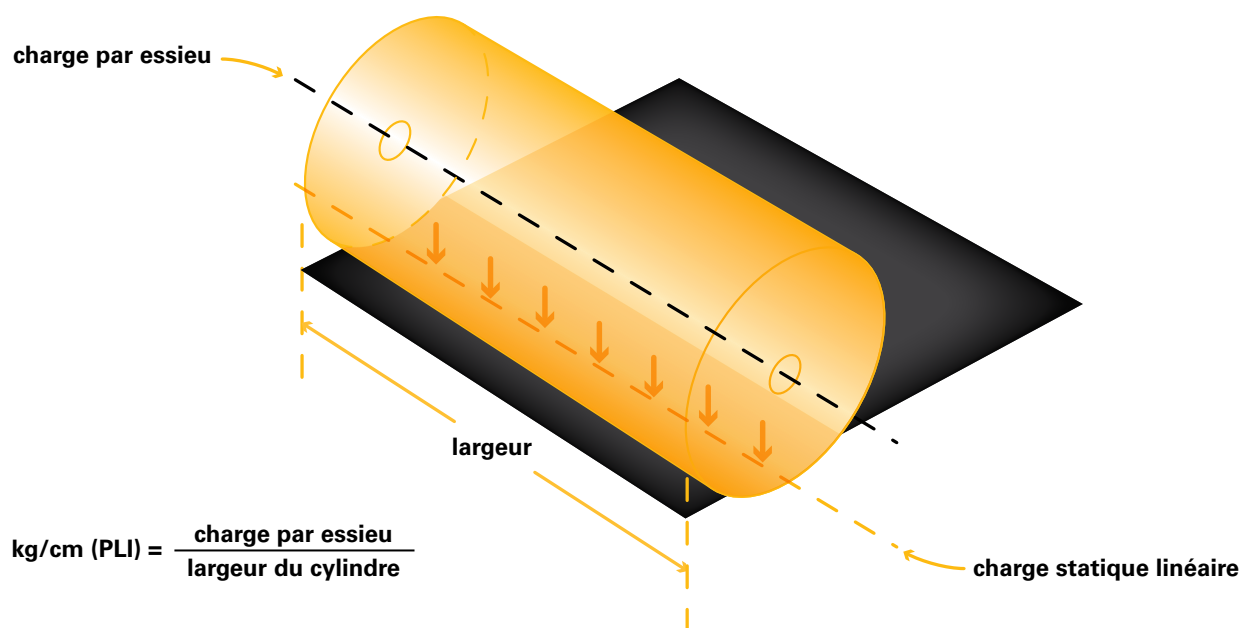
Les compacteurs tandem, fonctionnant en mode non vibrant, appliquent une pression statique sur le revêtement d'enrobé. La quantité de pression statique dépend du poids du cylindre et de la surface du cylindre en contact avec le revêtement. Un cylindre plus lourd produit une pression statique plus élevée. De même, une surface de contact plus petite rend une pression plus importante. La pression statique s'exprime en bars, ou en livres par pouce carré (psi).

La méthode la plus simple pour déterminer la force statique consiste à diviser le poids du cylindre par

sa largeur. Ce résultat est exprimé en kilogrammes par centimètre, ou en livres par pouce. Il est important de rappeler que l'engin le plus lourd ne produit pas toujours la charge statique la plus importante.

Le tableau ci-dessus présente trois compacteurs tandem Cat®. L'engin le plus lourd est le CB64, doté de cylindres d'une largeur de 213 cm (84"). L'engin suivant, le CB54XW, pèse moins et dispose de cylindres d'une largeur de 200 cm (79"). L'engin le plus léger est le CB54 avec des cylindres d'une largeur de 170 cm (67").

	CB64	CB54XW	CB54
Poids au niveau du cylindre	6490 kg	5949 kg	5402 kg
Largeur du cylindre	213 cm	200 cm	170 cm
Charge statique linéaire	31 kg/cm	30 kg/cm	32 kg/cm



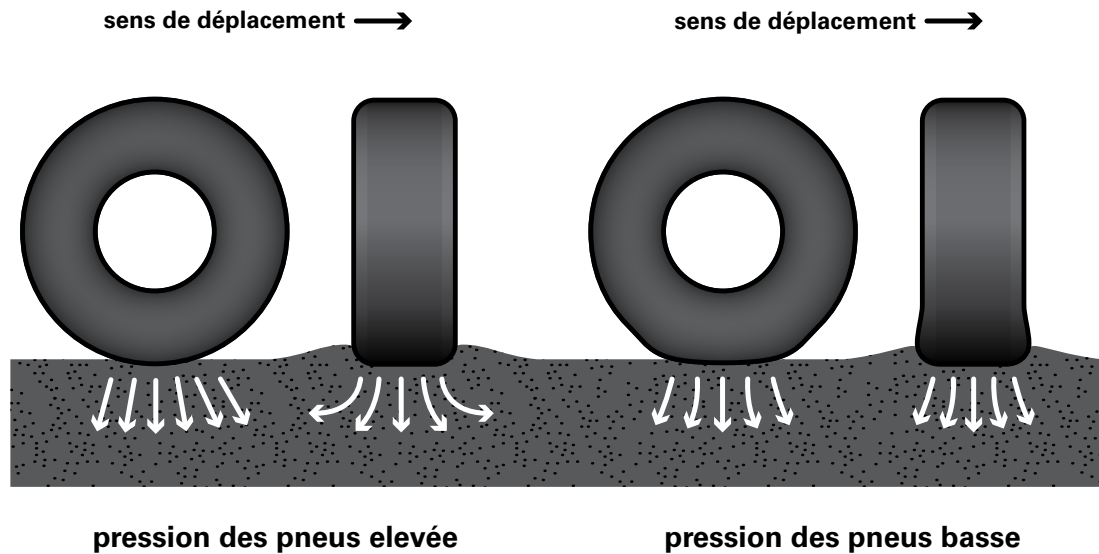
Il est intéressant de noter que l'engin le plus léger, le CB54, produit la pression statique linéaire la plus élevée. C'est souvent le cas lorsque les cylindres sont plus étroits.

Par conséquent, si vous avez besoin d'un compacteur délivrant une force statique relativement élevée sur un chantier donné, vous choisirez probablement le modèle équipé du cylindre le plus étroit, parmi les engins disponibles correspondant à vos exigences de production.

Pour résumer, classez tous vos compacteurs tandem vibrants en fonction de leur force statique linéaire. Ce classement vous aidera à sélectionner l'engin approprié pour les applications statiques.

Astuce: La phase finale du compactage s'effectue généralement avec un compacteur à cylindre d'acier en mode statique. Un compacteur avec des cylindres relativement étroits et présentant une charge linéaire plus élevée éliminera mieux les marques d'arrêt du cylindre qu'un compacteur équipé de cylindres plus larges avec une charge linéaire inférieure. Le compacteur avec les cylindres les plus étroits et la charge linéaire la plus élevée pourrait même renforcer encore la densité pendant la phase finale.

EFFET D'UNE PRESSION VARIABLE DES PNEUS SUR LA FORCE DE COMPACTAGE



[PRESSION STATIQUE D'UN COMPACTEUR À PNEUS]

L'autre type de compacteur exerçant une force statique est le compacteur à pneumatiques ou à pneus. La pression au sol dépend du poids de chaque pneu et de la surface du pneu en contact avec le revêtement.

Vous pouvez modifier le poids au niveau de chaque pneu en modifiant la quantité de lest dans le compacteur. En ajoutant du poids, vous augmenterez la charge par pneu, et la force statique pénétrera davantage dans le revêtement.

La plupart des compacteurs à pneus disposent de réservoirs de lest, remplis d'eau, de sable humide ou d'autres matériaux. Certains compacteurs à pneus sont livrés en option avec des poids en acier amovibles. Une fois que le compacteur à pneus est arrivé sur le chantier, son poids ballasté change rarement. Sur le chantier, la façon la plus simple de modifier la quantité de force statique consiste à ajuster la pression des pneus.

CW34 LESTÉ À 2 000 KG ET 3 000 KG

Pression des pneus	Pression de contact au sol	
	@ 2000 kg	@3000 kg
300 kpa (44 psi)	260 kpa (38 psi)	397 kpa (58 psi)
500 kpa (73 psi)	357 kpa (52 psi)	386 kpa (56 psi)
700 kpa (102 psi)	498 kpa (72 psi)	457 kpa (66 psi)
900 kpa (131 psi)	764 kpa (111 psi)	573 kpa (83 psi)



L'option air-on-the-run facilite l'ajustement de la pression de gonflage des pneus.

Lorsque la pression des pneus diminue, les pneus s'écrasent davantage et la surface de contact s'élargit. Par conséquent, la pression statique exercée sur le revêtement est allégée.

Lorsque la pression des pneus augmente, les pneus rétrécissent en hauteur et la surface de contact avec le revêtement est réduite. Une surface de contact plus petite induit une force statique plus élevée appliquée au revêtement. Le tableau ci-contre illustre la façon dont les modifications de pression des pneus affectent la pression (statique) de contact au sol.

Il y a deux choses importantes à savoir lorsque vous augmentez la pression des pneus. Tout d'abord, la force statique la plus élevée laissera des marques plus profondes à la surface du revêtement. Ces marques profondes pourraient être difficiles à éliminer pendant la phase finale du compactage. Ensuite, ne dépassez jamais la pression maximale recommandée de gonflage des pneus recommandée par le fabricant. Un surgonflage peut entraîner une défaillance prématurée des pneus.

Astuce: lors du contrôle et de l'ajustement de la pression des pneus, veillez à gonfler chaque pneu à la même pression. Si la pression des pneus varie, la densité du revêtement variera également. En outre, vous remarquerez que l'enrobé chaud colle plus facilement aux pneus sous-gonflés. L'inspection et l'entretien des pneus sont cruciaux pour les compacteurs à pneus.

Astuce: La force statique exercée par un compacteur à cylindre d'acier ou un compacteur à pneus est affectée par la vitesse de travail de l'engin. Plus la vitesse de travail est rapide, plus la densité est faible. Par conséquent, si vous souhaitez obtenir une densité plus importante derrière un compacteur statique, votre première mesure doit être de ralentir la vitesse de travail. Vous pouvez également ajouter plus de passes, mais une vitesse de travail plus lente doit être la première variable à prendre en compte.

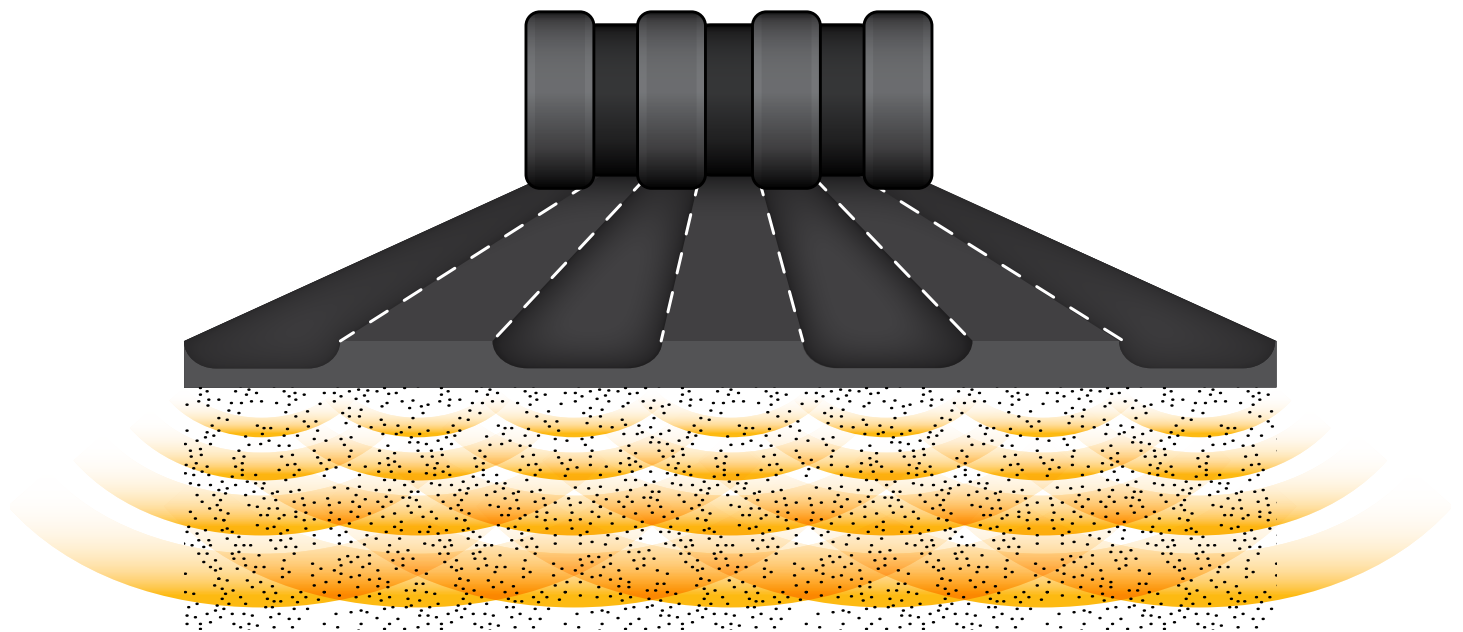
[MANIPULATION]

La manipulation, qui est également une force statique, se produit lorsque les forces exercées sur le revêtement ne sont pas entièrement verticales. Au contraire, les lignes de force sont transmises dans plusieurs directions. L'avantage de la manipulation est que cette force modifie la texture de la surface en la resserrant. La manipulation est associée aux compacteurs à pneus et aux compacteurs oscillants.

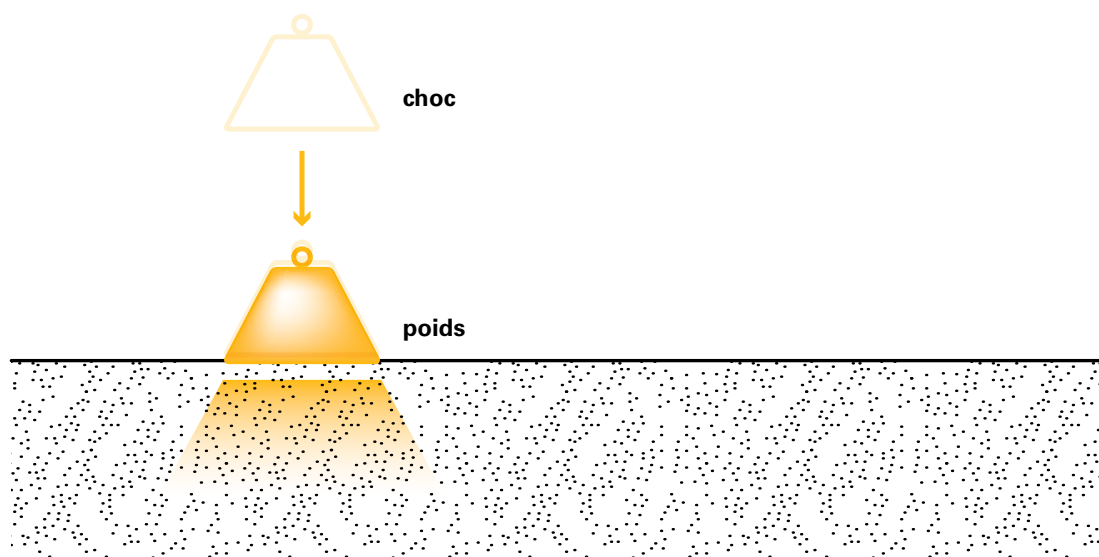
Les pneus décalés, se chevauchant sur les essieux des compacteurs à pneus, manipulent localement le revêtement sous les pneus et entre ces derniers. Les lignes de force ne sont plus seulement verticales, mais se déplacent également

latéralement. Les forces verticales enfoncent les gros éléments du granulat pour augmenter la densité, tandis que les forces latérales créent une finition de surface plus serrée, qui contribue à empêcher l'humidité de pénétrer.

Certains compacteurs disposent de cylindres oscillants. Les cylindres oscillants créent des lignes de force tangentielles par des allées et venues, qui agissent essentiellement sur la surface du revêtement. La force d'oscillation possède les mêmes avantages que la manipulation. Elle resserre et étanchéifie la surface du revêtement.



Les pneus se chevauchant développent des zones de chevauchement de la pression de contact, créant ainsi des forces de manipulation.



[CHOC]

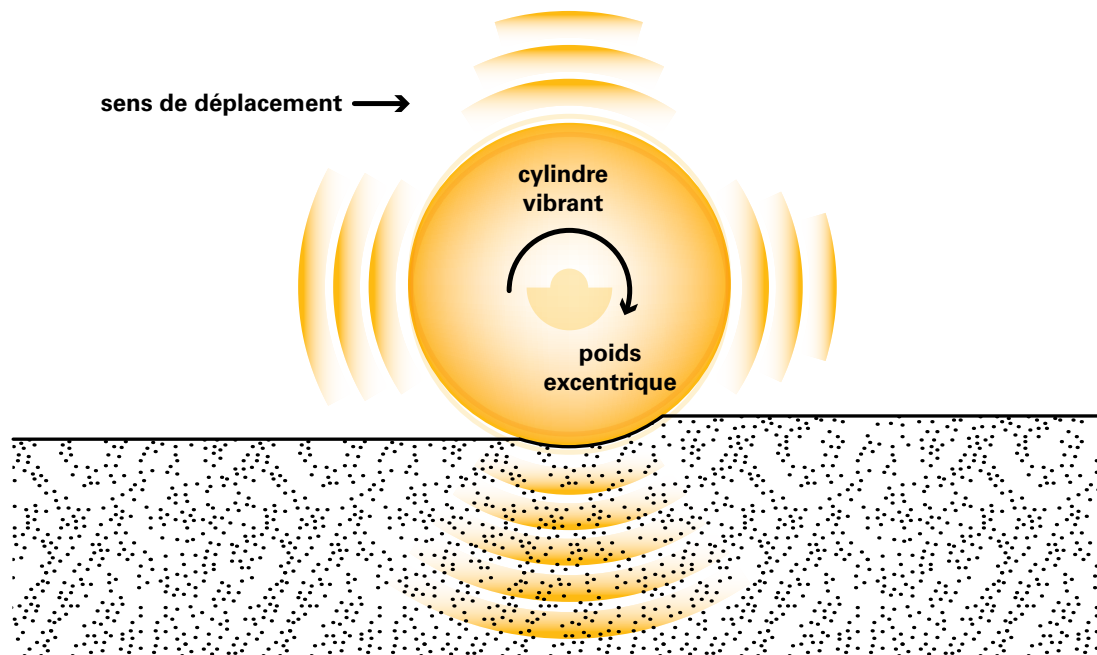
La force de compactage suivante, la force de choc, est une force dynamique qui agit davantage sur le revêtement qu'une charge statique équivalente. Vous savez déjà que le poids du cylindre divisé par sa largeur produit une charge linéaire statique. Avec les compacteurs tandem vibrants, le cylindre s'enfonce dans le revêtement.

La force statique du cylindre est augmentée par le mouvement ou choc du cylindre. Le choc génère plus d'énergie. L'énergie de choc est plus forte à la surface du revêtement et diminue au fur et à mesure qu'elle pénètre dans le revêtement. Les forces de choc densifient le revêtement plus rapidement que les forces statiques. Le principal avantage des compacteurs tandem vibrants réside

dans l'augmentation de la productivité.

L'utilisation de la force de choc présente cependant le risque d'un excès d'énergie pourrait endommager le granulat du revêtement. Il est possible de surcompacter le revêtement en utilisant une force de choc excessive ; la densité du revêtement peut en effet diminuer si une force trop importante lui est appliquée. Pour un compactage efficace, il est nécessaire de trouver le bon équilibre entre les forces de choc et les autres caractéristiques de l'engin telles que le poids, la vitesse de travail et la fréquence de vibration.

VIBRATION



[VIBRATION]

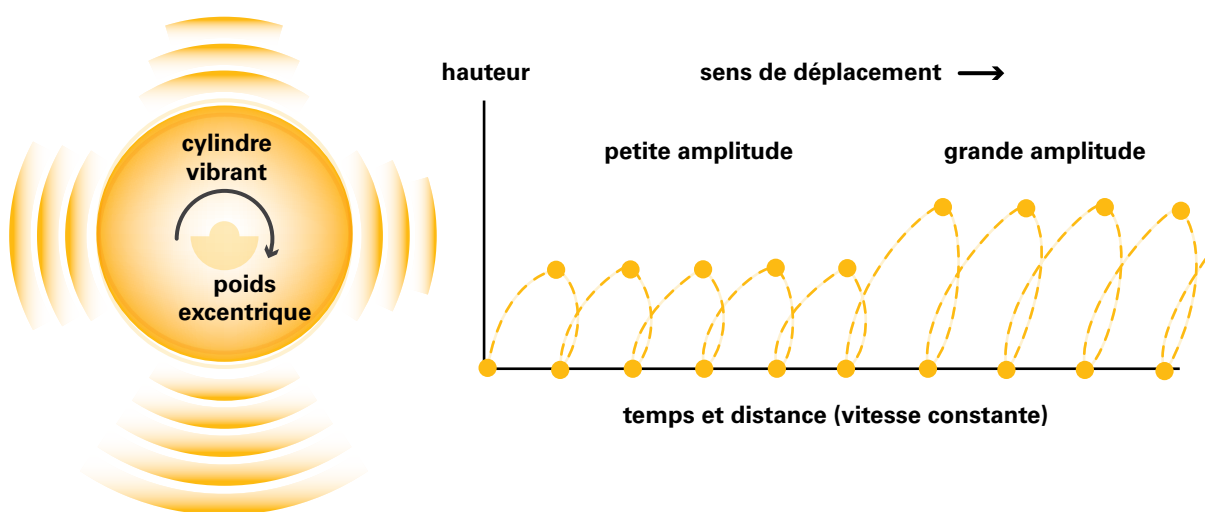
La force de vibration est la plus complexe des quatre forces de compactage. Les forces de vibration augmentent l'énergie développée par le poids et l'impact.

Un arbre vibrant est situé à l'intérieur du cylindre d'acier. Un poids excentrique est placé au centre de l'arbre vibrant. Lorsque le système vibrant est activé, l'arbre vibrant commence à tourner rapidement. La rotation de l'arbre balourdé entraîne

la vibration du cylindre, dans toutes les directions. Les vibrations provoquent la propagation d'une série d'ondes de pression dans le revêtement. Ces ondes de pression de vibration font bouger le granulat dans le revêtement. Les mouvements du granulat aident à réorienter les éléments les plus gros du granulat, ce qui permet à la force de choc de réduire plus facilement les vides d'air entre les éléments du granulat et de les bloquer ainsi en position de contact.

Astuce: En général, sélectionnez l'amplitude la plus grande supportée par le revêtement sans provoquer d'à-coups du cylindre ou créer des marques d'impact. Rappelez-vous que la sélection de l'amplitude influence fortement sur la création de la densité et, par conséquent, sur la productivité du compacteur.

AMPLITUDE



[CHOC ÉGALE AMPLITUDE]

Avec un compacteur tandem vibrant, vous savez désormais que les cylindres montent et descendent très rapidement pour créer impact et vibration. L'amplitude est le terme utilisé pour définir la force d'impact induite par le cylindre s'enfonçant dans le revêtement.

L'amplitude est la distance parcourue par le cylindre dans le revêtement. L'amplitude est le facteur le plus significatif lorsque l'on parle d'efficacité du compactage.

La plupart des compacteurs vibrants offrent une variété de réglages d'amplitude. Lorsque l'opérateur modifie l'amplitude, la configuration du poids

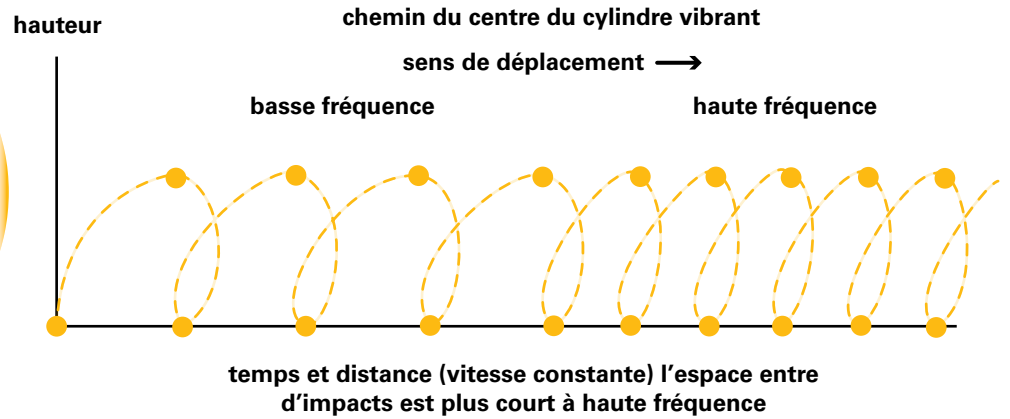
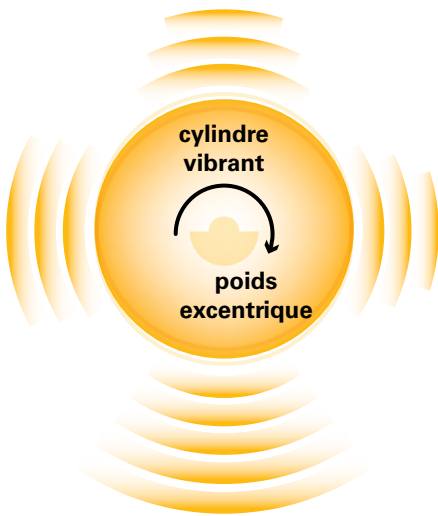
excentrique dans le cylindre est modifiée. Lorsque le poids est le plus excentré, l'amplitude est la plus grande et la force d'impact est augmentée. Lorsque le poids excentrique est plus équilibré, l'amplitude est réduite et la force d'impact est plus faible.

Toutes les personnes impliquées dans le processus de compactage doivent connaître les capacités d'amplitude de chaque compacteur sur le chantier. Elles doivent être capables d'élaborer une liste de vérification qui les aidera à sélectionner l'amplitude correcte, le cas échéant.

En général, il existe trois plages d'amplitude : petite, moyenne et grande.

Plage de petite amplitude supérieure a	0.2 mm to 0.5 mm (0.01" - 0.02")
Plage de moyenne amplitude	0.5 mm to 0.8 mm (0.02" - 0.03")
Plage de grande amplitude	Above 0.8 mm (0.03")

FRÉQUENCE



[VIBRATION ÉGALE FRÉQUENCE]

La force de vibration est appelée fréquence. La fréquence se définit comme le nombre de fois que le cylindre heurte le revêtement et elle s'exprime en Hertz, ou en vibrations par minute.

Le premier effet de la fréquence de vibration réside dans son rapport avec la vitesse de travail du compacteur. Puisque le cylindre s'enfonce dans le revêtement, vous devez vous assurer que ces impacts sont correctement espacés. Si l'intervalle entre les impacts est trop long, vous pouvez voir

les marques d'impact à la surface du revêtement. Si l'intervalle entre les impacts est trop court, vous pouvez voir des nervures à la surface du revêtement. L'intervalle correct entre les impacts est de l'ordre de 26 à 46 chocs par mètre (8 à 14 impacts par pied).

De nombreux compacteurs modernes disposent de deux fréquences de vibration et, parfois, ces fréquences sont variables. Les fréquences sont classées en basse, moyenne ou haute.

Basse fréquence	40 à 47 Hz (2,400 à 2,800 vibrations par minute)
Moyenne fréquence	47 à 57 Hz (2,800 à 3,400 vibrations par minute)
Haute fréquence	Supérieure à 57 Hz (supérieure à 3,400 vibrations par minute)

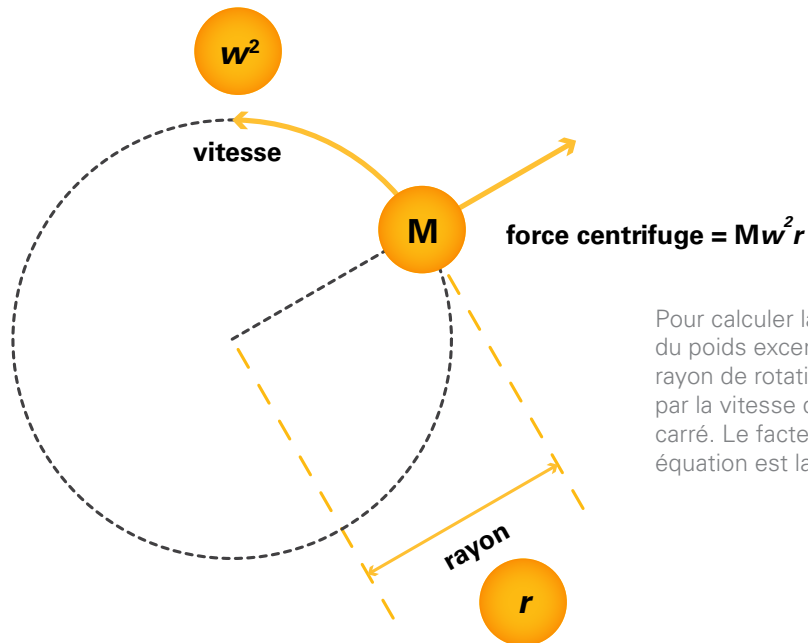
[RELATION ENTRE AMPLITUDE ET FRÉQUENCE]

Ensuite, vous devez connaître la relation qu'il existe entre l'amplitude et la fréquence. Une grande amplitude se crée lorsque le poids excentrique est dans sa position la plus excentrée. Lorsque le poids est dans la configuration la plus excentrée ou déséquilibrée, l'arbre balourdé doit tourner lentement pour éviter une chaleur et une usure excessives du palier de l'arbre balourdé. Par conséquent, une grande amplitude ne peut être associée qu'à une basse fréquence de vibration.

Une petite amplitude se crée lorsque le poids excentrique est dans une configuration plus équilibrée. Lorsque l'arbre balourdé est plus équilibré, il peut tourner plus rapidement sans endommager les composants du cylindre vibrant.

Par conséquent, une petite amplitude peut être associée à une haute ou une basse fréquence de vibration.

Sur le chantier, l'équipe de compactage doit déterminer quelles sont les conditions de vibration correctes pour obtenir la densité souhaitée de la manière la plus efficace et rentable. Si une force ou une énergie importante est nécessaire pour atteindre la densité de revêtement spécifiée, l'équipe sélectionnera alors une amplitude moyenne ou grande. Lorsque de grandes amplitudes sont sélectionnées, une basse fréquence doit toujours être utilisée.



Pour calculer la force centrifuge, la masse du poids excentrique est multipliée par le rayon de rotation du poids excentrique et par la vitesse de rotation (fréquence) au carré. Le facteur le plus significatif de cette équation est la fréquence.

[QU'EST-CE QUE LA FORCE CENTRIFUGE?]

La force centrifuge est une formule de calcul permettant aux concepteurs du compacteur de définir l'équilibre correct entre le poids du cylindre, la masse du poids excentrique et la vitesse de rotation du poids excentrique. La force centrifuge n'a aucune signification pratique pour le conducteur d'engin ou le personnel du contrôle qualité.

Les idées sur la signification de la force centrifuge telle qu'elle est indiquée dans les caractéristiques techniques d'un compacteur sont souvent peu claires. De nombreuses personnes pensent que plus la force centrifuge est importante, plus l'énergie de compactage est puissante. C'est une conclusion incorrecte. Un examen de la formule

de calcul de la force centrifuge aide à mieux comprendre la situation.

Pour calculer la force centrifuge, la masse du poids excentrique est multipliée par le rayon de rotation du poids excentrique et par la vitesse de rotation (fréquence) au carré. Le facteur le plus significatif de cette équation est la fréquence. Si la fréquence augmente, la force centrifuge augmente significativement. Nous pouvons illustrer ce principe en examinant les caractéristiques du système de vibration d'un rouleau tandem vibrant, équipé d'une double fréquence et de quatre amplitudes.

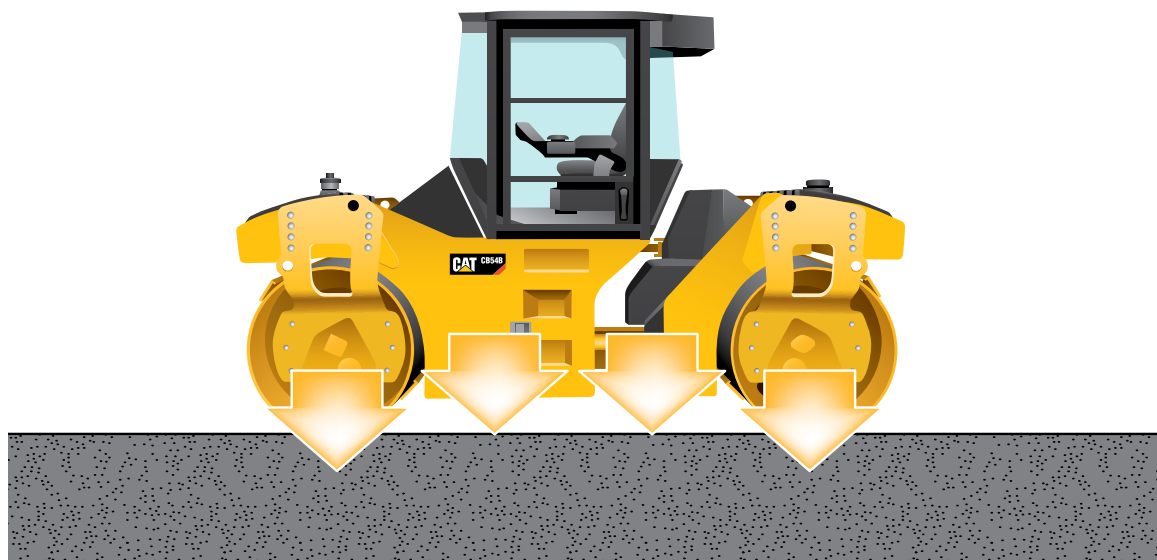
SYSTÈME VIBRATOIRE

Fréquence	Amplitude	Force centrifuge
42 Hz (2520 vpm)	Haute: 0.86 mm (0.034")	89 kN (19,980 lb)
42 Hz (2520 vpm)	Basse: 0.73 mm (0.029")	75 kN (16,965 lb)
63 Hz (3800 vpm)	Haute: 0.44 mm (0.017")	103 kN (23,243 lb)
63 Hz (3800 vpm)	Basse: 0.33 mm (0.013")	78 kN (17,438 lb)

Sur cet engin, les valeurs de force centrifuge les plus fortes sont obtenues lorsqu'une haute fréquence est sélectionnée. Avec une haute fréquence, l'amplitude ou la force d'impact est relativement faible.

Les valeurs de force centrifuge les plus faibles sont obtenues lorsqu'une basse fréquence est sélectionnée. Comme indiqué précédemment, les amplitudes sont toujours plus grandes lorsqu'une basse fréquence est sélectionnée. Par

conséquent, comme indiqué dans le tableau, une force centrifuge plus grande ne correspond pas nécessairement à une énergie de compactage plus puissante. Une force centrifuge plus élevée signifie souvent une énergie de compactage plus faible. Il est conseillé aux conducteurs d'engins et au personnel du contrôle qualité d'ignorer la force centrifuge lors de l'examen des caractéristiques du système de vibration.



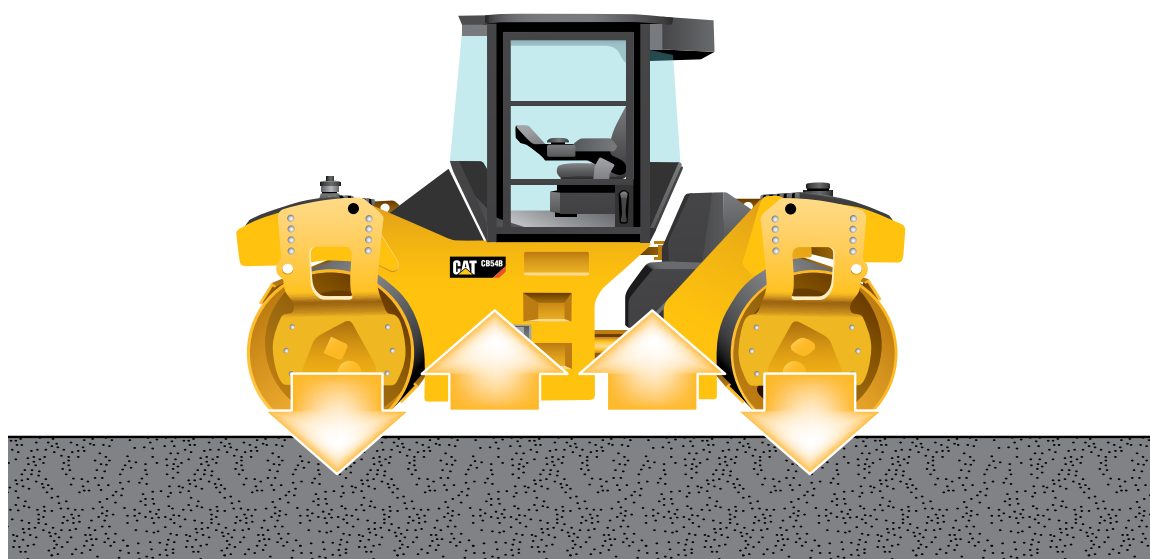
La force de compactage transférée est optimisée pour une productivité la plus élevée possible.

[VIBRATION ÉQUILIBRÉE DU COMPACTEUR]

Lorsque tout est en équilibre — amplitude, fréquence, vitesse de l'engin et poids du cylindre — le revêtement supporte les forces d'impact et de vibration. Toutes les caractéristiques de vibration travaillent ensemble, proches de ce qui s'appelle la résonance du système, et l'engin fonctionne sans à-coups. Dans ces conditions, la majeure partie de la force de vibration est transmise au revêtement. La force de compactage transférée est optimisée pour une productivité la plus élevée possible.

En utilisant le même engin sur le même revêtement, vous pouvez sélectionner la même amplitude mais en augmentant la fréquence. La

force centrifuge s'accroît avec l'augmentation de la fréquence. L'engin peut alors ne plus bénéficier d'une résonance du système correcte. Dans ces conditions, une partie de l'énergie de compactage n'est plus supportée par le revêtement et elle est renvoyée à l'engin. Les cylindres commencent à perdre le contact avec le revêtement. Et lorsque les cylindres rebondissent, le conducteur perd le contrôle de son engin. Des vibrations déséquilibrées produisent un compactage moins efficace, peuvent endommager le revêtement et sont inconfortables pour l'opérateur.



Des vibrations déséquilibrées produisent un compactage moins efficace.

Astuce: *Si les cylindres rebondissent, essayez l'une des méthodes suivantes pour retrouver un fonctionnement sans à-coups:*

- *Vérifiez la vitesse pour vous assurer que vous travaillez bien dans la plage des 26 à 46 impacts par mètre (8 à 14 impacts).*
- *Passez à une amplitude plus faible.*
- *Si l'engin le permet, sélectionnez une fréquence plus élevée.*
- *Travaillez avec un cylindre vibrant et un cylindre statique*
- *Travaillez en mode statique.*

Résumé: *Les forces de compactage et les autres caractéristiques de l'engin sont liées. Il est important que l'équipe comprenne la relation existante entre les forces de compactage et la manière dont un revêtement supporte ces forces. Lorsque les forces de compactage et les autres caractéristiques de l'engin sont correctement alignées, il en résulte un compactage efficace.*



Chapitre 3

FACTEURS INFLUANT SUR LE COMPACTAGE

Le compactage n'est pas simplement le résultat de l'expérience – et va au-delà de ce qui s'est passé sur votre dernier chantier. Votre processus de compactage sera bien plus efficace lorsque vous aurez appris quelles sont les informations à rassembler et comment les interpréter.



FACTEURS

Dans le deuxième chapitre, vous avez pris connaissance des forces de compactage et des autres facteurs qui affectent le compactage d'enrobé.

Ces facteurs, tels que la fréquence, l'amplitude, la vitesse de travail et la largeur de cylindre, peuvent être contrôlés par l'équipe de compactage.

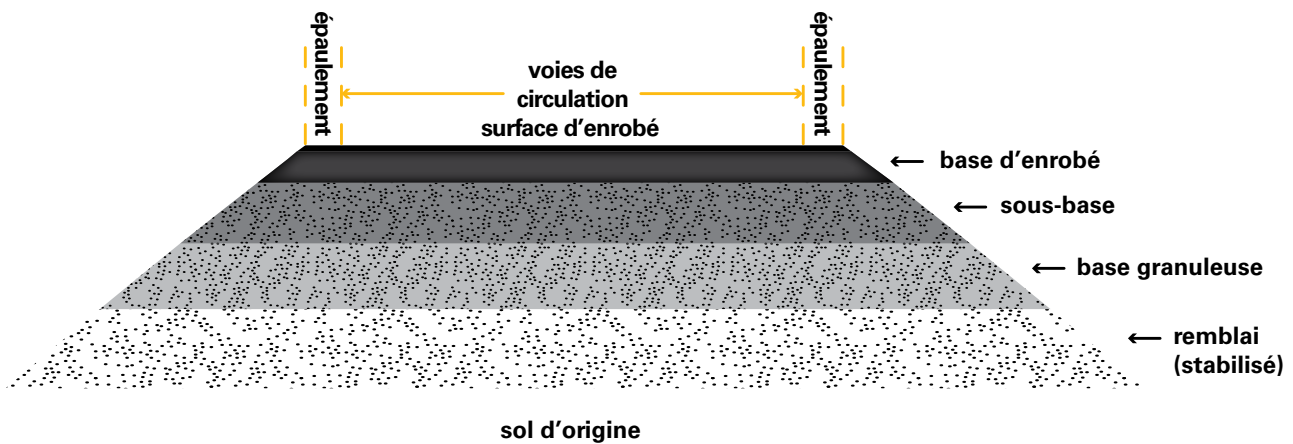
Mais de nombreux autres facteurs influant sur le compactage d'enrobé ne peuvent pas être contrôlés par les conducteurs d'engins, le personnel de contrôle qualité sur le chantier et les superviseurs,

Ces facteurs comprennent notamment :

- Conception du chantier
- Formulation
- Épaisseur de la couche d'enrobé
- Température du mélange
- Conditions climatiques

Il est important que les conducteurs d'engins et le personnel du contrôle qualité soient informés sur ces facteurs, qui devront être pris en compte au moment de sélectionner les meilleures techniques de compactage pour chaque chantier.

SECTION DE ROUTE



[CONCEPTION DU CHANTIER]

Le type de chantier influe sur les techniques de compactage. Sur les chantiers de construction de nouvelles routes ou de reconstruction totale, plusieurs couches d'enrobés seront généralement appliquées. Chaque couche est constituée d'un matériau différent et possède une épaisseur différente. La première couche, appelée couche de base, est posée sur un lit de granulats ou une

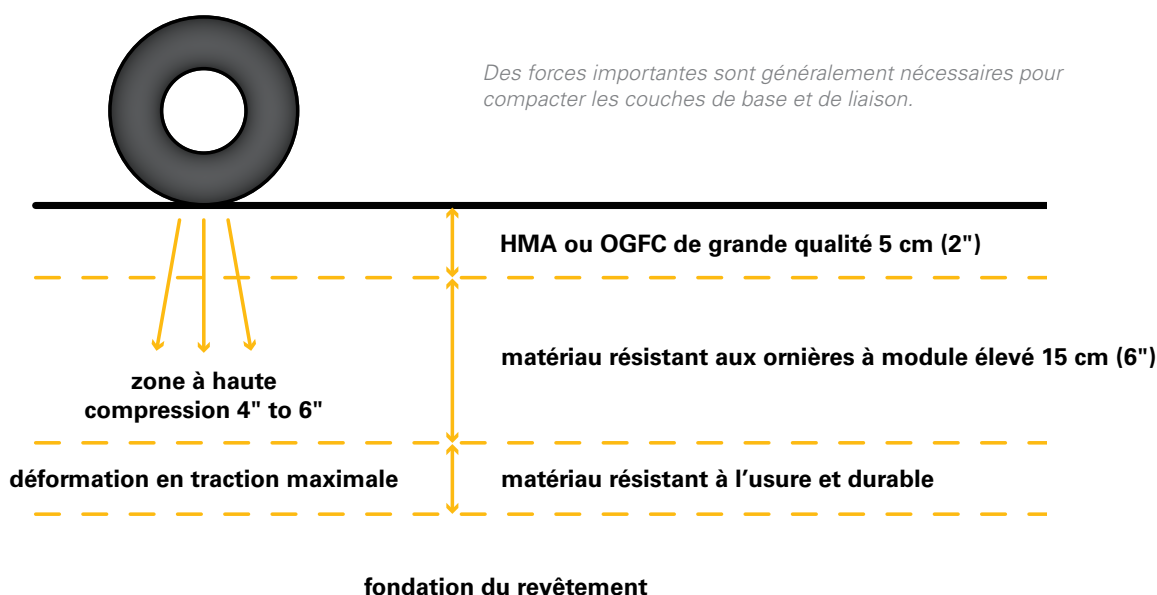
couche de forme stabilisée, et elle est normalement composée d'un mélange contenant des granulats de grande taille. C'est généralement la couche la plus épaisse. Elle est posée sur une base souple et, par conséquent, une grande énergie de compactage est généralement nécessaire pour obtenir la densité requise.

Astuce: Chaque fois que vous avez à compacter une couche d'enrobé posée sur une couche de base granuleuse, vous devez vous rappeler qu'une partie de la force d'impact du compacteur, ou amplitude, sera absorbée par cette couche de base relativement souple. Lors de la création de votre liste de vérification pour sélectionner l'amplitude, tenez toujours compte du type de couche de base sous la couche d'enrobé. S'il s'agit d'une couche de base rigide comme une surface fraisée, vous devrez faire attention de ne pas utiliser trop d'amplitude. S'il s'agit d'une couche de base souple, des amplitudes moyennes ou grandes pourront être utilisées sans souci.

Souvent une deuxième couche d'enrobé, appelée couche de liaison ou intermédiaire, est utilisée. La couche de liaison est généralement plus fine que la couche de base et elle utilise des granulats plus petits. La couche de liaison nécessite généralement moins d'énergie de compactage pour obtenir la densité requise. Les couches de base et de liaison contribuent au support structurel. La couche intermédiaire peut contribuer au drainage, conjointement avec les couches de roulement drainantes.

Enfin une couche de surface, parfois appelée la couche de roulement ou de frottement, est appliquée. La couche de surface est généralement la couche la plus fine et elle est composée du granulat le plus petit. La couche de surface est conçue pour être la couche la plus rigide et pour contribuer le plus à la solidité de la chaussée. Puisque la couche de surface est généralement relativement fine et posée sur une surface rigide, une énergie de compactage plus faible est nécessaire.

CONCEPTION DE CHAUSSÉE PERPÉTUELLE



La chaussée perpétuelle est une expression utilisée pour décrire une autre conception de structure à longue durée de vie. Une chaussée perpétuelle est conçue pour résister à un nombre pratiquement infini de charges à l'essieu, sans détérioration structurelle. Des couches d'enrobé épaisses, allant parfois jusqu'à 60 cm (22"), limitent le degré de déformation due aux charges au bas des couches d'enrobé. La conception d'une chaussée perpétuelle utilise généralement des mélanges de haute qualité, résistants aux déformations. La plupart des couches les plus basses d'une chaussée perpétuelle nécessitent une énergie de compactage élevée pour atteindre la densité requise.

Une autre application de compactage de chaussée très commune consiste à compacter une ou deux couches assez fines, posées sur une surface fraisée. La plupart des travaux sur les structures d'enrobé se résument aujourd'hui à de l'entretien, c'est-à-dire au retrait de l'ancien revêtement sur une certaine profondeur et la pose d'un nouveau revêtement. Suite à l'étape du fraisage à froid, il peut y avoir une couche de forme, puis une couche de surface. L'épaisseur de ces couches dépasse rarement 50 mm (2"). Par conséquent, une faible énergie de compactage est en général utilisée pour cette application.



Le compactage des couches fines, posées sur des surfaces fraisées, requiert généralement une force moindre.

[FORMULATION]

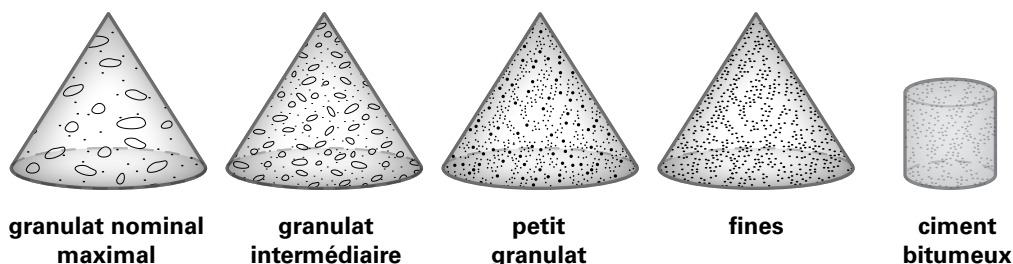
Enrobé est un terme générique qui regroupe différents types de mélanges composés de granulats, de fines, d'additifs et de ciment bitumineux, produits dans une centrale d'enrobage à des températures comprises entre 145 °C et 190 °C (300-350 °F). Une variante de l'enrobé traditionnel à chaud est l'enrobé tiède. La technique de l'enrobé tiède permet la production et la pose du mélange à des températures pouvant être inférieures de 40 °C (100 °F) à celles de l'enrobé conventionnel à chaud, sans sacrifier les performances. Dans ce manuel, le compactage des enrobés est traité de la même façon, qu'ils soient à chaud ou tièdes.

Les enrobés denses sont produits avec un granulat calibré en continu. En d'autres termes, une

variété de tailles de granulat est utilisée pour la fabrication. La formule comprend des fines et du ciment bitumineux. Généralement, les granulats de plus grande taille sont mélangés à une matrice de mastic, composé de ciment bitumineux et de fines. Le ciment bitumineux peut être modifié par des additifs tels que des polymères ou du latex pour développer une rigidité supplémentaire. Étant donné que les granulats de plus grande taille sont enrobés par un mélange de ciment bitumineux et de fines, il y a moins de risques de les endommager en utilisant une force de compactage élevée. En fonction de l'épaisseur de la couche, l'amplitude employée est souvent moyenne à grande pour le compactage des enrobés denses.

Astuce: *Le type de ciment bitumineux doit être pris en compte et ajouté à la liste de vérification pour la sélection de l'amplitude. Si le ciment bitumineux contient des additifs comme des polymères, des fibres ou du latex, sa viscosité sera élevée. Le serrage des granulats pendant le processus de compactage sera plus difficile à cause de la viscosité élevée du ciment bitumineux modifié. Par conséquent, vous devez choisir des amplitudes plus grandes si la couche à compacter contient du ciment bitumineux à haute viscosité. Des informations sur le type de ciment bitumineux sont disponibles dans la formule de l'enrobé, mise à la disposition des superviseurs et du personnel du contrôle qualité.*

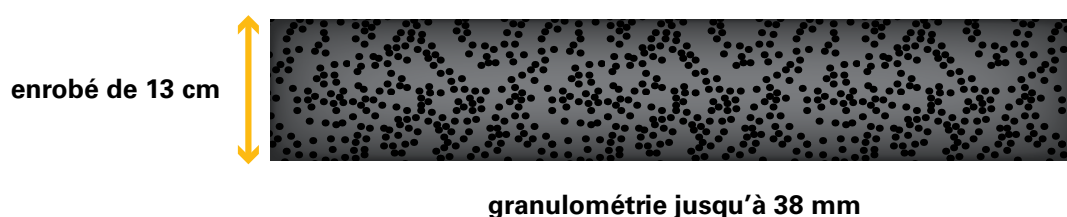
LES ENROBÉS DENSES



Les enrobés denses sont souvent classés comme enrobés grossiers ou fins. Les enrobés grossiers ont une granulométrie maximum de 19 mm (3/4") ou plus. Les enrobés grossiers sont généralement posés en couches assez épaisses de 75 mm (3") ou plus. Les revêtements en enrobé grossier sont

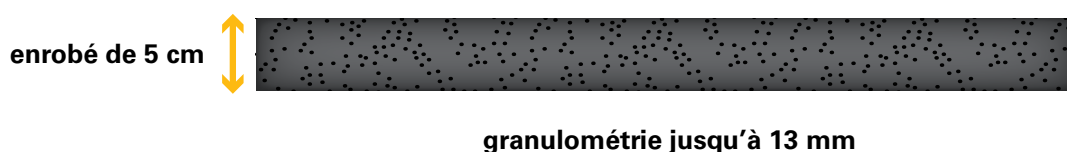
moins enclins à bouger sous une forte énergie de compactage. Vous pouvez utiliser des compacteurs vibrants avec des plages de grande amplitude et des compacteurs à pneus avec de fortes pressions de contact.

ENROBÉ GROSSIER OU DUR



Les enrobés denses avec des granulats de gros calibre sont appelés des enrobés grossiers.

ENROBÉ RAFFINÉ OU TENDRE

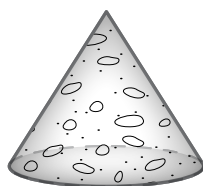


Les enrobés denses avec une faible granulométrie sont appelés des enrobés fins.

Certains enrobés denses sont classés comme enrobés fins. Les enrobés fins contiennent un granulat de granulométrie allant jusqu'à 13 mm (1/2") et généralement un pourcentage assez élevé de fines et de ciment bitumineux. Certains enrobés fins peuvent se révéler instables pendant le processus de compactage, notamment si l'épaisseur de la couche dépasse 50 mm (2"). Un

compactage statique peut être nécessaire pour faciliter la stabilisation des enrobés fins, avant les passages au compacteur vibrant. Une énergie de compactage élevée peut endommager les couches d'enrobé raffiné. Des compacteurs plus légers, à cylindre d'acier ou à pneus, sont recommandés pour les enrobés raffinés.

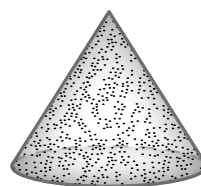
ENROBÉ DRAINANT



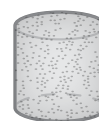
granulat nominal maximal



petit granulat



fines

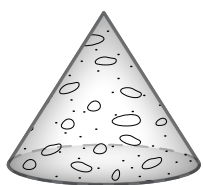


ciment bitumeux

Les enrobés drainants contiennent un granulat de granulométrie relativement uniforme, caractérisé par l'absence de particules de taille intermédiaire. Les formulations type de cette structure sont en général des couches de frottement perméables et des couches de base bitumeuses perméables. À cause de leurs structures ouvertes, il convient

de prendre des précautions pour minimiser le drainage du ciment bitumineux vers le bas de la couche, en utilisant un ciment bitumineux modifié, généralement à base de latex ou de fibres. Les enrobés drainants présentent en général un contact inter-granulats avec enrobage des particules en ciment bitumineux lourd.

ENROBÉ DISCONTINU



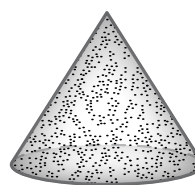
granulat nominal maximal



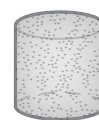
granulat intermédiaire



petit granulat



fines

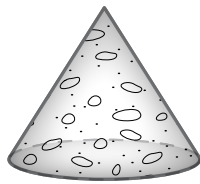


ciment bitumeux

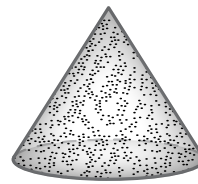
Les enrobés discontinus ont une granulométrie variable, avec des particules fines à grandes et dont certaines tailles intermédiaires sont manquantes. Les enrobés discontinus sont également

caractérisés par un contact inter-granulats et sont plus perméables que les enrobés denses.

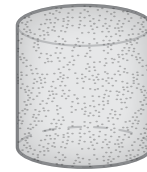
ENROBÉ À MATRICE DE PIERRE



**granulat
nominal
maximal**



fines



**ciment
bitumeux**

L'enrobé à matrice de pierre (SMA), comme d'autres enrobés drainants, ne contiennent pas la plupart des granulats de calibre intermédiaire. Cependant les enrobés à matrice de pierre contiennent une proportion de fines beaucoup plus

grande. Le ciment bitumineux modifié se lie à ces fines pour produire un enrobage en mastic épais autre des particules de granulat de grande taille et entre ces dernières.

Astuce: Les enrobés drainants, les enrobés discontinus et les enrobés à matrice de pierre présentent tous un contact inter-granulats plus important que les enrobés denses. À cause du contact inter-granulats élevé, il y a plus de risques d'endommager les granulats pendant le processus de compactage. Un compactage vibrant avec de plus petites amplitudes ou un compactage statique est généralement recommandé pour ces types d'enrobé. Il peut exister des spécifications méthodologiques permettant de maîtriser le processus de compactage lorsque ces enrobés sont utilisés. En outre certains enrobés SMA, qui ont été lourdement modifiés, peuvent être extrêmement rigides et nécessiter plus de force.

[FORME DES GRANULATS]

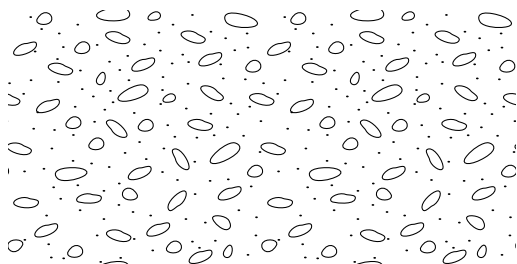
La forme des granulats affecte également le compactage. La forme des granulats détermine la quantité de frottement interne entre les particules.

Les granulats roulés présentent un faible frottement interne et se rapprochent plus dans la couche, avec moins d'énergie de compactage. Cependant, les enrobés avec granulats roulés ont tendance à l'instabilité et à se déplacer sous le poids du compacteur. Par conséquent, si vous savez que le granulat est roulé, sélectionnez une petite amplitude vibratoire ou un compacteur statique léger.

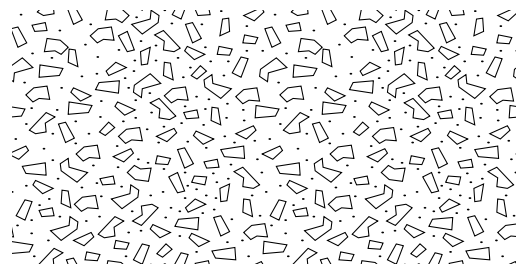
Les granulats concassés quant à eux présentent un frottement interne important. Une fois qu'ils sont en

contact étroit les uns avec les autres, les granulats concassés produisent une chaussée très résistante. Une force supplémentaire et des compacteurs plus lourds sont nécessaires pour venir à bout du frottement interne entre les surfaces cassées des granulats pierreux concassés. La plupart des formulations pour chaussée à fort trafic nécessitent l'utilisation de granulat concassé, avec un nombre et une forme de surfaces cassées définis.

GRANULAT ROULÉ **Frottement interne faible**



GRANULAT CONCASSÉ **Frottement interne élevé**



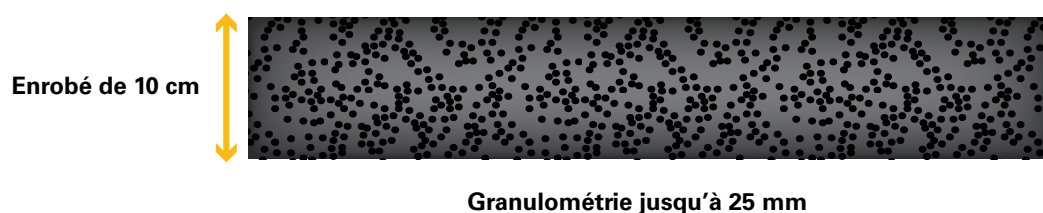
[ÉPAISSEUR DE LA COUCHE / GRANULOMÉTRIE]

Quel que soit le type d'enrobé ou le type de chantier, un facteur très important est le rapport entre la taille du plus gros granulat de l'enrobé et l'épaisseur de la couche. Ce rapport affecte grandement la capacité du revêtement à supporter l'énergie du compactage et à atteindre la densité requise.

Par exemple, une couche d'une épaisseur de 10 cm (4"), dont la granulométrie maximale est de 25 mm (1"), est relativement facile à compacter. Vous pouvez utiliser de grandes forces de compactage

sans craindre d'endommager le granulat. Avec un rapport de 4:1, il y a suffisamment d'espace pour que les granulats puissent bouger et se réorienter. De nombreux services de travaux publics définissent un rapport de 3:1 comme la norme minimale d'une formulation pour chaussée à fort trafic.

ÉPAISSEUR DE COUCHE D'UN RAPPORT DE 4:1 PAR RAPPORT À LA GRANULOMÉTRIE



ÉPAISSEUR DE COUCHE D'UN RAPPORT DE 2:1 PAR RAPPORT À LA GRANULOMÉTRIE



FACTEURS

Si le rapport entre l'épaisseur de la couche et la granulométrie est inférieur à 3:1, le processus de compactage est beaucoup plus difficile. En particulier, lorsque la couche contient des granulats concassés, il est probable que ceux-ci ne se placent pas dans l'orientation compactée correcte sans être endommagés. L'opérateur du compacteur remarquera vraisemblablement des à-coups du

cylindre et l'apparition de particules mises à nu à la surface du revêtement. Le manque de densité et un granulats endommagés entraîneront une défaillance prématurée du revêtement. Si le rapport entre l'épaisseur de la couche et la taille du granulats est inférieur à 3:1, une faible énergie de compactage est nécessaire



L'épaisseur du revêtement peut varier lorsque l'équipe de pose utilise le nivelage transversal.

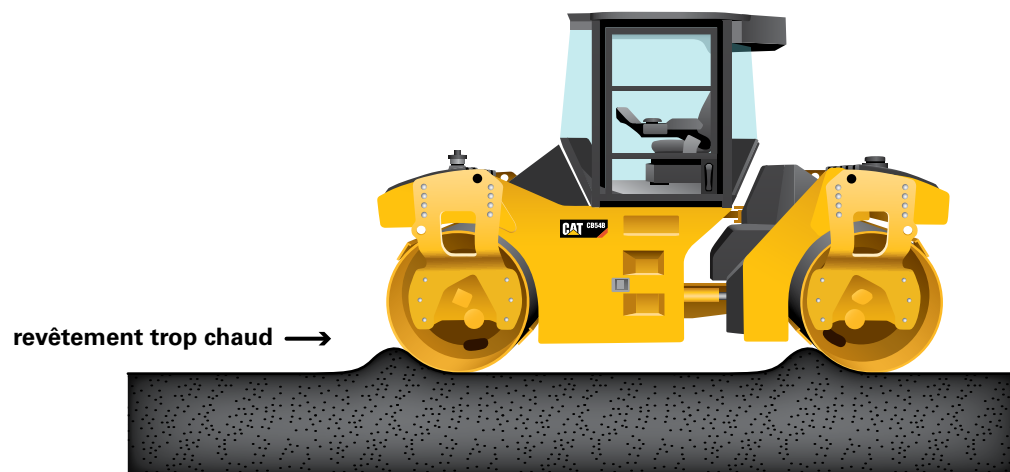
Astuce: Même si la formulation nécessite un rapport minimal de 3:1, il existe des situations où le rapport entre l'épaisseur de la couche et la granulométrie est inférieur. La situation la plus commune est celle où un nivelage transversal est utilisé sur l'équipement de pose pour créer un profil. Le nivelage transversal de la table de pose du finisseur signifie que l'épaisseur du revêtement variera probablement sur la largeur de la chaussée. L'épaisseur de la moitié gauche du revêtement peut aller de 75 mm à 50 mm (3-2") et celle du côté droit de 50 mm à 25 mm (2-1"). Le côté gauche du revêtement sera compacté normalement, mais les cylindres commenceront probablement à tressauter lorsque le compacteur se déplacera sur le côté droit. Le compactage nécessitera moins d'énergie du côté droit. La solution la plus facile consiste à utiliser le compacteur avec un cylindre vibrant et un cylindre statique, ou les deux cylindres en mode statique. Le changement de régime du système vibrant peut être facilement effectué via un interrupteur du poste de conduite. Le conducteur n'a pas besoin de quitter son engin et il peut modifier le réglage d'amplitude pour résoudre le problème de tressautement du cylindre.

[TEMPÉRATURE DE L'ENROBÉ]

Le facteur suivant, c'est-à-dire la température de la couche d'enrobé, joue un rôle majeur dans le processus de compactage. Il est en général plus facile de créer de la densité dans une couche d'enrobé en la compactant à la température la plus haute possible. À température élevée, le ciment bitumineux contenu dans l'enrobé présente la viscosité la plus faible. Les granulats se resserrent facilement lorsque le ciment bitumineux est fluide ou à la viscosité la plus faible. Le ciment bitumineux se rigidifie en refroidissant. Les granulats se figent en place et l'air ne peut plus être expulsé.

En fonction du comportement de l'enrobé à

des températures élevées, la limite supérieure permettant le compactage est d'environ 160 °C (320 °F). Certains types d'enrobés peuvent être instables à température élevée et s'amasseront devant le cylindre au lieu d'être compactés sous le cylindre. Les enrobés instables à des températures élevées présentent généralement un fort pourcentage de granulats de petite taille, de fines et de béton bitumineux. Lorsqu'un enrobé se déforme à des températures élevées, la solution consiste à rester plus loin du finisseur, ce qui permet ainsi au revêtement de refroidir suffisamment pour assurer le compactage normal.



La majorité, si ce n'est la totalité, de la densité de couche requise doit être achevée au moment où le revêtement refroidit aux alentours de 90 °C (190 °F). À cette température, l'enrobé devient si rigide qu'aucun mouvement supplémentaire du granulat n'est possible. Alors qu'il est encore possible d'éliminer les marques en surface du revêtement, il est improbable d'obtenir davantage de densité. Si le revêtement a refroidi avant d'avoir atteint la densité requise

- Travaillez plus près du finisseur
- Augmentez l'énergie de compactage
- Ajoutez plus de compacteurs

Il existe des exceptions aux règles générales concernant les limites de température supérieure et inférieure pour le compactage. Certains enrobés ont une zone sensible, située entre les limites classiques de température supérieure et inférieure. Le revêtement se compactera normalement dans une plage de très hautes températures. Puis, il deviendra instable dans une plage de température intermédiaire, généralement appelée la « zone sensible ».



L'un des signes indiquant que le compacteur travaille dans une zone sensible est l'apparition de plis et de fissures au niveau du bord du cylindre.

Si un compacteur travaille sur le revêtement dans la zone sensible, vous verrez que le revêtement s'amasse devant le cylindre ou les pneus. Un autre signe indiquant que vous travaillez dans la zone sensible sera l'apparition de plis et de fissures au niveau du bord du cylindre. Normalement, le bord du cylindre laisse une marque droite. Les plis indiquant que le compacteur est dans la zone sensible sont probablement le signe le plus facile à identifier pour l'opérateur.

Lors du compactage d'un enrobé présentant une

zone sensible, vous devez obtenir le plus de densité possible dans la zone de température élevée. Le compactage doit normalement être arrêté lorsque le revêtement entre dans la zone sensible. Lorsque la zone sensible se termine, le revêtement retrouve sa stabilité et une densité supplémentaire peut être obtenue. Le revêtement doit être proche de la densité finale avant le début de la zone sensible. Lorsque la zone sensible se termine et que le compactage redémarre, sélectionnez une petite amplitude pour éviter les à-coups du cylindre sur le revêtement froid et dense.

[CONDITIONS CLIMATIQUES]

Le dernier facteur influençant le compactage est le climat, notamment la température ambiante et les conditions de vent. En cas de journée ensoleillée et chaude avec une température ambiante élevée, le revêtement retient plus longtemps sa chaleur et, par conséquent, la période de travail est augmentée. En cas de journée froide et venteuse, le revêtement perd rapidement sa chaleur. Une croûte peut même se former à la surface de l'enrobé et empêcher les forces de compactage de pénétrer uniformément dans le revêtement.

Il est possible de vérifier la température du revêtement de deux façons. La plus commune

consiste à utiliser un scanner de thermographie infrarouge. Le scanner fournit un contrôle rapide de la température de surface en un point donné. L'opérateur ou le technicien du contrôle qualité peut rapidement surveiller les températures du revêtement à différents endroits. L'autre façon consiste à vérifier la température du revêtement avec un thermomètre à sonde. La sonde indique la température interne du revêtement et c'est un meilleur indicateur de la manière dont le revêtement réagit aux forces de compactage.



Astuce: Les opérateurs de compacteur peuvent avoir à modifier leurs plan de compactage en fonction des changements de conditions ambiantes tout au long de la journée. Le matin, lorsque la température est généralement la plus basse, un plan de compactage court peut être utilisé pour rester très proche du finisseur. Au fur et à mesure que la température augmente et que le revêtement reste chaud plus longtemps, les opérateurs de compacteur peuvent augmenter la longueur de leur plan de compactage, sans avoir à se préoccuper de rester aussi près du finisseur.

FACTEURS

Les critères de température et de formulation sont importants parce qu'ils déterminent le délai imparti pour atteindre la densité requise, avant que le revêtement ne refroidisse et ne passe sous 90 °C (190 °F). Vous pouvez également utiliser ces informations pour déterminer le temps qu'il vous reste avant le début de la zone sensible, le cas échéant.

Dans le passé, le personnel du contrôle qualité devait utiliser des courbes de calcul pour

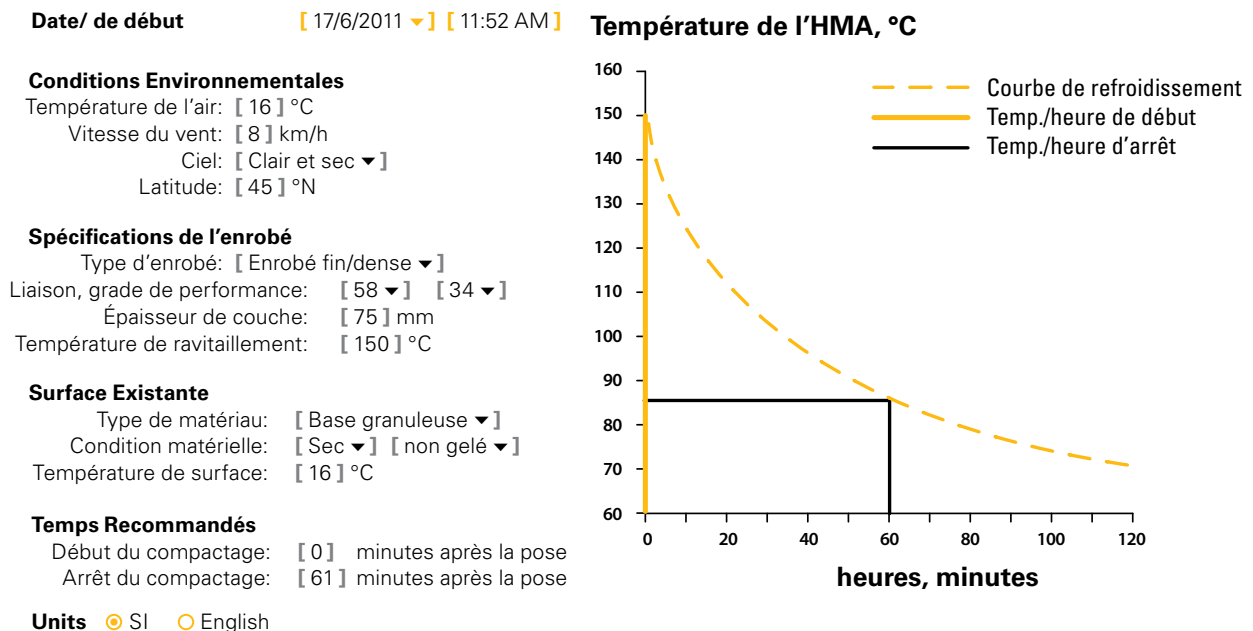
déterminer le délai disponible pour le compactage, en fonction de l'épaisseur de la couche, de la température de la couche derrière le finisseur et des conditions ambiantes. Aujourd'hui, il existe plusieurs logiciels capables de calculer ce délai plus rapidement et plus précisément. L'un de ces logiciels s'appelle PaveCool (PaveCool version 2.400 copyright 2001-2005 Minnesota Department of Transportation). Une série de calculs PaveCool est présentée ci-dessous.

Astuce: La température de surface du revêtement est toujours inférieure à la température interne du revêtement. Si disponible, utilisez une sonde pour vérifier la température interne. Puis utilisez le scanner infrarouge pour vérifier la température de surface au même endroit. Il est possible que la température de surface soit jusqu'à 15 °C (30 °F) plus basse que la température interne. En connaissant les différences de température, vous serez en mesure de corrélérer la température de surface indiquée par le scanner avec la température interne réelle.

Astuce: Il est recommandé au personnel du contrôle qualité de calculer une série de courbes de refroidissement avant le début de chaque chantier. Les courbes de refroidissement doivent représenter toutes les modifications de l'épaisseur de la couche et anticiper toute modification de la température de l'enrobé et des conditions ambiantes.

Astuce: Les courbes de refroidissement sont également extrêmement utiles pour compacter des enrobés présentant une zone sensible. Vous pouvez configurer le logiciel pour qu'il indique l'intervalle disponible avant le début de la zone sensible et la durée de la zone sensible.

[COOLING CURVES]



Le logiciel PaveCool nécessite de saisir les conditions environnementales, les caractéristiques de l'enrobé et la surface existante. Dans le premier exemple, la température de l'air est de 16 °C (60 °F), le vent est léger, le soleil brille et le chantier est situé à côté de Paris, en France (45° de latitude nord). L'enrobé est composé d'une couche de granulat dense d'une épaisseur de 75 mm (3"), avec un passage sous la table de pose à une température de 150 °C (302 °F). La couche d'enrobé est posée sur des matériaux granuleux également à une température de 16 °C (61 °F). La courbe de refroidissement qui en résulte indique un délai de 61 minutes pour le compactage, avant que le revêtement ne refroidisse jusqu'à la température minimale définie à 85 °C (185 °F).

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [16] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

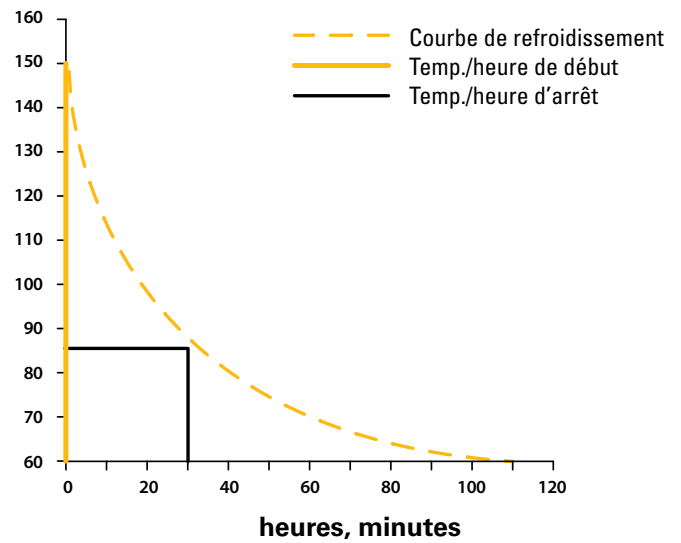
Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [50] mm
 Température de ravitaillement: [150] °C

Surface Existante

Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [16] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [0] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [31] minutes après la pose

Units SI English**Température de l'HMA, °C**

Dans l'exemple suivant, toutes les valeurs saisies sont les mêmes à l'exception de l'épaisseur de la couche, qui a été portée à 50 mm (2"). Après calcul de la nouvelle courbe de refroidissement, le délai disponible pour le compactage a diminué de 50%. Le délai disponible pour le compactage est désormais de 31 minutes.

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [16] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

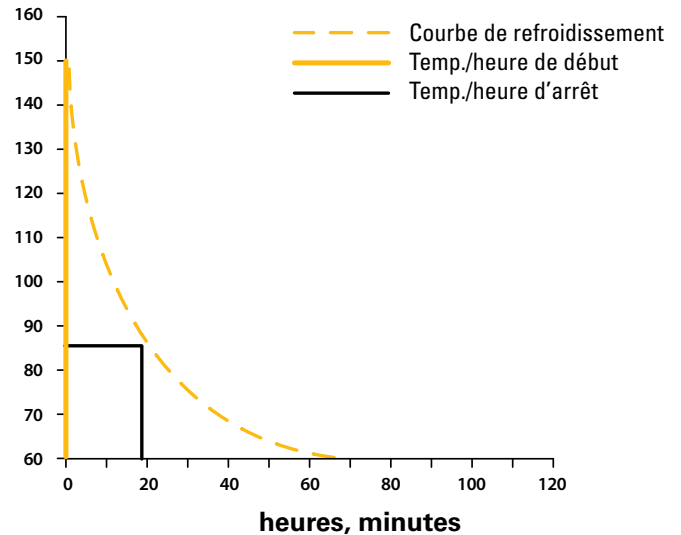
Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [38] mm
 Température de ravitaillement: [150] °C

Surface Existante

Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [16] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [0] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [19] minutes après la pose

Units SI English**Température de l'HMA, °C**

Ensuite, supposons que la couche à poser ait une épaisseur relativement fine de 38 mm (1,5"). Toutes les autres valeurs restent identiques. La courbe de refroidissement indique que le délai disponible pour le compactage est de 19 minutes seulement.

L'épaisseur de la couche a un impact majeur sur le délai disponible pour le compactage. Plus la couche est fine, plus le processus de compactage sera difficile. En connaissant le délai disponible pour atteindre la densité requise sur des revêtements

peu épais, vous pourrez déterminer les plans de compactage et le nombre de compacteurs nécessaires pour votre projet.



Les compacteurs à cylindre déporté couvrent une zone plus large et permettent un compactage plus rapide des revêtements fins qui perdent rapidement leur chaleur.

Astuce: Certains compacteurs disposent de la possibilité de déporter les cylindres avant et arrière, ce qui double pratiquement la largeur de compactage. Par conséquent, moins de passes superposées sont généralement nécessaires pour couvrir la largeur du revêtement. Avec la fonction de déportement des cylindres, la force de compactage appliquée au revêtement est réduite. Cependant, les revêtements fins nécessitent moins de force de compactage et le compacteur est en mesure de travailler plus près du finisseur, là où le revêtement est le plus chaud et le plus à même de se compacter.

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [16] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [38] mm
 Température de ravitaillement: [140] °C

Surface Existante

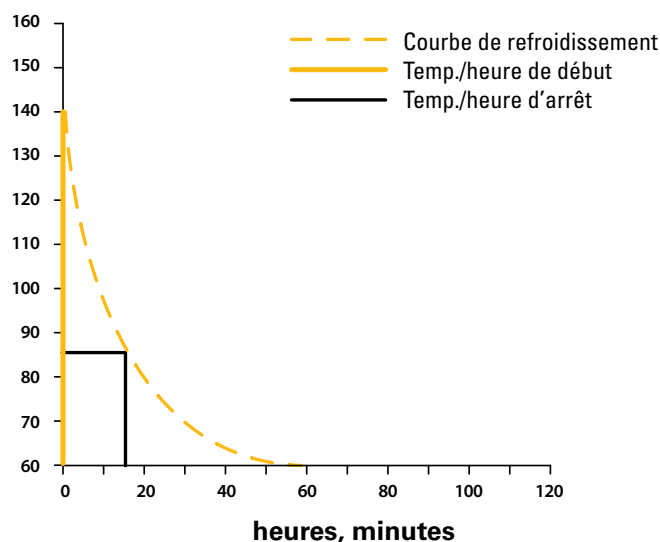
Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [16] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [0] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [16] minutes après la pose

Units SI English

Température de l'HMA, °C



Examinons la façon dont la température du revêtement affecte le délai disponible pour le compactage. Dans cet exemple, l'épaisseur de la couche est de 38 mm (1,5"), mais la température du revêtement passant sous la table de pose est abaissée à 140 °C (284° F). Comparé à la température du revêtement de 150° C (302° F), où 19 minutes étaient disponibles pour le compactage, un revêtement légèrement plus froid réduit le délai de compactage à 16 minutes.

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [16] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

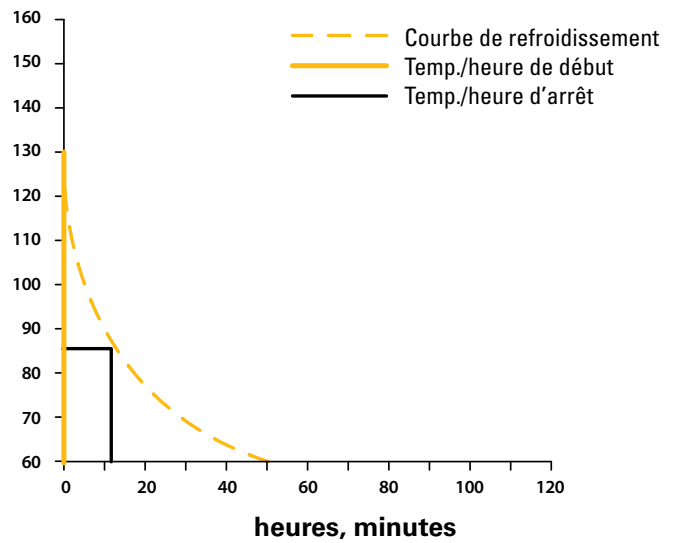
Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [38] mm
 Température de ravitaillement: [130] °C

Surface Existante

Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [16] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [0] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [12] minutes après la pose

Units SI English**Température de l'HMA, °C**

Lorsque la température du revêtement tombe à 130 °C (266 °F), le délai disponible pour le compactage passe à 12 minutes. Une baisse de la température du revêtement réduit le délai de compactage, mais pas dans les mêmes proportions que l'épaisseur du revêtement.

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [16] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

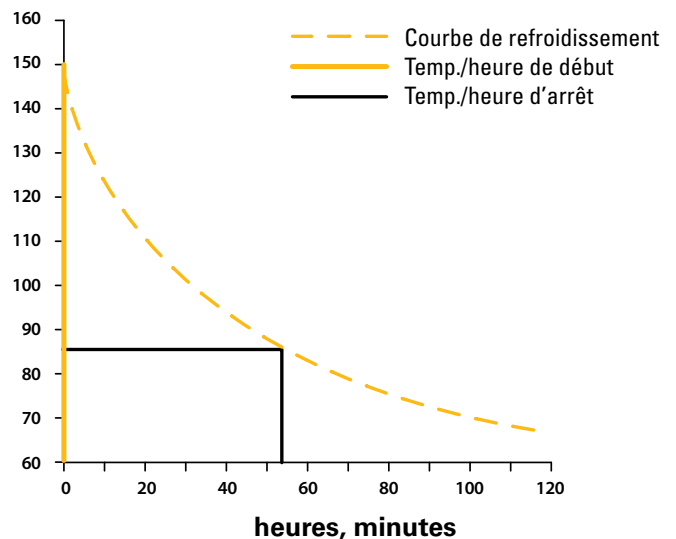
Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [75] mm
 Température de ravitaillement: [150] °C

Surface Existante

Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [10] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [0] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [54] minutes après la pose

Units SI English**Température de l'HMA, °C**

Examinons maintenant la façon dont la température ambiante affecte le délai disponible pour le compactage. Dans cet exemple, l'épaisseur du revêtement revient à 75 mm (3"). Quand la température ambiante était de 16 °C (60 °F), il y avait 61 minutes disponibles pour le compactage. Lorsque la température ambiante tombe à 10 °C (50 °F), le délai disponible pour le compactage est réduit d'environ 10%, soit 54 minutes.

FACTEURS

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [5] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [75] mm
 Température de ravitaillement: [150] °C

Surface Existante

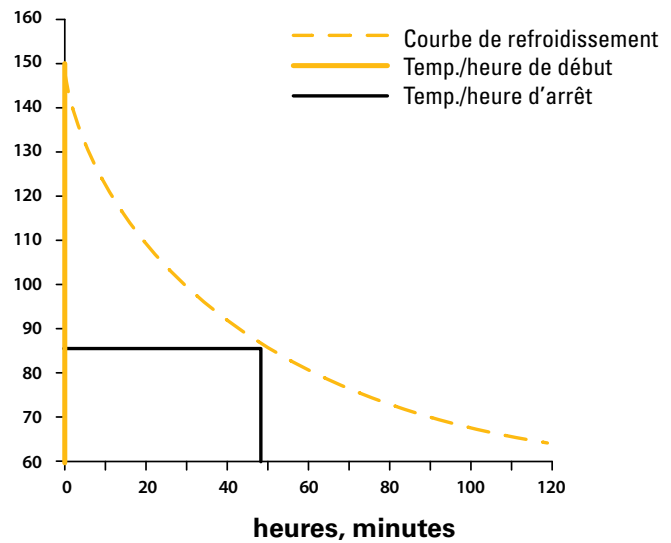
Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [5] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [0] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [49] minutes après la pose

Units SI English

Température de l'HMA, °C



Lorsque la température ambiante tombe à 5 °C (41 °F). Le délai disponible pour le compactage est encore réduit, à 49 minutes. Il est évident que la réduction de la température ambiante diminue le délai disponible pour le compactage mais pas dans les mêmes proportions que l'épaisseur du revêtement.

Date/ de début [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [16] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de l'enrobé

Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [58 ▼] [34 ▼]
 Épaisseur de couche: [65] mm
 Température de ravitaillement: [150] °C

Surface Existante

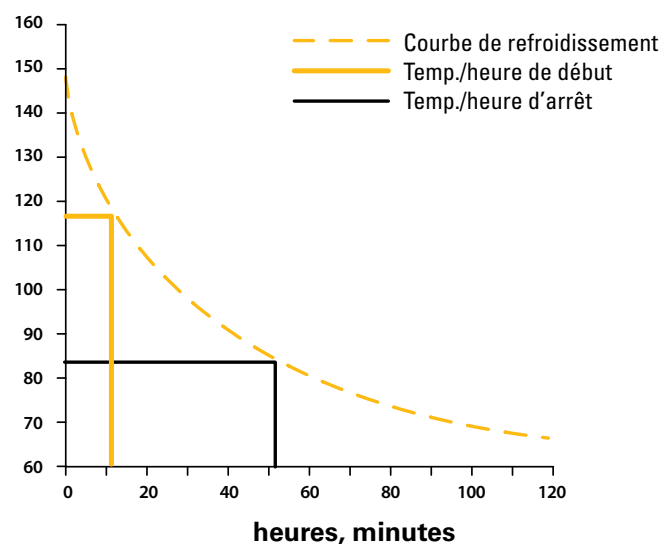
Type de matériau: [Base granuleuse ▼]
 Condition matérielle: [Sec ▼] [non gelé ▼]
 Température de surface: [16] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [12] minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [52] minutes après la pose

Units SI English

Température de l'HMA, °C



Dans cet exemple, la température ambiante est de 16 °C (61 °F). Nous posons un enrobé dense d'une épaisseur de 65 mm (2,5"). L'enrobé passe sous la table de pose à 150 °C (302 °F). La documentation indique que l'enrobé devient tendre à 115 °C (239 °F), puis que le revêtement redevient stable à 85 °C (185 °F). La courbe de refroidissement montre qu'il y a 12 minutes pour le compactage avant le début de la zone sensible. Vous devrez essayer d'obtenir le plus de densité possible pendant ce délai de 12 minutes, puis quitter le revêtement pendant 40 minutes. Après le passage de la zone sensible, une haute fréquence avec une petite amplitude sera généralement utilisée pour obtenir une densité supplémentaire, le cas échéant. Ou bien un passage statique pour éliminer toutes les marques de cylindre peut être suffisant. De même, connaître le délai disponible pour le compactage avant la zone sensible vous aide à définir le plan de compactage et à déterminer le nombre et le type de compacteurs à utiliser.

[LISTE DE VÉRIFICATION DE L'AMPLITUDE]

Dans le chapitre 2, vous avez appris que l'amplitude se définit comme la distance parcourue par le cylindre dans le revêtement et que la force d'impact générée par le mouvement du cylindre est le facteur principal de création de densité dans une couche d'enrobé. Vous avez également appris que trop d'amplitude peut endommager une couche d'enrobé. La sélection d'une amplitude correcte est une étape essentielle du processus de planification, quelle que soit l'application de compactage.

L'opérateur du compacteur, le technicien du contrôle qualité ou le superviseur doit créer une liste de vérification des facteurs traités dans le chapitre trois. Qu'il s'agisse d'une liste de vérification mentale ou d'un formulaire imprimé, chaque facteur doit être pris en compte. Voici un exemple de liste de vérification.

LISTE DE VÉRIFICATION D'AMPLITUDE

Facteur	Petite à moyenne amplitude	Moyenne à grande amplitude
Épaisseur de couche	< 50mm (2")	>50mm (2")
Support base	Rigide	Flexible
Viscosité de l'huile	Bas	Haut
Forme du granulat	Arrondi	Angulaire
Température ambiante	Haut	Bas

Cette liste de vérification permet de rassembler tous les facteurs de compactage traités dans le chapitre trois et de déterminer la force de compactage nécessaire pour une application particulière. Sur la gauche se trouvent les facteurs de l'application qui nécessitent la sélection d'une amplitude petite ou moyenne. Sur la droite se trouvent les facteurs de l'application qui nécessitent la sélection d'une amplitude moyenne à grande.

En règle générale, une épaisseur inférieure à 50 mm (2") ne pourra supporter une énergie de compactage élevée. Par conséquent, il faudra plutôt sélectionner une plage d'amplitude de 0,25 mm à 0,6 mm (0,010-0,025"). Si l'épaisseur de la couche d'enrobé est supérieure à 50 mm (2"), le revêtement peut supporter davantage d'énergie de compactage, et vous pourrez sélectionner une amplitude de 0,6 mm (0,025") ou plus.

Le type de couche de base servant de support au revêtement influe sur la sélection de l'amplitude. Si

la couche de base est rigide, comme une surface fraisée ou un enrobé existant, trop d'énergie de compactage provoquera plus facilement des tressautements du cylindre. En revanche, si la pose est effectuée sur des matériaux granuleux ou une couche de forme stabilisée, ce type de couche de base sera plus élastique. Il faudra alors sélectionner des amplitudes plus grandes pour cette application, vu que la couche de base souple absorbera une partie de l'énergie de compactage.

Vous devez également tenir compte du type de ciment bitumineux utilisé dans une formulation particulière. Si le ciment bitumineux a été modifié par l'adjonction de fibres ou de latex, par exemple, le liant présentera une viscosité élevée, l'enrobé sera considéré comme rigide et nécessitera des forces plus importantes. Un ciment bitumineux non modifié présente une viscosité plus faible et cet enrobé nécessitera moins d'énergie de compactage pour obtenir la densité requise.

FACTEURS

Tenez toujours compte de la forme du granulat de la formulation. La plupart des structures d'enrobé pour des voies rapides ou des chaussées à fort trafic utilisent des matériaux irréguliers de tous les côtés. Les granulats concassés induisent un frottement interne élevé. Il vous faudra alors sélectionner des amplitudes plus grandes afin de déplacer les graviers et d'éliminer les vides d'air.

La plupart des enrobés pour rues et parcs de stationnement ont des granulats roulés. Puisque les matériaux se déplacent plus facilement, ces enrobés nécessitent moins d'énergie de compactage.

Les conditions climatiques sont le dernier facteur de la liste de vérification. Lors de journées ensoleillées et chaudes, les couches d'enrobé ont tendance à retenir plus longtemps leur chaleur et, puisque vous disposez d'un délai plus long, vous pouvez utiliser des forces plus faibles. Lorsque la température ambiante est basse et que le vent souffle fort, la couche d'enrobé refroidit rapidement.

Afin d'obtenir une certaine densité avant que le revêtement ne refroidisse trop, vous devez sélectionner la plus grande amplitude pour essayer d'atteindre rapidement la densité requise. Voici plusieurs exemples illustrant la façon correcte d'utiliser la liste de vérification.

[SÉLECTION D'AMPLITUDE EXERCICE I]

LISTE DE VÉRIFICATION D'AMPLITUDE

Facteur	Petite à moyenne amplitude	Moyenne à grande amplitude
Épaisseur de couche	40 mm (1,6")	–
Support base	Surface fraisée	–
Viscosité de l'huile	–	Haut
Forme du granulat	–	Concassé
Température ambiante	–	10° C (50° F)

Sur ce chantier, le finisseur pose une couche d'enrobé dense d'une épaisseur de 40 mm (1,6"), composé d'un ciment bitumineux polymérisé et d'un granulat concassé de très grande taille 12,5 mm (1/2") et de granulats avec toutes les surfaces cassées. Il s'agit d'une seule couche d'enrobé, posée sur une surface fraisée. En examinant la liste de vérification de l'amplitude, vous verrez qu'il y a deux facteurs du côté de la force plus faible et trois facteurs qui indiquent qu'une force plus importante sera nécessaire.

Cela signifie-t-il que vous devez sélectionner une amplitude moyenne à grande ?

Pour cette application, vous sélectionneriez probablement une amplitude petite à moyenne. L'épaisseur de la couche, inférieure à 50 mm (2"), et la couche de base rigide ne supporteraient pas une grande amplitude. Parfois, certains facteurs, comme l'épaisseur de la couche, sont plus importants que d'autres facteurs dans la liste de vérification de l'amplitude. La sélection d'une amplitude correcte n'est pas toujours facile. Rappelez-vous la règle générale lors de la sélection de l'amplitude : choisissez la plus grande amplitude que le revêtement peut supporter sans créer d'à-coups du cylindre ou endommager le revêtement.

[SÉLECTION D'AMPLITUDE. EXERCICE 2]

LISTE DE VÉRIFICATION D'AMPLITUDE

Facteur	Petite à moyenne amplitude	Moyenne à grande amplitude
Épaisseur de couche	–	75 mm (3")
Support base	–	Granulaire
Support base	–	Haut
Forme du granulat	–	Concassé
Température ambiante	32° C (90 °F)	–

Pour ce projet, le choix de l'amplitude est relativement facile. Vous posez une couche de 75 mm (3") d'enrobé dense, en tant que première couche sur des matériaux granuleux. La formulation de l'enrobé utilise un ciment bitumineux à haute viscosité et des granulats concassés de 19 mm (3/4") à surfaces cassées. Il fait chaud. Quatre

facteurs s'alignent du côté de la force élevée. Seule la température élevée s'affiche du côté de la force faible. Cette couche d'enrobé supportera une grande amplitude pour plusieurs raisons. D'abord, la couche est plutôt épaisse. Ensuite, et c'est très important, le rapport entre l'épaisseur de la couche et la taille maximale du granulat est de 4:1

Résumé: La connaissance des facteurs qui influent sur le compactage d'enrobé est une compétence vitale pour les opérateurs, les techniciens du contrôle qualité et les superviseurs. La plupart des informations relatives à la formulation sont disponibles dans la formule de l'enrobé, qui doit être mise à disposition par la centrale d'enrobage. Les éléments tels que l'épaisseur de la couche et le type de couche de base seront indiqués sur des plans en coupe. Seules les conditions climatiques doivent être analysées à chaque session.

Si vous rassemblez suffisamment d'informations et que vous savez comment les interpréter, vous prendrez avec votre équipe de meilleures décisions pour définir le processus de compactage. Si vous ne comptez que sur des performances passées ou sur l'expérience acquise, vous passerez peut-être à côté d'informations essentielles.

Ce que vous avez appris sur les forces de compactage, et sur les facteurs qui modifient le compactage, vous aidera à configurer le train de compactage – qui est le sujet du chapitre 4.



Chapitre 4

MÉTHODES ET SPÉCIFICATIONS

La bonne préparation du processus de compactage est la clé de la réussite de votre chantier. Ci-après figurent les procédures appropriées, que vous utilisiez les spécifications de méthode ou de résultat final.





Un Cat CD54 au travail pendant la phase initiale du compactage.

Les chapitres 2 et 3 ont présenté les forces de compactage et les autres facteurs qui modifient le compactage d'enrobé. Le chapitre quatre traite de la configuration d'un train de compactage, conformément aux exigences du chantier relatives à la production, à la densité et à l'uni du revêtement.

Le chapitre 4 est divisé en deux sections distinctes. La première section traite de la configuration du processus de compactage, basée sur une

spécification méthodologique qui impose le type d'équipement, la vitesse de travail, le nombre de passes et d'autres facteurs. La seconde section traite de la configuration du train de compactage, en fonction d'une spécification précise de résultat final. En d'autres termes, les membres de l'équipe et le personnel du contrôle qualité déterminent les types d'équipement et les plans de compactage à appliquer pour obtenir la densité souhaitée et respecter les exigences de production.

Section I: SPÉCIFICATION MÉTHODOLOGIQUE

Les informations de la section I sont basées sur des recherches effectuées par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, situé à Paris. À partir de ces travaux largement reconnus, le type

d'équipement de compactage, le nombre de passes et la vitesse de travail sont détaillés pour différentes couches d'enrobé.

SEGMENT DE ROUTE

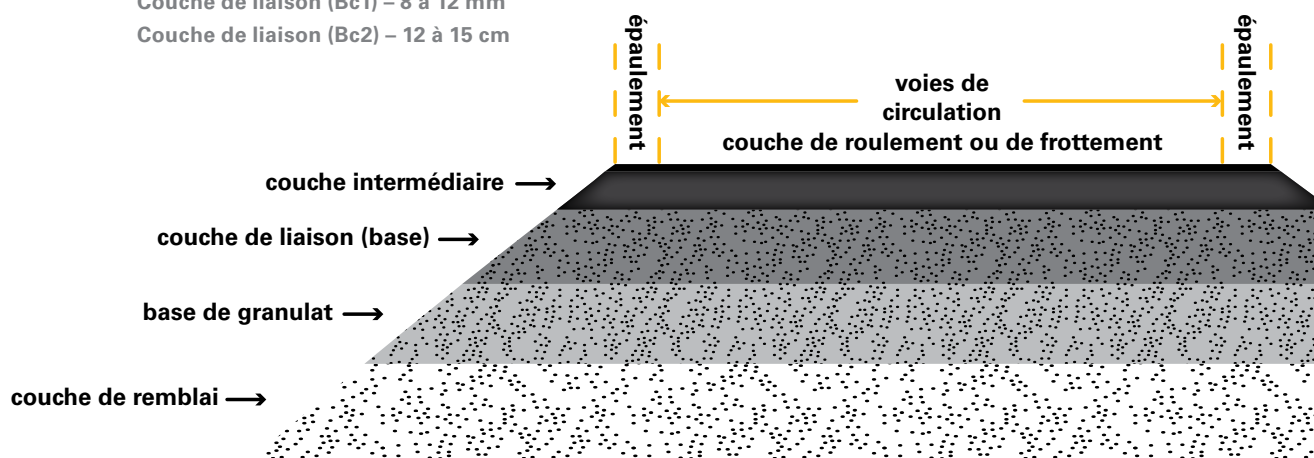
Couche de roulement fine (Wc1) – 3 à 5 cm

Couche de roulement standard (Wc2) – 6 à 9 cm

Couche intermédiaire (IC) – 6 à 9 cm

Couche de liaison (Bc1) – 8 à 12 mm

Couche de liaison (Bc2) – 12 à 15 cm



[TYPE DE COUCHE]

Il existe cinq catégories de couches dans cette spécification. Une couche de roulement fine (Wc1) dont l'épaisseur est comprise entre 3 cm et 5 cm. Une couche de roulement standard (Wc2) dont l'épaisseur est comprise entre 6 cm et 9 cm.

Une couche de liaison (intermédiaire) d'une épaisseur comprise entre 6 cm et 9 cm.

Il existe deux classes de couche de base. La couche de base standard (Bc1), ou de liaison dont

l'épaisseur est comprise entre 8 cm et 12 cm. La couche de base optionnelle (Bc2) dont l'épaisseur est comprise entre 12 cm et 15 cm.

Comme expliqué dans le chapitre 2, chaque type de couche utilise généralement un type d'enrobé différent et est posé à une épaisseur différente. Par conséquent, la quantité d'énergie de compactage sera différente pour chaque couche.

[COUVERTURE BASÉE SUR LA LARGEUR DE CYLINDRE]

Le rapport entre la largeur de cylindre et la largeur de la couche est d'une importance considérable. Afin d'optimiser la productivité du processus de pose, la largeur de cylindre doit être suffisante pour qu'un compacteur puisse couvrir la largeur de la couche en trois passes superposées au plus. On suppose que le recouvrement est d'au moins 15 cm. Si le compacteur disponible ne peut pas couvrir la largeur de la couche en trois passes superposées, alors des compacteurs supplémentaires doivent être utilisés en complément.

Utilisez ce tableau comme guide pour déterminer le nombre de compacteurs d'une largeur de cylindre donnée nécessaires pour couvrir différentes largeurs de pose. Les zones grisées indiquent qu'il est nécessaire d'ajouter au moins un compacteur, ou d'utiliser un compacteur avec des cylindres plus larges, afin de satisfaire aux exigences de production. Par exemple, un compacteur avec des cylindres d'une largeur de 170 cm sera efficace sur des revêtements d'une largeur maximale de 4,5 m.

NOMBRE DE COMPACTEURS REQUIS PAR LA LARGEUR DE LA ROUTE (COUVERTURE)

Largeur de pose (mètres)	Largeur du cylindre				
	150 mm	170 mm	200 mm	210 mm	300 mm
3.3	1	1	1	1	1
3.6	1	1	1	1	1
3.9	1	1	1	1	1
4.2	2	1	1	1	1
4.5	2	1	1	1	1
4.8	2	2	1	1	1
5.1	2	2	1	1	1
5.4	2	2	1	1	1
5.7	2	2	2	1	1
6	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	1
8	2	2	2	2	1
9	3	2	2	2	2

Remarque : Les compacteurs équipés de cylindres déportés, leur permettant d'atteindre la largeur maximale, ne sont recommandés que pour le compactage des couches de roulement fines.

[CLASSIFICATION DES COMPACTEURS]

Selon le système de classification utilisé en France, les compacteurs tandem vibrants sont classés en fonction de la charge linéaire statique par cylindre et de l'amplitude des cylindres. La formule de classification s'exprime ainsi : charge linéaire en kilogrammes par centimètre multipliée par la racine

carrée de l'amplitude nominale.

La plupart des compacteurs vibrants disposent de plusieurs amplitudes. Par conséquent, la classification peut changer en cas de modification de l'amplitude d'un compacteur.

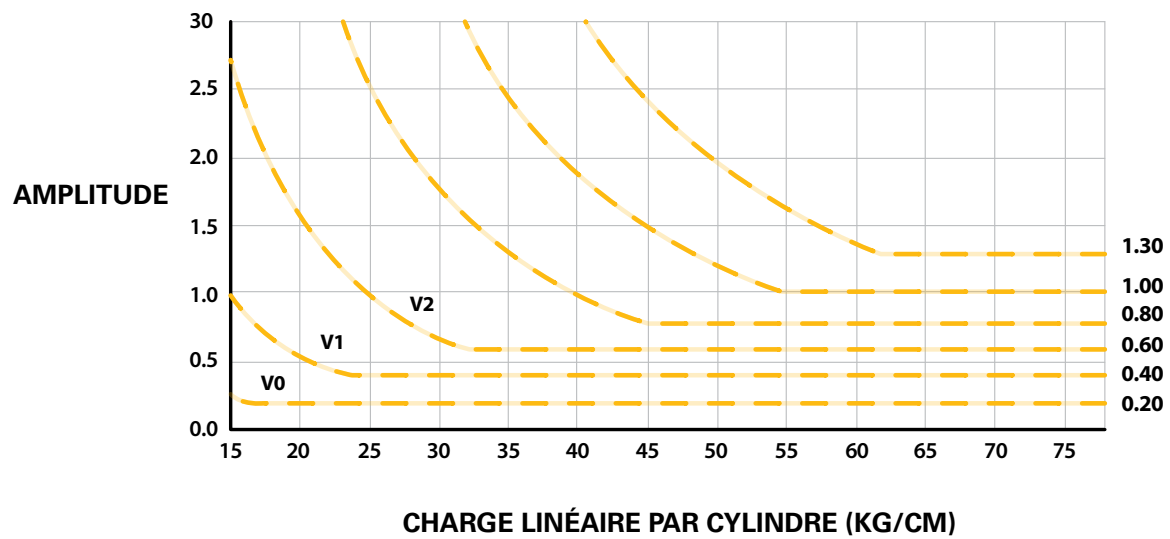
Exemple de compacteur vibrant

4 680 kg (poids au niveau du cylindre) / 170 cm (largeur du cylindre) = 27,5 kg/cm
 27,5 kg/cm x racine carrée de 0,62 mm = 21,7
 21,7 = Classe V1

[CLASSIFICATION DES COMPACTEURS VIBRANTS]

Le compacteur du tableau a trois amplitudes. Un changement d'amplitude entraîne une modification de la classification du compacteur. La classe VO présente une quantité relativement faible d'énergie de compactage. La classe V1 présente une quantité moyenne d'énergie de compactage. La classe V2 présente une quantité élevée d'énergie de compactage.

Plage	Bas	Moyen	Haut
amplitude (AO) (mm)	0.34	0.80	1.05
poids au niveau du cylindre (kg/cm)	27.50	27.50	27.50
poids x racine carrée de AO =	16.04	24.60	28.18
classification	VO	V1	V2



Ce graphique illustre les plages des différentes classes de compacteur, en fonction de la charge linéaire par cylindre et l'amplitude. Pour des raisons pratiques, seules trois plages de classification sont utilisées dans la spécification méthodologique : V0, V1 et V2.

Il existe deux classes de compacteurs pneumatiques. La formule pour la classification des compacteurs pneumatiques s'exprime ainsi : poids total en tonnes divisé par le nombre de roues.

Exemple de compacteur pneumatiques

21 tonnes (poids de l'engin) / 7 (nombre de roues) = 3 tonnes/roue
 3 tonnes/roue = Classe P1

Classes de compacteur pneumatiques

Class	Poids par roue
P0	Supérieur à 1,5 t et inférieur à 2,5 t
P1	Supérieur à 2,5 t et inférieur à 4,0 t

	Wc1		Wc2		Ic		Bc1		Bc2	
	passes	km/h	passes	km/h	passes	km/h	passes	km/h	passes	km/h
classe P0	18	6								
classe P1	14	6	20	6						
classe V2			4	4	5	4	15	4	25	3
classe V1	4	4	8	4	7	4				
classe V0	7	4								

[SÉLECTION DES CLASSES D'ENGIN]

Le but de la spécification méthodologique est de réunir les informations relatives aux classes d'engin et aux types de couche dans un tableau de référence, qui servira ensuite de guide pour sélectionner le type de compacteur, le nombre de passes et la vitesse de travail.

En haut du tableau se trouvent les cinq types de couche : la couche de roulement fine (Wc1) ; la couche de roulement épaisse (Wc2) ; la couche de liaison (Ic) ; la couche de base standard (Bc1) ; et la couche de base épaisse (Bc2).

Les classes d'engin sont indiquées sur la gauche du tableau. P0 représente les compacteurs sur pneus légers. P1 représente les compacteurs sur pneus lourds. Les trois classes de compacteur vibrant se répartissent entre l'énergie de vibration la plus forte (V2), l'énergie de vibration moyenne (V1) et l'énergie de vibration la plus faible (V0).

Pour les couches de roulement fines (Wc1), un compacteur pneumatiques de classe P0 doit effectuer 18 passes à une vitesse de 6 kilomètres à l'heure. En cas d'utilisation d'un compacteur pneumatiques de classe P1, il faudra effectuer 14

passes à six kilomètres à l'heure. Un compacteur vibrant de classe V1 doit effectuer quatre passes à 4 quatre kilomètres à l'heure. Un compacteur vibrant de classe V0 doit effectuer sept passes à 4 kilomètres à l'heure. Notez que les classes V2 ne sont pas autorisées à compacter les couches de roulement fines.

Les compacteurs à pneumatiques de classe P0 ne sont pas autorisés à compacter les couches de roulement épaisses (Wc2). Les compacteurs pneumatiques de classe P1 doivent effectuer 20 passes à 6 kilomètres à l'heure. Les compacteurs vibrants de classe V2 doivent effectuer quatre passes à 4 kilomètres à l'heure. Les compacteurs vibrants de classe V1 doivent effectuer huit passes à 4 kilomètres à l'heure. Le tableau fournit des indications particulières pour chaque classe d'engin sur chaque type de couche de revêtement.

D'autres outils, tels que l'application Cat® Interactive Production Calculator, peuvent aider à déterminer le nombre de compacteurs nécessaires en fonction de la vitesse de pose, de la largeur de la couche et de la largeur de cylindre du compacteur.

CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage
Vitesse du finisseur
Compactage
Matériau utilisé
Pente
Épaisseur
Résumé du travail
Légal

Sortie

Modèle de compacteur: [Cliquer pour sélectionner un autre modèle] [**CB534D**]

Type de couche: [Sélectionner un type de couche] [**Roulement standard – 6 à 9 cm**]

Entrées générales

Productivité d'une centrale à chaud:	[160] tonnes/hr
Épaisseur de pose:	[65] mm
Largeur de pose:	[4.00] meter
Largeur réelle du cylindre:	[170] cm
[Cliquer pour modifier le taux d'efficacité du compacteur]	[77] %
Vitesse du compacteur réelle:	[4] km/h
Nombre total de passes:	[4]

Nombre de compacteurs nécessaires (en fonction de la largeur): [**1**]

Nombre de compacteurs nécessaires (en fonction de la vitesse): [**1**]

Nombre de compacteurs nécessaires : [**1**]

Une version de l'application Cat Interactive Production Calculator a été programmée avec les formules et les exigences de la spécification méthodologique du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, situé à Paris pour la sélection des compacteurs et des plans de compactage. Dans le premier exemple, la productivité est de 160 tonnes à l'heure. Le chantier concerne la pose d'une couche de roulement d'épaisseur standard à une épaisseur de 65 mm, sur une largeur de 4 mètres. Le nombre de passes et la vitesse de travail sont automatiquement sélectionnés en se basant sur les tableaux de la spécification méthodologique. L'application a calculé qu'un compacteur équipé d'un cylindre d'une largeur de 170 cm sera en mesure de satisfaire aux exigences de couverture et de production. Que se passerait-il si la productivité était augmentée?



CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage	Modèle de compacteur: [Cliquer pour sélectionner un autre modèle] [CB534D]
Vitesse du finisseur	Type de couche: [Sélectionner un type de couche] [roulement standard – 6 à 9 cm]
Compactage	Entrées générales
Matériau utilisé	Productivité d'une centrale à chaud: [200] tonnes/hr
Pente	Épaisseur de pose: [65] mm
Épaisseur	Largeur de pose: [4.00] meter
Résumé du travail	Largeur réelle du cylindre: [170] cm
Légal	[Cliquer pour modifier le taux d'efficacité du compacteur] [77] %
	Vitesse du compacteur réelle: [4] km/h
	Nombre total de passes: [4]
	Nombre de compacteurs nécessaires (en fonction de la largeur): [1]
	Nombre de compacteurs nécessaires (en fonction de la vitesse): [2]
Sortie	Nombre de compacteurs nécessaires : [2]

Si la productivité horaire passe de 160 tonnes à 200 tonnes à l'heure, l'application indique que deux compacteurs seront nécessaires pour satisfaire aux nouvelles exigences de production. Rappelez-vous que l'application est programmée pour sélectionner la vitesse de travail et le nombre de passes en fonction du type et de l'épaisseur de la couche.



CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage	Modèle de compacteur: [Cliquer pour sélectionner un autre modèle] [CB534D]
Vitesse du finisseur	Type de couche: [Sélectionner un type de couche] [Binder Course (Bc2) - 12 to 15 cm]
Compactage	Entrées générales
Matériau utilisé	Productivité d'une centrale à chaud: [200] tonnes/hr
Pente	Épaisseur de pose: [125] mm
Épaisseur	Largeur de pose: [4.00] meter
Résumé du travail	Largeur réelle du cylindre: [170] cm
Légal	[Cliquer pour modifier le taux d'efficacité du compacteur] [77] %
	Vitesse du compacteur réelle: [4] km/h
	Nombre total de passes: [25]
	Nombre de compacteurs nécessaires (en fonction de la largeur): [1]
	Nombre de compacteurs nécessaires (en fonction de la vitesse): [4]
Sortie	Nombre de compacteurs nécessaires : [4]

Il est intéressant d'examiner le nombre de compacteurs nécessaires si l'on passe à une couche de liaison épaisse (Bc2) posée à une épaisseur de 125 mm. Suivant les spécifications, la vitesse de compactage reste la même, mais le nombre de passes augmente à 25. Le calcul indique que 4 compacteurs équipés de cylindres d'une largeur de 170 cm seront nécessaires pour atteindre la productivité exigée. Et il est également important de rappeler que ces compacteurs doivent être de la classe V2.

Les spécifications méthodologiques sont utilisées dans de nombreux pays et reposent sur la recherche et l'expérience tirée des chantiers. Si des spécifications méthodologiques sont requises, cette exigence sera mentionnée dans les plans du chantier ou dans les directives publiées par l'administration des travaux publics responsable. Consultez toujours les fonctionnaires de l'administration des travaux publics pour obtenir

des réponses si vous avez des questions sur les spécifications méthodologiques.

Les spécifications de résultat final laissent plus de choix aux équipes en charge du travail. La seconde section du chapitre 4 présente les étapes de configuration d'un processus de compactage, en fonction d'une spécification de résultat final.

Section II: SPÉCIFICATIONS DE RÉSULTAT FINAL

[LARGEUR DE CYLINDRE]

Lors de la sélection des compacteurs pour un chantier, une règle générale stipule que les cylindres doivent être suffisamment larges pour couvrir la largeur du revêtement en trois passes superposées au plus. Dans certaines situations, le compacteur aura besoin de plus de trois passes. Si c'est le cas, un autre compacteur doit être ajouté. Cette règle générale s'applique aux chantiers de voies rapides, de chaussées et de rues principales, où la productivité est habituellement un facteur

important. En revanche, cette règle ne s'applique pas aux chantiers de faible envergure (e.g Parking). Le tableau de référence ci-dessous peut être utilisé pour sélectionner la largeur de cylindre correcte reposant uniquement sur une couverture du revêtement en trois passes au plus. Les largeurs de cylindre indiquées sont les mesures minimales et maximales généralement disponibles sur les chantiers à productivité élevée.

Nombre requis de passes superposées par largeur de cylindre**Largeur de pose Cylindre**

Mètres / pieds	140 cm (55")	150 cm (59")	170 cm (67")	200 cm (79")	213cm (84")
2,5 / 8	2	2	2		
2,75 / 9	3	3	2		
3 / 10	3	3	3	2	2
3,35 / 11	3	3	3	2	2
3,7 / 12	(4)	3	3	2	2
4 / 13			3	3	2
4,25 / 14			3	3	3
4,5 / 15				3	3
4,8 / 16				3	3
5,2 / 17				3	3
5,5 / 18					3

Remarque 1 : Les modèles avec cylindre plus large ne sont pas recommandés sur des largeurs de revêtement plus étroites (inférieures à 3 m / 10'), car ils pourraient provoquer une déformation du revêtement lors des virages des cylindres larges sur les revêtements étroits.

Remarque 2 : Certains compacteurs tandem sont équipés de cylindres déportés. Les cylindres déportés augmentent significativement la largeur de couverture des compacteurs. Par exemple, le Cat CD54 est doté de cylindres d'une largeur de 170 cm (67"). Avec les cylindres déportés au maximum, la largeur de compactage du CD54

est de 300 cm (118"). Caterpillar recommande d'utiliser les cylindres déportés uniquement sur des revêtements d'une épaisseur inférieure à 50 mm (2"), si vous devez respecter une spécification de densité pendant la phase initiale de compactage.

La largeur de cylindre est plus importante pour le premier compacteur opérant derrière le finisseur. En général, le processus de compactage est divisé en trois phases: initiale, intermédiaire et de finition. Différents types d'équipement de compactage et différentes techniques de compactage sont utilisées pendant chaque phase.

[COMPACTAGE INITIAL]

Le compactage initial est la première étape du processus de compactage et il a pour but d'atteindre la plus grande partie de la densité cible du revêtement. Par exemple, si la densité cible pour le compactage final est égale à 95% de la densité théorique maximale, la phase initiale doit produire au moins 91% à 93% de la densité théorique maximale.

Le compactage initial doit commencer à la plus haute température possible du revêtement supportant le poids du compacteur sans déformer le revêtement. Rappelez-vous qu'une fois que

le revêtement commence à refroidir, le ciment bitumineux du mélange se rigidifie et qu'il devient plus difficile d'obtenir la densité requise. Pour cette raison, le compactage initial doit se produire au plus près du finisseur. Le finisseur et le ou les compacteurs de phase initiale doivent avoir la même productivité.

Remarque : Les vitesses de pose mentionnées dans cette section prennent en compte l'utilisation de tables de pose vibrantes, mais pas l'utilisation de tables de pose vibrantes et dameuses.



Le compacteur de phase initiale travaille à proximité du finisseur.



Des compacteurs tandem vibrants sont généralement utilisés pour le compactage initial.

Les compacteurs vibrants à cylindre en acier sont en général sélectionnés pour le compactage initial. Puisque les compacteurs vibrants combinent poids et choc, ils possèdent en général la plus haute productivité. Les compacteurs pneumatiques sont parfois utilisés pour le compactage initial des couches de base ou de liaison.

Les compacteurs vibrants ont différentes caractéristiques de vibration et différentes largeurs de cylindre. La façon dont vous configurez le système vibrant affecte la façon dont le compacteur de phase initiale s'adapte à la production du finisseur. Quelques exemples issus de l'application Cat Interactive Production Calculator permettent d'illustrer ce point.

CALCULATEUR DE LA VITESSE DU FINISSEUR

Camionnage	Entrées Générales		
Vitesse du finisseur	Épaisseur de pose:	[2.00] in	[50.8] mm
Compactage	Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter
Cordon	Densité du matériau non compacté:	[130] lbs/ft ³	[2082] kg/m ³
Rendement	Vitesse Du Finisseur Pour Une Productivité Donnée		
Pente	Productivité d'une centrale à chaud:	[200] tonnes/hr	[181] tonnes/hr
Épaisseur	Vitesse de pose calculée – 100 % d'efficacité:	[25.6] ft/min	[7.81] m/min
Résumé du travail	Vitesse de pose calculée – 95 % d'efficacité:	[26.9] ft/min	[8.20] m/min
Légal	Vitesse de pose calculée – 90 % d'efficacité:	[28.2] ft/min	[8.59] m/min
	Vitesse de pose calculée – 85 % d'efficacité:	[29.4] ft/min	[8.98] m/min
	Vitesse de pose calculée – 80 % d'efficacité:	[30.7] ft/min	[9.37] m/min
	Vitesse de pose calculée – 75 % d'efficacité:	[32.0] ft/min	[9.76] m/min
Sortie	Vitesse de pose effective:	[25.6] ft/min	[7.81] m/min

Dans cet exemple, la productivité est de 181 tonnes à l'heure. La largeur du revêtement est de 3,66 mètres (12') et son épaisseur est de 50 mm (2"). Le poids de l'enrobé lors de son passage sous la table de pose (énergie de vibration uniquement) est de 2 082 kg/m³ (130 lb/pi.³). Si un convoyeur de matériau est utilisé sur le chantier, la vitesse de pose réelle peut tomber à 7,8 mètres par minute (25,6 pieds par minute). Si l'enrobé est transféré directement des unités de transport au finisseur, la vitesse de pose réelle est estimée à 9,8 mètres par minute (32 pieds par minute). Avec un rendement de 75%, la vitesse effective est de 7,8 mètres par minute (25,6 pieds par minute). Par conséquent, la productivité du compacteur initial doit être suffisamment élevée pour être adaptée à la vitesse de pose effective.



CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage	Modèle de compacteur: [Cliquer pour sélectionner un autre modèle] [CB54]															
Vitesse du finisseur	Entrées générales															
Compactage	<table border="1"> <tr> <td>Largeur de pose:</td> <td>[12.00] feet</td> <td>[3.658] meter</td> </tr> <tr> <td>Largeur réelle du cylindre:</td> <td>[67] in</td> <td>[170.18] cm</td> </tr> <tr> <td>Quantité de recouvrement:</td> <td>[6.0] in</td> <td>[15.2] cm</td> </tr> <tr> <td>Vitesse du vibreur:</td> <td>[2520] VPM</td> <td>[2520] VPM</td> </tr> <tr> <td>Chocs (recommandé):</td> <td>[11] per ft</td> <td>[36] per m</td> </tr> </table>	Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter	Largeur réelle du cylindre:	[67] in	[170.18] cm	Quantité de recouvrement:	[6.0] in	[15.2] cm	Vitesse du vibreur:	[2520] VPM	[2520] VPM	Chocs (recommandé):	[11] per ft	[36] per m
Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter														
Largeur réelle du cylindre:	[67] in	[170.18] cm														
Quantité de recouvrement:	[6.0] in	[15.2] cm														
Vitesse du vibreur:	[2520] VPM	[2520] VPM														
Chocs (recommandé):	[11] per ft	[36] per m														
Cordon	Nombre de passes pour couvrir la largeur du revêtement en une fois [3]															
Rendement	Nombre de passes répétées (d'après les bandes d'essai): [2]															
Pente	Nombre total de passes: [7]															
Épaisseur	Taux d'efficacité du compacteur (recommandé 75-85 %): [80] %															
Résumé du travail	Vitesse du finisseur efficace															
Légal	<table border="1"> <tr> <td>Vitesse du compacteur réelle:</td> <td>[229] fpm</td> <td>[70] mpm</td> <td>[25.6] ft/min</td> </tr> <tr> <td>Vitesse du compacteur effective*:</td> <td>[26] fpm</td> <td>[8] mpm</td> <td>[7.81] m/min</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>[% = 102]</td> </tr> </table>	Vitesse du compacteur réelle:	[229] fpm	[70] mpm	[25.6] ft/min	Vitesse du compacteur effective*:	[26] fpm	[8] mpm	[7.81] m/min				[% = 102]			
Vitesse du compacteur réelle:	[229] fpm	[70] mpm	[25.6] ft/min													
Vitesse du compacteur effective*:	[26] fpm	[8] mpm	[7.81] m/min													
			[% = 102]													

* La vitesse effective du compacteur doit être d'au moins 100 %, mais non supérieure à 115 % de la vitesse effective du finisseur.

Dans cet exemple, le compacteur d'enrobé disponible est un Caterpillar CB54. Le CB54 possède des cylindres d'une largeur de 170 cm (67") et peut couvrir le revêtement en trois passes superposées. Une basse fréquence de 42 Hz (2 520 vibrations à la minute) a été sélectionnée. À partir d'un test sur des bandes d'essai avec un enrobé similaire, l'on estime que deux passes répétées donneront la densité cible pour la phase initiale. Trois passes superposées plus deux passes répétées créent un plan à sept passes. Un taux d'efficacité de 80% tient compte des arrêts pour le ravitaillement en eau et des arrêts du compacteur pour les inversions de sens. Une vitesse de travail réelle de 70 mètres par minute (229 pieds par minute) correspondra à la vitesse de pose effective. L'application indique également que l'intervalle de choc est bien compris dans la plage souhaitée, qui est de 26 à 46 impacts par mètre (8-14 impacts par pied).



CALCULATEUR DE LA VITESSE DU FINISSEUR

Camionnage	Entrées Générales		
Vitesse du finisseur	Épaisseur de pose:	[2.00] in	[50.8] mm
Compactage	Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter
Cordon	Densité du matériau non compacté:	[130] lbs/ft ³	[2082] kg/m ³
Rendement	Vitesse Du Finisseur Pour Une Productivité Donnée		
Pente	Productivité d'une centrale à chaud:	[276] tonnes/hr	[181] tonnes/hr
Épaisseur	Vitesse de pose calculée – 100 % d'efficacité:	[35.4] ft/min	[10.80] m/min
Résumé du travail	Vitesse de pose calculée – 95 % d'efficacité:	[37.2] ft/min	[11.34] m/min
Légal	Vitesse de pose calculée – 90 % d'efficacité:	[38.9] ft/min	[11.88] m/min
	Vitesse de pose calculée – 85 % d'efficacité:	[40.7] ft/min	[12.42] m/min
	Vitesse de pose calculée – 80 % d'efficacité:	[42.5] ft/min	[12.96] m/min
	Vitesse de pose calculée – 75 % d'efficacité:	[44.2] ft/min	[13.50] m/min
Sortie	Vitesse de pose effective:	[35.4] ft/min	[10.80] m/min

Que se passerait-il si la productivité était supérieure, par exemple de 250 tonnes à l'heure (275 tonnes impériales à l'heure)? Le calcul de la vitesse du finisseur indique que la vitesse de pose augmente en fonction de l'augmentation du tonnage horaire, en considérant que l'épaisseur de la couche et sa largeur ne sont pas modifiées. Après avoir augmenté la production horaire à 250 tonnes à l'heure (275 tonnes impériales à l'heure), la vitesse effective passe à 10,8 mètres par minute (35,4 pieds par minute).



CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage	Modèle de compacteur: [Cliquer pour sélectionner un autre modèle] [CB54]
Vitesse du finisseur	Entrées générales
Compactage	Largeur de pose: [12.00] feet [3.658] meter
Cordon	Largeur réelle du cylindre: [67] in [170.18] cm
Rendement	Quantité de recouvrement: [6.0] in [15.2] cm
Pente	Vitesse du vibreur: [2520] VPM [2520] VPM
Épaisseur	Chocs (recommandé): [8] per ft [26] per m
Résumé du travail	Nombre de passes pour couvrir la largeur du revêtement en une fois [3]
Légal	Nombre de passes répétées (d'après les bandes d'essai): [2]
	Nombre total de passes: [7]
	Taux d'efficacité du compacteur (recommandé 75-85 %): [80] %
	Vitesse du finisseur efficace
Sortie	Vitesse du compacteur réelle: [229] fpm [70] mpm [35.4] ft/min
	Vitesse du compacteur effective*: [36] fpm [11] mpm [10.80] m/min
	[% = 102]

* La vitesse effective du compacteur doit être d'au moins 100 %, mais non supérieure à 115 % de la vitesse effective du finisseur.

Ensuite, il est important de déterminer si le compacteur de phase initiale peut maintenir cette productivité plus élevée. La vitesse de travail réelle du compacteur a été augmentée à 96 mètres par minute (315 pieds par minute) pour correspondre à la vitesse de pose effective. En conservant la fréquence de vibration de 42 Hz (2 520 vibrations par minute) tout en augmentant la vitesse de travail à 96 mètres par minute (315 pieds par minute), l'intervalle créé est de 26 impacts du cylindre par mètre (8 impacts par pied). Cet intervalle entre les impacts est le minimum autorisé. Si possible, il sera préférable d'utiliser un intervalle de impact plus court. L'un des façons de modifier l'intervalle de impact consiste à augmenter la fréquence tout en conservant la même vitesse de travail.



CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage	Modèle de compacteur:	[Cliquer pour sélectionner un autre modèle]		[CB54]
Vitesse du finisseur	Entrées générales			
Compactage	Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter	
Cordon	Largeur réelle du cylindre:	[67] in	[170.18] cm	
Rendement	Quantité de recouvrement:	[6.5] in	[16.5] cm	
Pente	Vitesse du vibreur:	[3800] VPM	[3800] VPM	
Épaisseur	Chocs (recommandé):	[12] per ft	[39] per m	
Résumé du travail	Nombre de passes pour couvrir la largeur du revêtement en une fois	[3]		
Légal	Nombre de passes répétées (d'après les bandes d'essai):	[2]		
	Nombre total de passes:	[7]		
	Taux d'efficacité du compacteur (recommandé 75-85 %):	[80] %		
		Vitesse du finisseur efficace		
	Vitesse du compacteur réelle:	[317] fpm	[97] mpm	[35.4] ft/min
Sortie	Vitesse du compacteur effective*:	[36] fpm	[11] mpm	[10.80] m/min
		[% = 102]		

* La vitesse effective du compacteur doit être d'au moins 100 %, mais non supérieure à 115 % de la vitesse effective du finisseur.

Le CB54 est souvent équipé d'une double fréquence. La haute fréquence du CB54 est de 63,3 Hz (3 800 vibrations par minute). Si la haute fréquence est sélectionnée et que la vitesse de travail est définie à 97 mètres par minute (317 pieds par minute), l'intervalle de impact sera de 39 impacts par mètre (12 impacts par pied). Cet intervalle de impact est plus propice à produire une densité uniforme et un uni constant. Une autre solution pour cet exemple pourrait être d'augmenter la largeur de cylindre afin que le compacteur puisse couvrir le revêtement en deux passes superposées, au lieu de trois passes.



CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage	Modèle de compacteur:	[Cliquez pour sélectionner un autre modèle]		CB54 XW
Vitesse du finisseur	Entrées générales			
Compactage	Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter	
Cordon	Largeur réelle du cylindre:	[79] in	[200.66] cm	
Rendement	Quantité de recouvrement:	[6.5] in	[16.5] cm	
Pente	Vitesse du vibreur:	[2520] VPM	[2520] VPM	
Épaisseur	Chocs (recommandé):	[11] per ft	[36] per m	
Résumé du travail	Nombre de passes pour couvrir la largeur du revêtement en une fois	[2]		
Légal	Nombre de passes répétées (d'après les bandes d'essai):	[2]		
	Nombre total de passes:	[7]		
	Taux d'efficacité du compacteur (recommandé 75-85 %):	[80] %		
		Vitesse du finisseur efficace		
	Vitesse du compacteur réelle:	[229] fpm	[70] mpm	[35.4] ft/min
	Vitesse du compacteur effective*:	[37] fpm	[11] mpm	[10.80] m/min
				[% = 105]

* La vitesse effective du compacteur doit être d'au moins 100 %, mais non supérieure à 115 % de la vitesse effective du finisseur.

Un compacteur équipé d'un cylindre d'une largeur de 200 cm (79"), si disponible, couvrira les 3,66 m (12') du revêtement en deux passes superposées, au lieu de trois passes. La largeur de cylindre supplémentaire modifie le plan de compactage, qui passe de sept à cinq passes. La vitesse de travail diminue à 70 mètres à la minute (229 pieds par minute). La fréquence vibratoire revient à 42 Hz (2 520 vibrations par minute). Cette vitesse de travail produit un intervalle n'impact plus acceptable, soit 36 impacts par mètre (11 impacts par pied).

Rappelez-vous qu'une basse fréquence est toujours associée à une amplitude plus grande. En général, vous atteindrez la densité cible plus rapidement en utilisant une basse fréquence et une amplitude moyenne à haute sur des revêtements d'une épaisseur de 50 mm (2") ou plus.

La sélection du compacteur correct pour la phase initiale de compactage est essentielle pour obtenir une densité uniforme et acceptable. Une planification d'avant-projet est nécessaire pour s'assurer que le compacteur sera en adéquation avec la vitesse du finisseur.

[COMPACTAGE INTERMÉDIAIRE]

Le compactage intermédiaire se déroule immédiatement après la phase initiale sur la plupart des enrobés. Le compactage intermédiaire a pour objectif de créer la densité cible finale dans le revêtement et de commencer à éliminer les marques laissées par le compacteur de phase initiale.

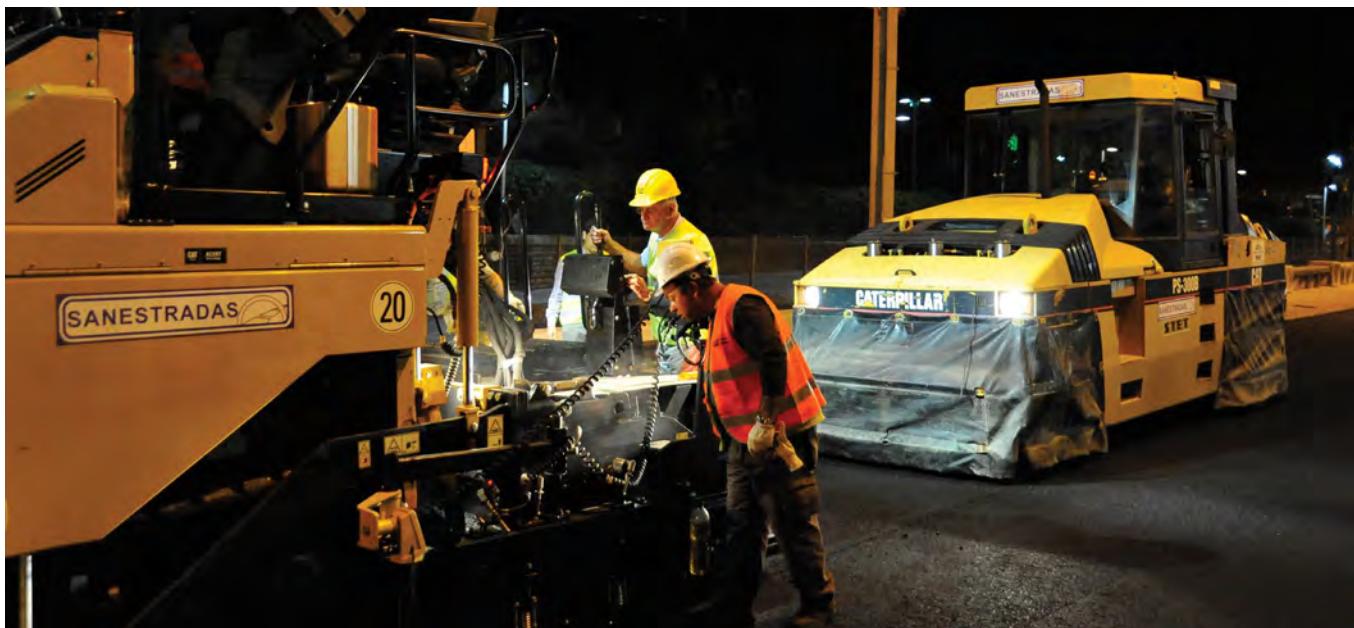
Le revêtement doit être suffisamment chaud pour permettre un certain mouvement du granulat et, par conséquent, les compacteurs intermédiaires travaillent dans la zone de température située juste après la zone de température initiale. En fonction de l'épaisseur du revêtement, vous devez faire attention à la quantité et au type de force appliquée.

Rappelez-vous que le revêtement, dans la phase intermédiaire, est déjà très proche de la densité cible finale et que vous essayez d'augmenter cette densité d'un à trois pour cent.

Les compacteurs pneumatiques sont un choix courant pour le compactage intermédiaire car ils peuvent exercer une pression statique importante sans exercer une force d'impact. Le type de compacteur pneumatique sélectionné pour la phase intermédiaire dépend de l'épaisseur du revêtement et de la formule de l'enrobé.

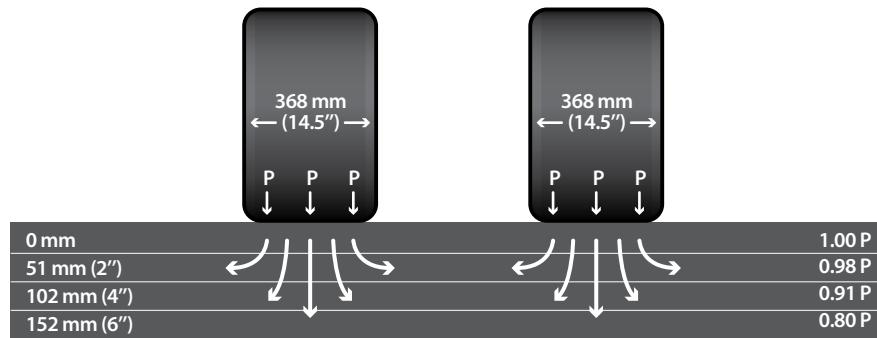


Le compactage intermédiaire suit de près la phase initiale.



Les compacteurs à pneumatiques peuvent exercer des forces élevées sans produire une force de choc.

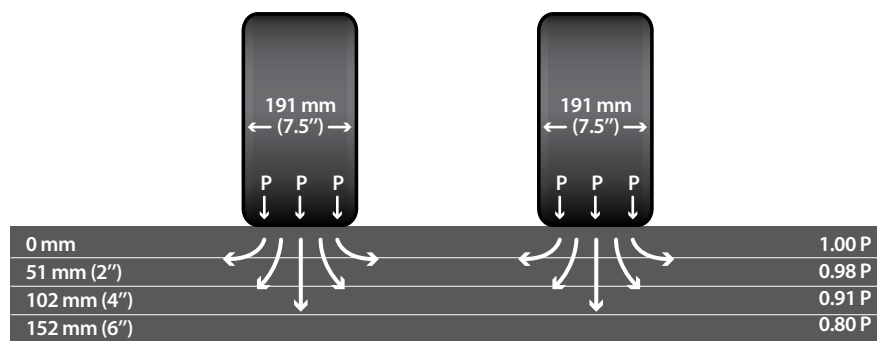
RÉPARTITION DE LA PRESSION DES PNEUS LARGES



Pour le compactage d'un revêtement dur et épais, un compacteur sur pneus larges est le meilleur choix. Les pneus larges peuvent résister à des charges beaucoup plus importantes que celles qui sont nécessaires pour obtenir la densité finale dans des enrobés durs, qui se caractérisent par des granulats de grande taille. Notez que, même

à une profondeur de 100 mm (4"), la pression de compactage est efficace jusqu'à 90%. Les compacteurs sur pneus larges sont un bon choix pour les couches de base et de liaison, qui sont normalement les couches les plus épaisses d'une structure de revêtement.

RÉPARTITION DE LA PRESSION DES PNEUS ÉTROITS



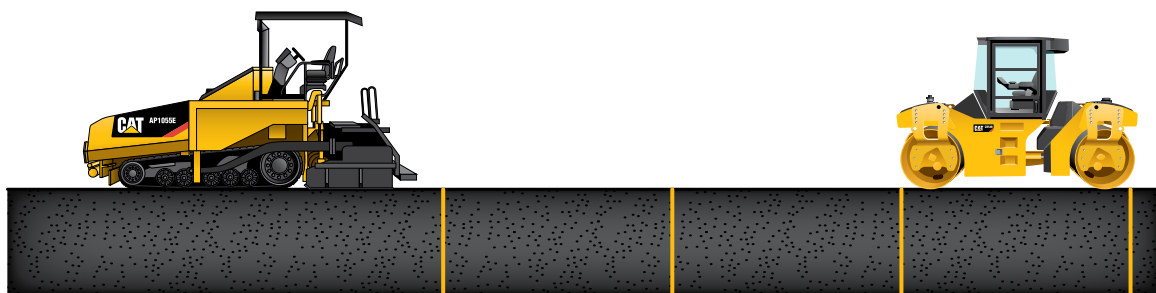
Les compacteurs sur pneus étroits exercent une forte pression de contact au sol, mais cette pression est plus efficace sur des revêtements fins et rigides. Notez que la pression diminue rapidement lorsque l'épaisseur du revêtement

dépasse 50 mm (2"). Les compacteurs sur pneus étroits sont un bon choix pour les couches de roulement, qui sont généralement les plus fines et composées des matériaux les plus durs.

Si des compacteurs tandem vibrants à cylindre en acier sont sélectionnés pour la phase intermédiaire du compactage, faites attention de ne pas utiliser une force d'impact trop importante. Le revêtement est déjà proche de la densité finale, et une haute fréquence associée à la plus petite amplitude est probablement la combinaison la plus adaptée à la situation. En outre, la température du revêtement dans la zone intermédiaire aura baissé à environ 110 °C (230 °F). Des vibrations agressives sur des revêtements froids peuvent entraîner des marques d'impact, qui ne seront pas éliminées pendant la phase de finition, ou faire remonter en surface les granulats concassés.



Les compacteurs vibrants utilisés dans la phase intermédiaire sont réglés sur une faible amplitude.



Le compacteur de finition peut passer une heure après le finisseur, là où le revêtement est froid.

[COMPACTAGE DE FINITION]

Le compactage de finition est la phase finale. Le principal objectif de la phase de finition est d'éliminer toutes les marques d'arrêt du cylindre ou les marques de pneus. Il est possible, pendant la phase de finition, d'obtenir de petits gains de densité. Cependant, prévoir d'obtenir davantage de densité pendant la phase de finition est risqué.

La phase de finition se déroule normalement lorsque le revêtement est encore suffisamment

chaud pour permettre d'éliminer les marques en surface. Si le compacteur de finition laisse lui-même des marques d'arrêt, c'est que le revêtement est encore trop chaud et il faudra retarder davantage le compactage final. Il est courant que le compacteur de finition passe une heure après le finisseur. Les opérateurs du compacteur de finition ont à bord des sondes de température ou des scanners thermiques manuels pour les aider à rester dans la zone de température correcte.

Les compacteurs tandem en mode statique sont les compacteurs de finition les plus communs. Rappelez-vous que plus la largeur de cylindre est étroite, plus la force statique exercée sera importante. Il est habituel d'utiliser de petits compacteurs pendant la phase de finition.

Aucune vibration ne doit être utilisée pendant la phase de finition. Si une densité supplémentaire est requise, ce problème doit être traité pendant les phases initiales et intermédiaires. L'objectif de la phase de finition est l'uni du revêtement, et non les gains de densité. Le compacteur de finition doit effectuer des passes longues et lentes pour rendre le revêtement plus lisse. Si la phase de finition est terminée sur une portion du revêtement et que le compacteur de finition doit stationner et attendre, placez-le uniquement sur une portion du revêtement ou sur une surface adjacente suffisamment froide pour supporter l'engin sans déformer le revêtement.



Les compacteurs tandem en mode statique sont communs pendant la phase de finition.

[BANDES D'ESSAI]

Sur de nombreux chantiers, l'administration des travaux publics exigera qu'une bande d'essai soit compactée avec succès avant de commencer le chantier à plein régime. Les exigences des bandes d'essai varient fortement d'un pays à l'autre. En général, la bande d'essai permet de vérifier que l'enrobé produit est conforme à sa formule, que l'équipement de pose met en place un revêtement satisfaisant et que l'équipement de compactage sélectionné obtienne la densité spécifiée.

Une bande d'essai peut être un élément séparé ou une partie du chantier de revêtement. Elle est constituée du tonnage approprié permettant de réaliser les essais demandés. Dans ce manuel, seul le test de densité est concerné.

Pour réaliser la bande d'essai, le technicien du contrôle qualité ou le superviseur doit disposer d'un appareil de mesure de température précis pour déterminer la température et d'une jauge calibrée pour mesurer la densité. L'équipement de compactage utilisé sur la bande d'essai doit être le même que l'équipement prévu pour le chantier.

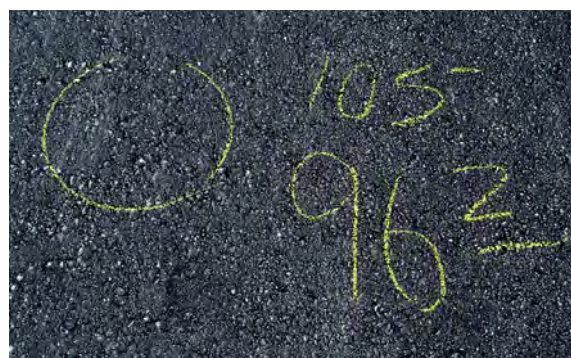
Le technicien du contrôle qualité ou le superviseur doit avoir prévu un plan de compactage pour chaque phase de compactage, et il doit avoir sélectionné l'amplitude et la fréquence de vibration, ainsi que la vitesse de travail du compacteur initial. Les caractéristiques de vibration sont déterminées en fonction du type d'enrobé, de l'épaisseur de la couche d'enrobé et de la vitesse de travail du finisseur.

Dès que le finisseur part du joint de départ, commencez à collecter les données. Une fois que le finisseur a atteint la vitesse de pose prévue et que le revêtement présente l'épaisseur correcte, vérifiez la température du revêtement directement derrière la table de pose. Tout au long de la bande d'essai, continuez à vérifier et à relever la température du revêtement. Une température constante du revêtement est l'une des clés pour créer une densité régulière dans le revêtement. Si l'enrobé utilisé pour le chantier présente une zone sensible, vous pourrez relever la température au début de la zone sensible et la température à la fin de la zone sensible.



Vérifiez la densité du revêtement déposé par la table de pose avant le début du processus de compactage. En connaissant la densité de la couche déposée par la table de pose, il vous sera plus facile de sélectionner l'amplitude et le nombre de passes nécessaires pour atteindre la densité requise. Contrôlez la densité de la couche mise en place par la table de pose en plusieurs endroits, sur toute la largeur du revêtement.

Vérifiez la densité du revêtement après chaque passe effectuée par le compacteur de phase initiale.



Sur la bande d'essai, il arrive parfois que la vérification de la densité du revêtement avant le compactage initial soit négligée. Les valeurs de densité et les températures écrites sur le revêtement aident les opérateurs de compacteur.

Astuce: Lorsque vous placez la jauge de densité sur le revêtement pour effectuer le premier contrôle de densité, faites un repère à la craie autour de la base de la jauge. Les repères à la craie vous aideront à replacer la jauge exactement au même endroit après chaque passe.

MÉTHODES

Continuez à faire des passes avec le compacteur de phase initiale jusqu'à atteindre l'objectif souhaité. Regardons un exemple de bande d'essai pour un chantier autoroutier.

[SPÉCIFICATIONS DE DENSITÉ]

Densité minimale	92% de la densité théorique maximale
Densité cible:	93,5% à 95,5% de la densité théorique maximale

[CARACTÉRISTIQUES DU PROJET]

Enrobé:	25 mm (1") dense graded
Ciment bitumineux:	5.8% polymer-modified oil
Épaisseur de pose:	80 mm (3.1")
Largeur de pose:	3.66 m (12')
Densité de la couche mise en place par la table de pose:	80% de la densité théorique maximale
Température du revêtement:	149 °C (300 °F)

[CARACTÉRISTIQUES DE VIBRATION, PHASE INITIALE]

Largeur de cylindre:	200 cm (79")
Statique linéaire:	29,7 kg/cm (166 lb/po.)
Amplitude:	0.78 mm (0.031")
Fréquence:	42 Hz (2 520 vibrations à la minute)

[RÉSULTATS DE LA BANDE D'ESSAI, PHASE INITIALE]

Passe Un:	84%
Passe Deux:	87%
Passe Trois:	90%
Passe Quatre:	92%

[CARACTÉRISTIQUES DE VIBRATION, PHASE INTERMÉDIAIRE]

Largeur de cylindre:	200 cm (79")
Statique linéaire:	29,7 kg/cm (166 lb/po.)
Amplitude:	0,30 mm (0,012")
Fréquence:	63,3 Hz (3 800 vibrations à la minute)

[RÉSULTATS DE LA BANDE D'ESSAI, PHASE INTERMÉDIAIRE]

Passe Cinq :	93%
Passe Six:	94%

[CARACTÉRISTIQUES STATIQUES, PHASE DE FINITION]

Largeur de cylindre:	170 cm (67")
Statique linéaire:	31,8 kg/cm (178 lb/po.)

[RÉSULTATS DE LA BANDE D'ESSAI, PHASE DE FINITION]

Passe Sept:	94.5%
Passe Huit:	95.%

Résumé: Quatre passes ont été nécessaires sur la bande d'essai, pendant la phase initiale, pour atteindre la densité minimale acceptable. Deux passes intermédiaires ont ajouté suffisamment de densité pour satisfaire aux exigences du chantier. Le compactage de finition a ajouté 1%. Le processus de compactage a satisfait l'exigence de densité, mais a-t-il répondu à l'exigence de productivité ? Vous pouvez utiliser l'application Cat Interactive Production Calculator pour vérifier si la production du compactage correspond à la production de la pose.

CALCULATEUR DE LA VITESSE DU FINISSEUR

Camionnage	Entrées Générales		
Vitesse du finisseur	Épaisseur de pose:	[3.15] in	[80.0] mm
Compactage	Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter
Cordon	Densité du matériau non compacté:	[127] lbs/ft ³	[2034] kg/m ³
Rendement	Vitesse Du Finisseur Pour Une Productivité Donnée		
Pente	Productivité d'une centrale à chaud:	[220] tons/hr	[200] tonnes/hr
Épaisseur	Vitesse de pose calculée – 100 % d'efficacité:	[18.3] ft/min	[5.58] m/min
Résumé du travail	Vitesse de pose calculée – 95 % d'efficacité:	[19.2] ft/min	[5.86] m/min
Légal	Vitesse de pose calculée – 90 % d'efficacité:	[20.1] ft/min	[6.14] m/min
	Vitesse de pose calculée – 85 % d'efficacité:	[21.0] ft/min	[6.42] m/min
	Vitesse de pose calculée – 80 % d'efficacité:	[22.0] ft/min	[6.70] m/min
	Vitesse de pose calculée – 75 % d'efficacité:	[22.9] ft/min	[6.97] m/min
Sortie	Vitesse de pose effective:	[18.3] ft/min	[5.58] m/min

La productivité prévue pour ce chantier est de 200 tonnes à l'heure (220 tonnes impériales à l'heure). Vous avez vérifié la densité de la couche déposée par la table de pose et vous pouvez, par conséquent, calculer précisément le poids de l'enrobé mis en place par la table de pose. Sur ce chantier, la couche mise en place par la table de pose pèse 2 034 kg/m³ (127 lb/pi.³). La profondeur du revêtement est de 80 mm (3,15") et la largeur du revêtement est de 3,66 mètres (12'). La vitesse de pose effective est donc de 5,58 mètres par minute (18,3' par minute). Vous devez désormais confirmer que le compacteur de phase initiale peut suivre le rythme du finisseur.

CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage
Vitesse du finisseur
Compactage
Cordon
Rendement
Pente
Épaisseur
Résumé du travail
Légal

Modèle de compacteur:

[[Cliquer pour sélectionner un autre modèle](#)]

[**CB54 XW**]

Entrées générales

Largeur de pose:

[**12.00**] feet

[**3.658**] meter

Largeur réelle du cylindre:

[**79**] in

[**200.66**] cm

Quantité de recouvrement:

[**6.0**] in

[**15.2**] cm

Vitesse du vibreur:

[**2520**] VPM

[**2520**] VPM

Chocs (recommandé):

[**12**] per ft

[**38**] per m

Nombre de passes pour couvrir la largeur du revêtement en une fois

[**2**]

Nombre de passes répétées (d'après les bandes d'essai):

[**4**]

Nombre total de passes:

[**9**]

Taux d'efficacité du compacteur (recommandé 75-85 %):

[**80**] %

Vitesse du finisseur efficace

Vitesse du compacteur réelle:

[**210**] fpm

[**64**] mpm

[**18.3**] ft/min

Vitesse du compacteur effective*:

[**19**] fpm

[**6**] mpm

[**5.58**] m/min

[**% = 104**]

* La vitesse effective du compacteur doit être d'au moins 100 %, mais non supérieure à 115 % de la vitesse effective du finisseur.

Le compacteur sélectionné pour la phase initiale est équipé de cylindres d'une largeur de 200 cm (79"). Ce compacteur peut couvrir le revêtement en deux passes superposées. Sur la bande d'essai, quatre passes ont été nécessaires pour atteindre la densité minimale prévue. L'application prévoit alors un modèle à neuf passes. À une vitesse de travail réelle de 64 mètres par minute (210 pieds par minute), le compacteur de phase initiale sera en adéquation avec la vitesse de pose. La fréquence vibratoire a été réglée sur 42 Hz (2 520 vibrations par minute). Dans cet exemple, la fréquence et la vitesse de travail associée produisent 38 chocs par mètre (12 impact par pied). Cet intervalle de impact est idéal pour obtenir un uni et une densité constants.

La bande d'essai a été un succès du point de vue des mesures de densité effectuées sur le terrain. Les carottes extraites de la couche d'enrobé et analysées en laboratoire confirmeront les densités et permettront un calibrage des jauges de densité, si nécessaire.



Des prélèvements de carotte et des analyses de laboratoire apportent la confirmation finale que la densité testée sur la bande d'essai correspond à la densité cible.

[OBTENIR DAVANTAGE DE DENSITÉ SUR LA BANDE D'ESSAI]

- Si le compacteur de phase initiale, en utilisant les réglages de vibration et le plan de compactage sélectionné, n'obtient pas la densité requise, des modifications sont alors nécessaires. Il est parfois possible de continuer à travailler sur la même zone de la bande d'essai, si le revêtement est encore suffisamment chaud. Voici la liste des moyens à mettre en œuvre pour augmenter la densité :
- Ajoutez plus de passes. Vous pouvez ajouter plus de passes uniquement si vous pouvez continuer à suivre la vitesse de pose.
- Augmentez l'amplitude. S'il existe un réglage d'amplitude plus grande et que la couche d'enrobé accepte la force supplémentaire sans provoquer d'à-coups du cylindre, sélectionnez une amplitude plus grande.
- Augmentez la pression des pneus ou le poids du lest. Si un compacteur pneumatiques est utilisé pour le compactage initial, vous pouvez augmenter la force de compactage sans endommager le revêtement.
- Utilisez un compacteur à productivité plus élevée. Si disponible, un compacteur avec des cylindres plus larges ou une plus grande amplitude peut remplacer le compacteur actuel. Un compacteur avec des cylindres plus larges peut couvrir le revêtement en moins de passes superposées et créer un plan de compactage plus rapide, permettant d'ajouter facilement des passes supplémentaires.
- Travaillez plus près du finisseur. En maintenant le compacteur initial très près du finisseur, vous travaillerez sur l'enrobé le plus chaud. Il vous faudra peut-être raccourcir la longueur du plan de compactage pour ce faire.
- Ralentissez la vitesse de travail du compacteur. Une vitesse de travail plus lente produit plus de force sur la zone traitée, car l'intervalle d'impact est plus court. Cette solution part du principe qu'une vitesse plus lente permettra quand même au compacteur de suivre le finisseur.

Résumé: La mise en place d'un processus de compactage et le succès des bandes d'essai nécessitent une planification et la collecte de données. Considérer qu'un processus réussi sur un chantier réussira également sur un autre chantier est très risqué. Bien que l'expérience acquise soit d'une grande utilité, il existe de nombreuses variables qui affectent la densité. Chaque chantier mérite une analyse complète avant de commencer à travailler.



Chapitre 5

PLANS DE COMPACTAGES

En utilisant l'application Cat® Interactive Production Calculator et en créant des courbes de refroidissement, vous pouvez programmer des plans efficaces avant le commencement de votre chantier.



PLANS

Un plan de compactage est une série de mouvements réalisés par un ou plusieurs compacteurs sur une couche d'enrobé fraîchement posée et non compactée. Le plan de compactage est conçu pour être invariablement répété, dans le but de produire une densité uniforme dans la couche d'enrobé.

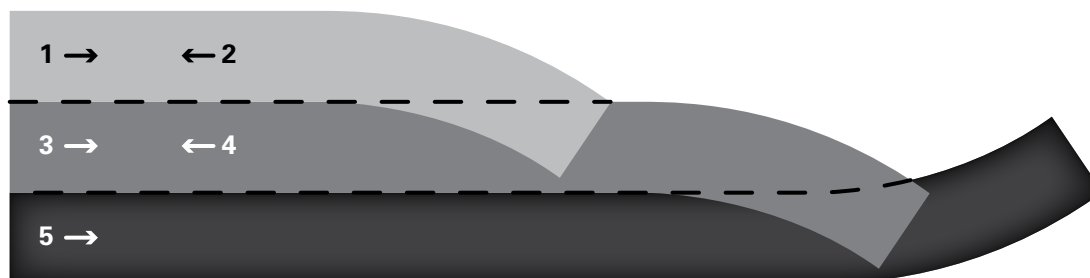
Le plan de compactage couvre une certaine surface en mètres carrés (pieds carrés), définie par la longueur et la largeur du plan. L'épaisseur de la couche d'enrobé est considérée comme relativement uniforme d'un bord du revêtement à l'autre, à l'intérieur du plan. La température de l'enrobé dans le plan de compactage est également raisonnablement homogène, tant que la surface couverte par le plan reste toujours dans les mêmes proportions par rapport au finisseur, au fur et à mesure de l'avancée de celui-ci. Par conséquent, un plan de compactage avec un nombre de passes

constant, une vitesse de travail constante et des forces de compactage constantes, doit produire une densité uniforme.

Remarque : dans ce manuel, le terme « passe » signifie le déplacement d'un compacteur dans une direction. En d'autres termes, lorsque le compacteur commence un modèle en se déplaçant en avant à partir d'un point de départ vers un point proche du finisseur, ce déplacement est entendu comme une passe. Puis, lorsque le compacteur fait marche arrière pour revenir au point de départ du modèle, ce déplacement est entendu comme une autre passe.

Une fois que le plan de compactage a été défini, il ne doit plus être modifié sauf si des changements se produisent dans le processus de pose devant le compacteur, dans la formule de l'enrobé ou dans les conditions climatiques.

INVERSION DU SENS DE MARCHÉ



[PLAN DE COMPACTAGE DE BASE]

Certaines techniques sont communes à tous les plans de compactage. Une technique consiste à arrêter un compacteur tandem et à lui faire faire machine arrière à la fin d'une passe.

Dans le schéma ci-dessus, on considère que le revêtement présente deux bords libres ou qu'il n'existe aucun revêtement froid adjacent sur lequel rouler. L'opérateur de compacteur doit s'arrêter et faire machine arrière sur le revêtement chaud.

Notez que les deux premières passes se font le long d'un bord du revêtement. À la fin de la passe Une, l'opérateur tourne vers le centre du revêtement et s'arrête lentement avec les deux cylindres tournés d'au moins 30 degrés, en laissant une marque d'arrêt en biais par rapport à la direction de compactage. L'opérateur fait ensuite marche arrière sur le même tracé pour la passe Deux.



Deux compacteurs de phase initiale changeant de direction derrière un finisseur. Notez l'arrêt en biais.

La passe Trois s'effectue au centre du revêtement, avec un certain recouvrement de la couverture des passes Un et Deux. La passe Trois est plus longue que la passe Une afin de maintenir l'écart avec le finisseur et d'éliminer la marque d'arrêt laissée à la fin de la passe Une. À la fin de la passe Trois, l'opérateur tourne vers le bord non compacté, en faisant attention de ne pas repousser le bord du revêtement à l'extérieur. De même, la marque d'arrêt est laissée en biais par rapport à la direction du compactage. L'opérateur fait ensuite marche arrière sur le même tracé pour la passe Quatre.

La passe Cinq s'effectue le long de l'autre bord libre, en recouvrant la couverture des passes Trois et Quatre. La passe Cinq continue au-delà de la marque d'arrêt laissée à la fin de la passe Trois. À la fin de la passe Cinq, l'opérateur tourne vers le centre du revêtement, en laissant une marque d'arrêt en biais qui sera éliminée par le prochain modèle. L'opérateur fait ensuite marche arrière sur le même tracé pour la passe Six.

Astuce: Lors de l'arrêt d'un compacteur tandem pour changer de direction, qu'il s'agisse d'un revêtement chaud ou d'un revêtement adjacent froid, arrêtez toujours le système vibratoire dès que vous commencez à ralentir. Rappelez-vous qu'il est important de maintenir l'intervalle prévu entre les chocs du cylindre. Au fur et à mesure du ralentissement de l'engin, les chocs peuvent devenir trop proches les uns des autres. Vous pouvez manuellement désactiver le système vibratoire, ou vous pouvez sélectionner la fonction « AutoVibe » qui arrêtera et démarrera automatiquement le système vibratoire lorsque la vitesse de travail atteindra les niveaux programmés.

La passe Sept repositionne le compacteur pour débiter un nouveau modèle. Ce patron est appelé un modèle à sept passes. Ce modèle est réussi lorsqu'il comprend trois passes superposées pour couvrir la largeur du revêtement, et deux passes par couverture pour créer la densité requise.

Les compacteurs de phase initiale s'arrêtent toujours à proximité de l'arrière du finisseur pour changer de direction. Il n'existe pas de règle absolue sur la distance à laquelle doit s'arrêter le compacteur derrière le finisseur. La sécurité du chantier doit être la première considération. Une directive raisonnable serait d'arrêter le ou les compacteurs à au moins 5 m (16') derrière le finisseur. Rappelez-vous que de nombreux ouvriers ou opérateurs de la table de pose, travaillant sur le revêtement, peuvent se trouver derrière le finisseur.



Les compacteurs pneumatiques sont autorisés à s'arrêter en ligne droite sur le revêtement.

Contrairement aux cylindres d'acier des compacteurs tandem, les pneus des compacteurs pneumatiques ne doivent pas pivoter lors de l'arrêt du compacteur. Un virage agressif exécuté par un compacteur à pneumatiques déchirera le

revêtement. Un compacteur pneumatiques doit s'arrêter lentement sans tourner. Cela produira une légère marque d'arrêt dans le revêtement, mais qui sera en général facilement éliminée par le compacteur de finition.

[**PLAN POUR REVÊTEMENT À DEUX BORDS LIBRES**]

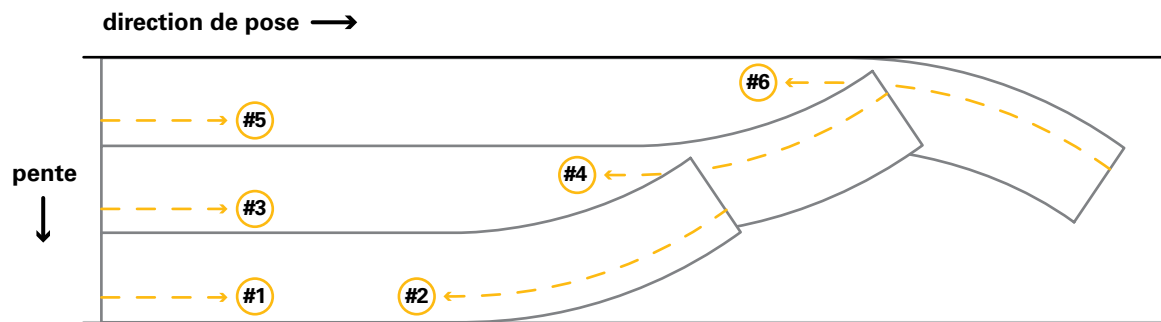
Dans cet exemple, on considère que le revêtement présente deux bords libres, que le bord gauche est l'axe central de la structure et qu'il existe une pente de deux pour cent de l'axe central vers le bord droit libre.

Lorsque la structure à compacter présente deux bords libres et une surface pentue, Caterpillar recommande d'effectuer les premières passes le long du bord libre inférieur de la structure. La série des passes suivantes doit être effectuée au centre du revêtement. Ensuite, les passes finales doivent être effectuées le long du bord libre supérieur. Un compactage réalisé en commençant par le côté le

plus bas et en terminant par le côté le plus haut a tendance à renforcer le revêtement et à en réduire le nombre de déformations.

En général, la première passe le long d'un bord libre doit être réalisée en maintenant la bordure du cylindre à au moins 15 cm (6") du bord libre. La seconde passe, généralement un déplacement en marche arrière sur le même tracé que le premier passe, doit être effectuée avec le cylindre recouvrant légèrement le bord. Cette procédure contribue également à réduire les déformations du revêtement.

DEUX BORDS LIBRES



Lors du compactage des bords libres, vérifiez la présence de fissures dans le revêtement le long de la bordure du cylindre, lorsque celle-ci est en retrait du bord libre. Certains enrobés, contenant un granulat de grande taille et une petite quantité de ciment bitumineux, présenteront de profondes fissures si le bord n'est pas recouvert pendant la première passe.

Lorsque des fissures apparaissent, changez immédiatement de plan de compactage pour recouvrir le bord libre, lors de chaque passe le long du bord du revêtement.

Les compacteurs pneumatiques ne doivent pas recouvrir les bords libres. Les pneus doivent se tenir à au moins 15 cm (6") du bord libre, pour éviter de rouler sur le bord du revêtement ou de le déformer.



Fissures dans le revêtement le long de la bordure du cylindre et en retrait du bord libre.



Les compacteurs pneumatiques restent toujours à au moins 15 cm (6") des bords libres.

[PLAN POUR REVÊTEMENT À UN BORD CONFINÉ]

Dans cet exemple, on considère que le bord gauche du revêtement est contigu au revêtement adjacent, le long de l'axe central de la structure. Le revêtement adjacent est déjà compacté et froid. Des cônes de signalisation sont placés sur le revêtement froid, contigus à l'axe central, et le revêtement froid est ouvert à la circulation. Une pente à 2% part de l'axe central vers le bord libre. Il existe deux plans de compactage acceptables pour cette application.

S'il existe une spécification du chantier relative à la densité du joint, alors la première passe doit s'effectuer le long du bord gauche du revêtement pour profiter de la plus haute température et produire ainsi un joint de la plus haute densité. Les deux cylindres doivent rouler entièrement sur le revêtement chaud, à environ 15-30 cm (6-12") du revêtement froid. Pendant la passe Deux, en marche arrière le long du bord gauche, les cylindres doivent être positionnés pour recouvrir le joint chaud/froid d'environ 15 cm (6). Le recouvrement

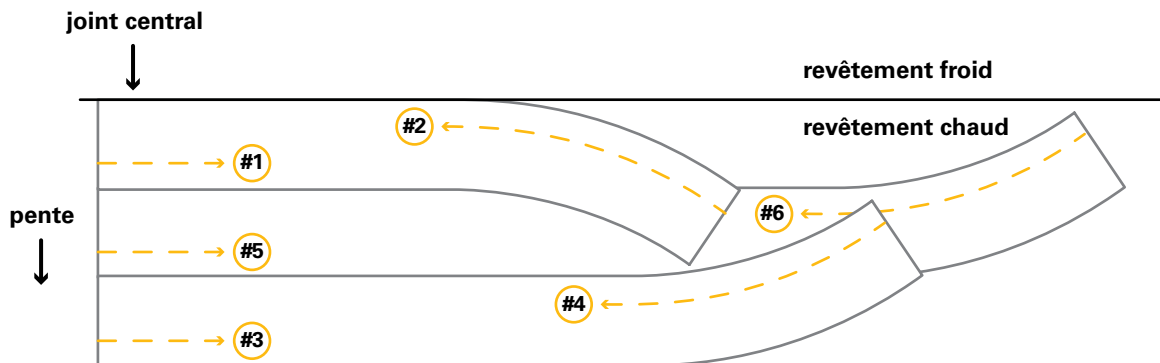
débutera le processus de scellement du joint longitudinal de l'axe central.

Les passes Trois et Quatre s'effectuent le long du bord libre pour renforcer le revêtement et réduire sa déformation au niveau du bord libre.

Les passes Cinq et Six sont réalisées au centre du revêtement. Cette portion du revêtement sera alors la plus froide, mais la partie centrale du revêtement bénéficiera en fait des deux bords fermés, qui faciliteront le compactage.

S'il n'existe aucune spécification du projet relative à la densité du joint, alors les passes Un et Deux peuvent être effectuées le long du bord droit du côté inférieur du revêtement pentu, comme indiqué sur l'illustration d'un revêtement à deux bords libres. Le centre du revêtement est compacté par les passes Trois et Quatre. Enfin, le joint de l'axe central est compacté par la passe Cinq légèrement en dehors du joint et la passe Six recouvrant le joint.

UN BORD CONFINÉ





Les compacteurs pneumatiques de phase intermédiaire sont efficaces pour le scellement des joints longitudinaux chauds/froids.



Il n'existe aucune marque d'arrêt de cylindre sur le revêtement frais lorsque le compacteur a la possibilité de s'arrêter sur un revêtement compacté et froid.

Tous les autres compacteurs, pendant les phases intermédiaires ou de finition, peuvent recouvrir le joint longitudinal. Les pneus des compacteurs pneumatiques sont particulièrement efficaces sur les joints « pincés ». L'opérateur du compacteur pneumatiques doit essayer de placer l'un de ses pneus à cheval sur le joint.

Sur certains chantiers, le bord du revêtement correspondant à un joint sera contigu à un revêtement compacté et froid. Autant que possible, les opérateurs de compacteur doivent sortir du revêtement chaud et rouler sur le revêtement froid pour s'arrêter et changer de direction. En changeant de direction sur le revêtement froid, il n'existera aucune marque d'arrêt sur la couche d'enrobé chaud et l'uni en sera amélioré.

L'opérateur de compacteur doit être sensibilisé aux problèmes de sécurité engendrés par le fait de quitter le revêtement chaud pour s'arrêter et changer de direction. D'abord, la voie adjacente peut être ouverte à la circulation. Ensuite, des véhicules pilote peuvent être en train de traverser le chantier pour ouvrir la circulation. L'opérateur ne doit jamais rouler sur le revêtement adjacente si celui est ouvert à la circulation. Enfin, il peut exister des travailleurs autour du finisseur. Des ouvriers peuvent être notamment en train de ratisser le joint derrière le finisseur. Assurez-vous de quitter le revêtement suffisamment loin derrière le finisseur, si des travailleurs sont présents autour de lui.

[MODÈLE UTILISANT LA BANDE D'ARRÊT D'URGENCE POUR L'INVERSION DU SENS DE MARCHÉ]

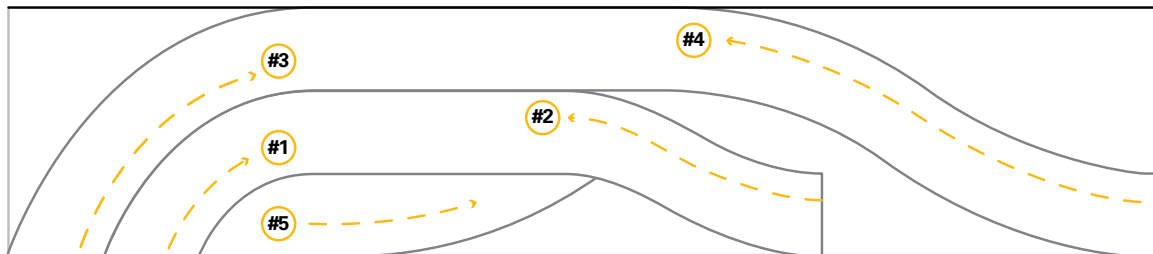
Sur certains chantiers, le plan prévoit que la largeur du revêtement inclue une bande d'arrêt d'urgence (dénommée également voie d'accotement), le long d'une voie de circulation. Normalement, si la largeur de la bande d'arrêt d'urgence est inférieure à 1,5 m (5'), elle sera incluse dans le modèle conventionnel utilisé par le compacteur de phase initiale. Or, si la bande d'arrêt d'urgence présente une pente séparée, elle sera parfois traitée avec un compacteur utilitaire et ne sera pas incluse dans le modèle relatif à la voie de circulation.

Cependant, si la largeur de la bande d'arrêt d'urgence est égale ou supérieure à 1,5 m (5'), elle pourra être incluse dans le modèle de phase initiale et utilisée ensuite pour l'arrêt et le changement de direction des compacteurs.

Le plan de compactage ressemblera à une série de demi-cercles. Après chaque passe, en avant et en arrière, l'opérateur de compacteur décrira lentement un arc de cercle en travers de la voie de circulation et sortira sur la bande d'arrêt d'urgence, les deux cylindres se trouvant sur la bande d'arrêt d'urgence. L'opérateur de compacteur s'arrêtera en ligne droite. Un arrêt en ligne droite est généralement autorisé sur les bandes d'arrêt d'urgence, puisqu'il n'existe pas de spécification d'uni pour ce type de voie. Si un compacteur pneumatiques fait partie d'un train de compactage, il restera sur la voie de circulation pour s'arrêter et ne sortira pas sur la bande d'arrêt d'urgence. Le compacteur de finition utilisera également la bande d'arrêt d'urgence pour s'arrêter et changer de direction.

INVERSION DU SENS DE MARCHÉ SUR LA BANDE D'ARRÊT D'URGENCE

213 cm (84") largeur du cylindre



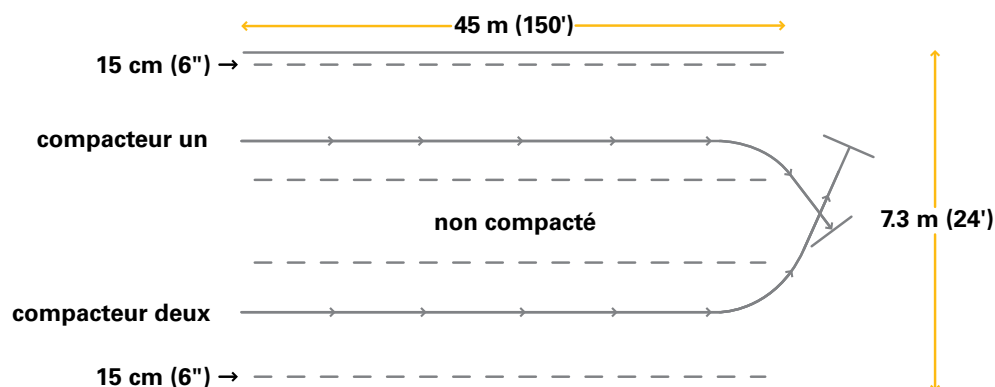
[MODÈLES DE COMPACTAGE EN ÉCHELON]

Sur certains chantiers, deux compacteurs ou plus peuvent opérer directement derrière le finisseur, lors de la phase initiale de compactage. Pour les raisons suivantes, il convient dans ce cas de sélectionner un modèle en échelon.

nécessitent plusieurs passes pour atteindre la densité requise. Dans ce cas, le modèle utilisé par un seul compacteur entraînera un retard du compacteur par rapport au finisseur.

- **Revêtement de grande largeur.** Lorsque le revêtement dépasse six mètres (20') de large, il est peu probable qu'un seul compacteur soit en mesure de couvrir la largeur de pose en trois passes ou moins. Par conséquent, en général, un seul compacteur initial ne pourra pas s'adapter à la productivité du finisseur.
- **Enrobé rigide nécessitant de nombreux passes.** Certaines formules d'enrobé, notamment celles incluant un ciment bitumineux modifié, sont très rigides et
- **Délai limité pour le compactage initial.** Le délai disponible pour le compactage initial peut être limité par l'épaisseur du revêtement, la température ambiante ou l'apparition d'une zone sensible dans le revêtement. Parfois, plusieurs compacteurs initiaux sont nécessaires pour faire face à une chute brutale des températures et à une fenêtre étroite pour atteindre la densité initiale.

PHASE INITIALE – PASSE UN



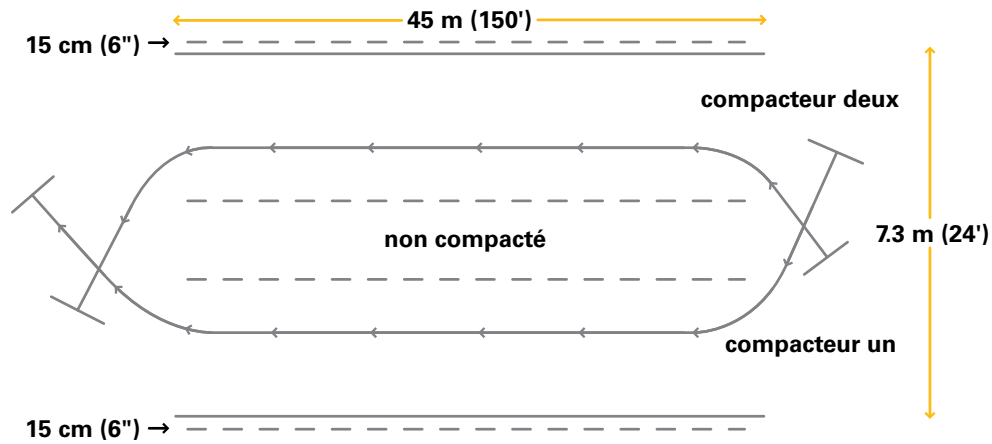
Dans le premier exemple, on considère que le finisseur dépose 275 tonnes à l'heure (300 tonnes impériales à l'heure) sur une largeur de 7,3 m (24') et sur une profondeur de 50 mm (2"). La vitesse de pose effective est donc de 6 mètres par minute (20 pieds par minute). Deux compacteurs tandem d'une largeur de 200 cm (79") sont disponibles pour le compactage initial. Deux passes sont nécessaires pour obtenir la densité cible de la phase initiale

gauche avec la bordure extérieure du cylindre à environ 15 cm (6") du bord libre. Le compacteur Deux commence juste après le compacteur Un et roule le long du bord droit, restant également éloigné du bord libre. Le compacteur Un s'arrête lentement en biais au centre du revêtement et fait ensuite marche arrière. Le compacteur Deux dépasse légèrement la position d'arrêt du compacteur Un et tourne également vers le centre, puis fait ensuite marche arrière.

Le compacteur Un commence le long du bord

Astuce: Avec un modèle en échelon, le premier compacteur doit être suffisamment loin devant le second compacteur, afin que l'opérateur puisse terminer son arrêt et faire marche arrière avant que le second compacteur ne commence à tourner et à faire marche arrière.

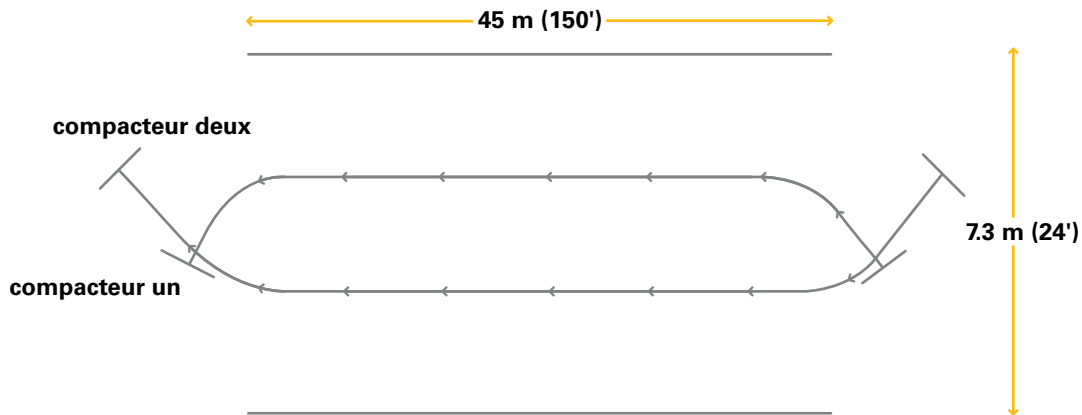
PHASE INITIALE – PASSE DEUX



Pendant la passe Deux, c'est-à-dire le retour au point de départ, le compacteur Un est en tête et le compacteur Deux légèrement derrière. Pendant la passe Deux, les cylindres extérieurs recouvrent légèrement les bords libres. De même, les deux compacteurs tournent vers le centre du revêtement

pour s'arrêter et changer de direction. À ce stade, les bords extérieurs du revêtement ont été compactés deux fois. Il reste alors une bande au centre du revêtement d'une largeur d'environ 3,5 m (11,5').

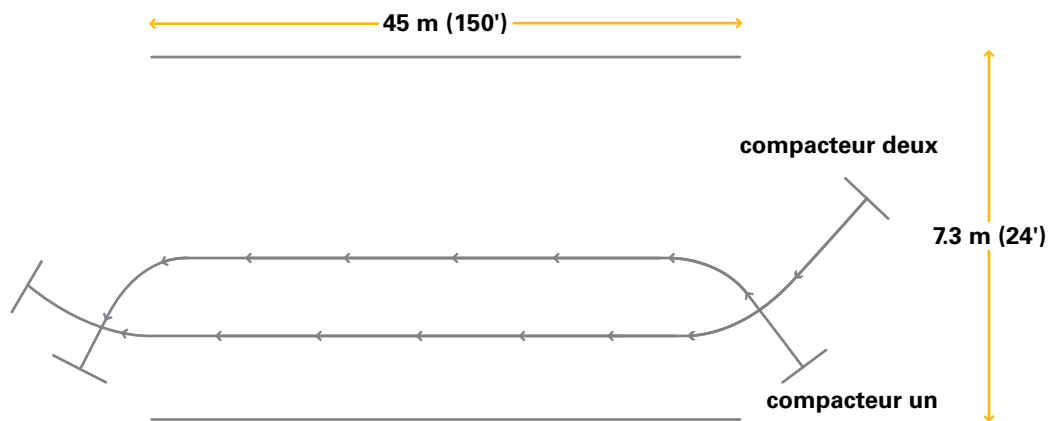
PHASE INITIALE – PASSE TROIS



Pour la passe Trois, le compacteur Un part en premier sur la partie gauche du centre du revêtement, en recouvrant légèrement la zone couverte par les deux premières passes avec le bord droit de son cylindre. Le compacteur Un éliminera directement la marque d'arrêt laissée par le compacteur Deux, en avançant d'environ 8 m (25') après la marque d'arrêt, avant de tourner vers le bord droit pour s'arrêter et changer de direction. Le compacteur Deux se place légèrement derrière

et roule sur la partie droite du centre du revêtement, en recouvrant légèrement la zone couverte par les deux premières passes avec le bord droit de son cylindre. Le compacteur Deux éliminera la première marque d'arrêt laissée par le compacteur Un, en avançant d'environ 8 m (25') après la marque d'arrêt, avant de tourner vers le bord gauche pour s'arrêter et changer de direction.

PHASE INITIALE – PASSE QUATRE



Pendant la passe Quatre, les deux compacteurs reviennent à leur point de départ, avec le compacteur Un légèrement devant le compacteur Deux. Il leur est recommandé de rouler directement

sur les marques d'arrêt qu'ils ont laissées à la fin de la passe Deux, avant de s'arrêter et de changer de direction.



S'arrêter de manière répétée au même endroit pour changer de direction surchargera l'enrobé frais.

Astuce: Dès que possible, utiliser un plan de compactage permettant d'effacer les marques d'arrêts. S'arrêter et inverser le sens de marche constamment au même endroit peut endommager l'enrobé et créer des bosses qui ne pourront être effacées ultérieurement. Il est également recommandé de compacter les marques d'arrêts à la fin de la passe de retour.

PLANS

La passe Cinq se fera en mode statique, en marche avant vers le finisseur. Chaque opérateur de compacteur doit positionner son engin le long des bords du revêtement frais et actionner le système vibratoire lorsque le compacteur entre dans la

zone non compactée. Il doit exister un nouveau modèle d'environ 36 m (120) de long devant l'ancien modèle.

Astuce: Si le nouveau modèle est trop court, c'est-à-dire que le finisseur ne s'est pas suffisamment avancé, les opérateurs de compacteur doivent réduire leurs vitesses de travail pendant la passe Cinq. La passe Cinq est effectuée en mode statique et, par conséquent, il n'y a pas à se préoccuper des intervalles de choc. Réduisez la vitesse du compacteur, mais ne le stationnez jamais sur un revêtement frais.

Astuce: Parfois, la zone non compactée restante au centre du revêtement sera relativement étroite. Dans ce cas, il existera un grand recouvrement entre les cylindres des deux compacteurs au centre du revêtement. Puisqu'une grande partie de la surface du cylindre vibrera sur un revêtement déjà compacté, il est probable que les cylindres découpleront. Les opérateurs devront donc être prêts à réduire la force délivrée, en utilisant par exemple un cylindre vibrant et un cylindre statique.



[**MODÈLE EN ÉCHELON AVEC DEUX COMPACTEURS**]

Ensuite, examinons un modèle en échelon utilisant deux compacteurs sur un revêtement d'une largeur de 4,60 m (15'). Le finisseur dépose 360 tonnes à l'heure (400 tonnes impériales à l'heure) sur une profondeur de 76 mm (3"). Un dispositif de convoyage d'enrobé alimente le finisseur et la vitesse de pose est de 9 mètres à la minute (29 pieds à la minute). La densité du revêtement passant sous la table de pose est égale à 80% de la densité théorique maximale. Sur la bande d'essai, nous avons vérifié que quatre passes vibratoires avec une amplitude moyenne-grande sont nécessaires pour atteindre la densité cible de la phase initiale. La

vitesse de travail du compacteur est de 70 mètres par minute (230 pieds par minute). La fréquence vibratoire est de 42 Hz (2 520 vibrations par minute). L'intervalle d'impact est donc de 36 impacts par mètre (11 impacts par pied).

La température de la couche d'enrobé passant sous la table de pose est uniforme et d'environ 150 °C (300 °F). Lorsque le revêtement refroidit à 115 °C (240 °F) environ, il devient sensible. La zone sensible persiste jusqu'à ce que le revêtement ait refroidi à 85 °C (185 °F).

Date/De début [7/3/2011 ▼] [7:08 AM]

Conditions Environnementales

Température de l'air: [15.6] °C
 Vitesse du vent: [8] km/h
 Ciel: [Clair et sec ▼]
 Latitude: [45] °N

Spécifications de L'enrobé

Type d'enrobé: [Enrobé fin/dense ▼]
 Liaison, grade de performance: [64 ▼] [-28 ▼]
 Épaisseur de couche: [76] mm
 Température de ravitaillement: [149] °C

Surface Existante

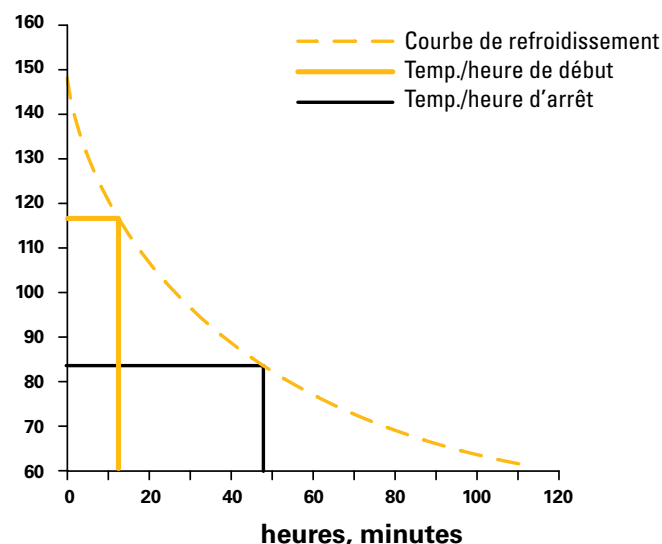
Type de matériau: [AC ▼]
 Condition matérielle: [- ▼] [- ▼]
 Température de surface: [15.6] °C

Temps Recommandés

Début du compactage: [13] Minutes après la pose
 Arrêt du compactage: [45] Minutes après la pose

Units SI English

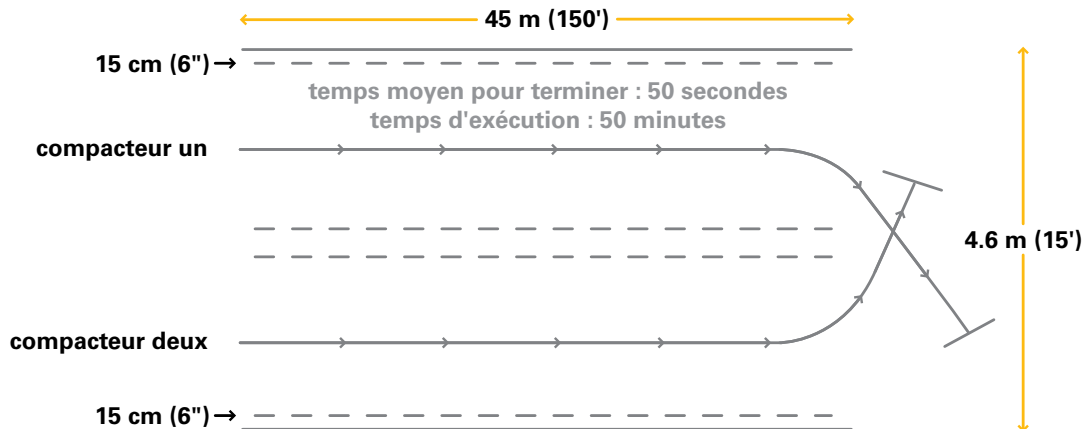
Température de l'HMA, °C



La courbe de refroidissement montre qu'au début de la session, avec une température ambiante d'environ 16 °C (60 °F), 13 minutes sont disponibles pour le compactage de phase initiale derrière le finisseur, avant que le revêtement ne devienne sensible. La zone sensible dure 32 minutes supplémentaires. Les phases de compactage intermédiaire et de finition peuvent commencer 45 minutes derrière le finisseur. Le problème le plus important est de déterminer si la phase initiale peut être réalisée en moins de 13 minutes, en utilisant deux compacteurs.

PLANS

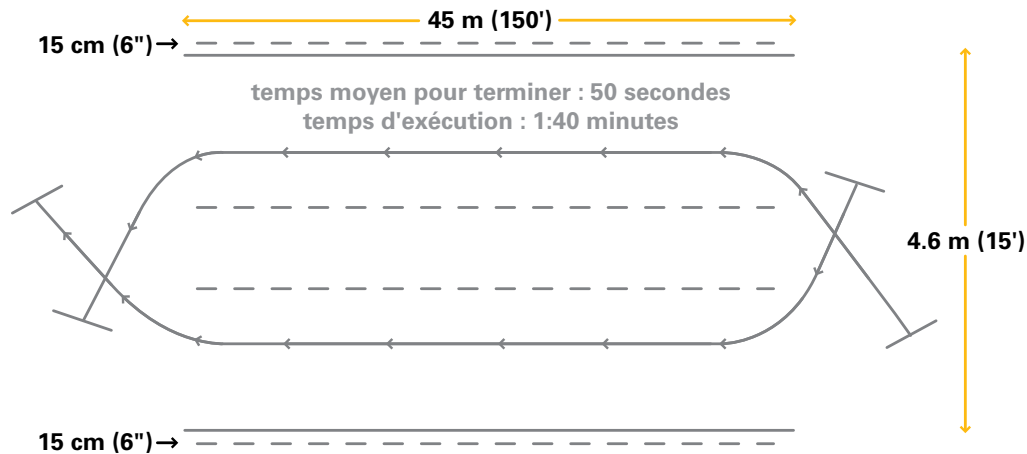
PHASE INITIALE – PASSE UN



La première passe de la phase initiale de compactage est d'une longueur d'environ 45 mètres (150'). Le compacteur Un commence le premier et compacte la zone située le long du bord gauche, avec la bordure du cylindre à environ 15 cm (6") du bord. Le compacteur Deux démarre légèrement derrière et compacte la zone située le long du bord droit du revêtement, avec le cylindre éloigné du bord. Les deux compacteurs tournent vers le centre du revêtement pour s'arrêter et changer de direction. Dès que le compacteur Deux a terminé sa manœuvre, les deux compacteurs démarrent la seconde passe. À une vitesse de travail de 70 mètres par minute (230 pieds par minute), la passe Une dure 50 secondes.

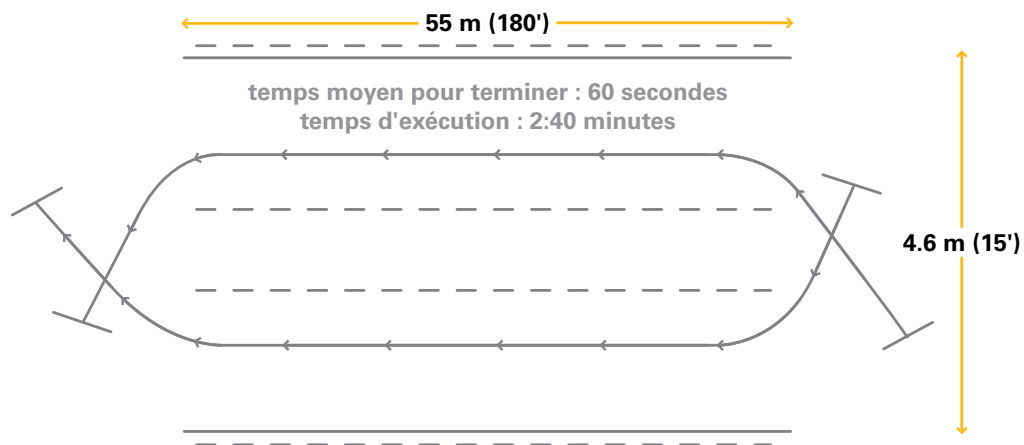
Remarque: Pour calculer le temps que met un compacteur pour réaliser une passe, utilisez un facteur d'efficacité de 75 %. Le temps mis pour ralentir le compacteur, et s'arrêter en biais avant de faire marche arrière, compte également.

PHASE INITIALE – PASSE DEUX



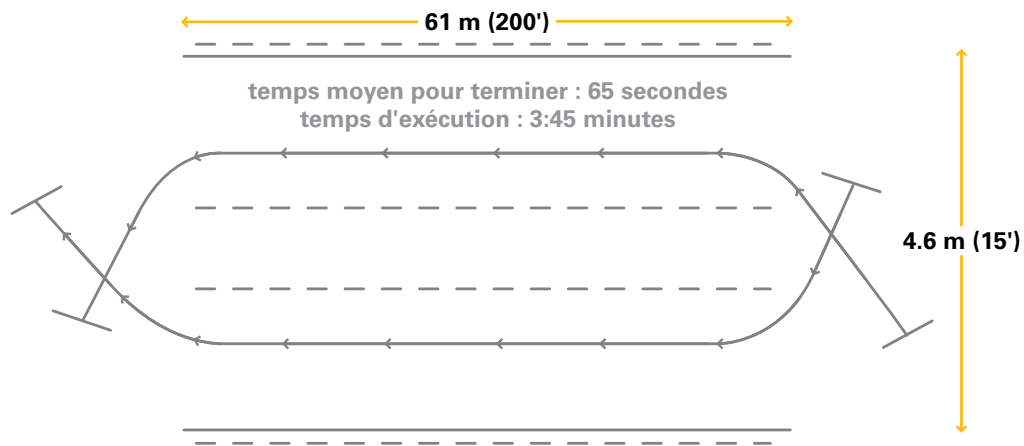
Pendant la seconde passe, les cylindres des deux compacteurs sont configurés pour recouvrir légèrement les bords. Le compacteur Deux est en tête sur la passe de retour et les deux compacteurs tournent vers le centre pour changer de direction. La seconde passe prend également 50 secondes. Le temps total d'exécution est d'une minute et quarante secondes.

PHASE INITIALE – PASSE TROIS



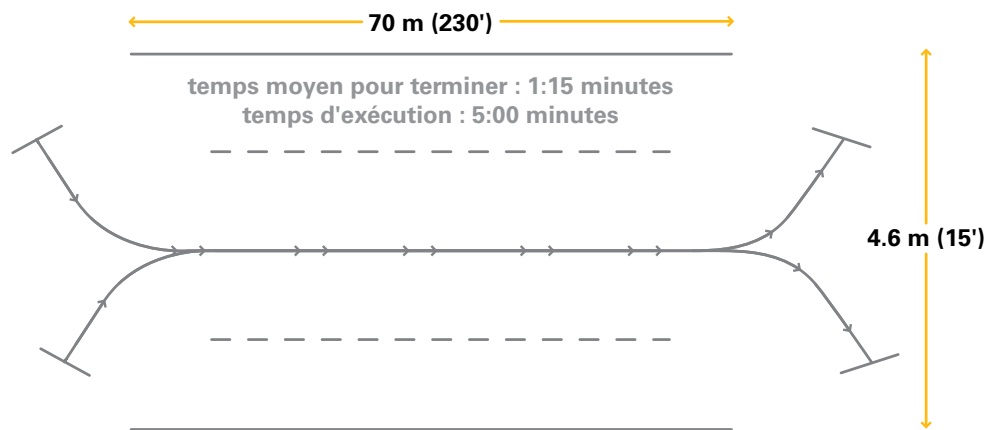
Pendant la passe Trois, le compacteur Un revient en tête et agrandit la longueur du modèle de 10 m (30') supplémentaires, afin d'éliminer les marques d'arrêt précédentes et de rapprocher le modèle du finisseur. Cette passe durera environ 60 secondes et le temps total d'exécution sera de deux minutes et quarante secondes.

PHASE INITIALE – PASSE QUATRE



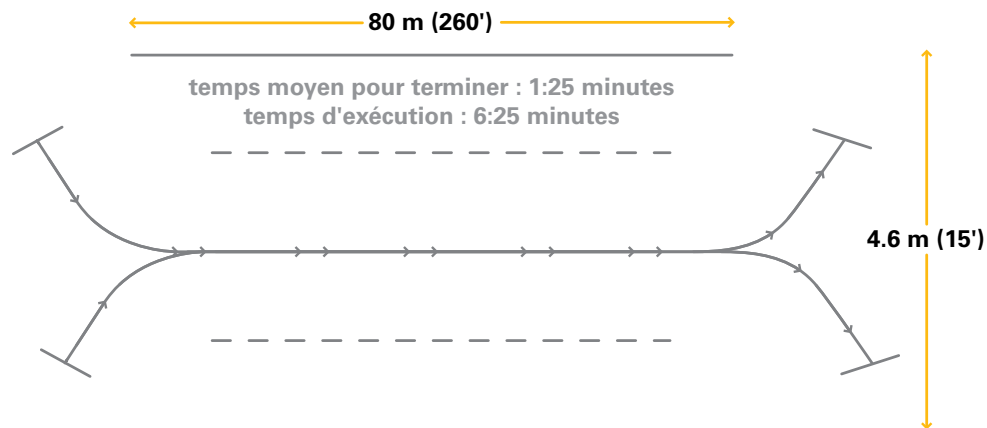
Pendant la passe Quatre, les deux compacteurs reviennent le long des bords. Le modèle augmente un peu sa longueur puisque les deux compacteurs éliminent les marques d'arrêt précédentes. Désormais, le bord droit et le bord gauche du revêtement ont été compactés quatre fois, soit le nombre de passes vérifié par la bande d'essai. Le temps d'exécution est de trois minutes et quarante-cinq secondes. Une bande d'une largeur d'environ 1,3 m (52") reste non compactée au centre du revêtement. Puisque la largeur du cylindre des deux compacteurs est de 1,7 m (67"), les deux compacteurs peuvent désormais opérer à la file pour terminer la couverture du revêtement.

PHASE INITIALE – PASSE CINQ



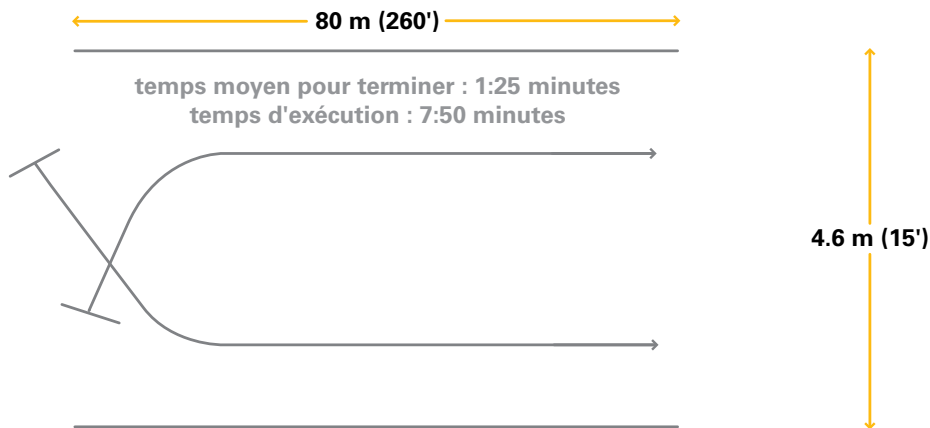
La largeur de la zone non compactée est légèrement inférieure à la largeur des cylindres et, par conséquent, il existera un petit recouvrement des deux côtés du cylindre. À cause de ce petit recouvrement, il n'y a pas à se préoccuper si les cylindres font des à-coups sur la partie plus dense du revêtement. Les compacteurs Un et Deux tournent vers les bords du revêtement à la fin de la passe. Cette passe est également légèrement plus longue, afin de suivre la progression du finisseur. La passe Cinq prendra une minute et quinze secondes, pour un temps d'exécution de cinq minutes à ce stade.

PHASE INITIALE – PASSE SIX



Les deux compacteurs reviennent par le centre du revêtement, à la file, pendant la passe Six. Ils vont au-delà du point de départ pour éliminer leurs marques d'arrêt. À ce stade, chaque partie de la couche d'enrobé a bénéficié de quatre passes en vibration. La densité doit être uniforme sur la largeur et la longueur du modèle. Le temps d'exécution est de six minutes et vingt-cinq secondes.

PHASE INITIALE – PASSE SEPT



La passe Sept, la dernière, sera effectuée en mode statique et les deux compacteurs se repositionnent le long des bords du revêtement pour commencer un nouveau modèle. Moins de huit minutes ont été nécessaires aux deux compacteurs sélectionnés pour réaliser la phase initiale de compactage. Leur modèle restera donc loin devant la zone sensible.

Remarque: Les exemples détaillés dans cette section illustrent les modèles en échelon à deux compacteurs. Les modèles en échelon à trois compacteurs sont utilisés moins fréquemment, mais ils peuvent se révéler nécessaires pour les applications de grandes largeurs utilisant des enrobés rigides et difficiles à compacter.

Résumé: Les opérateurs de compacteur et le personnel du contrôle qualité doivent savoir comment mettre en place des plans de compactage pour répondre à trois objectifs. Le premier objectif est d'obtenir la densité requise. Le deuxième objectif est de suivre la productivité du finisseur. Et le troisième objectif est de créer des modèles qui profitent de toutes les opportunités pour garantir l'uni du revêtement. En utilisant l'application Cat Interactive Production Calculator et en créant des courbes de refroidissement, vous pouvez programmer des plans efficaces avant le commencement du chantier.



Chapitre 6

COMPACTAGE DES JOINTS

La création de joints de qualité nécessite les efforts conjoints de l'équipe de mise en oeuvre et de l'équipe de compactage. Assurez-vous que votre personnel s'y tient jusqu'à la fin du chantier.





Un joint transversal correctement construit et compacté doit être plat et uniforme.

Il existe deux types de joints, longitudinaux et transversaux. Les joints longitudinaux sont constitués par l'intersection parallèle de deux couches d'enrobé. Les joints longitudinaux peuvent exister entre une couche chaude et une couche froide, une couche chaude et une couche tiède, ou entre deux couches posées simultanément.

Les joints transversaux sont constitués par l'intersection perpendiculaire de deux couches d'enrobé. Plus communément, un joint transversal est créé lorsqu'une couche d'enrobé débute à la suite du revêtement précédemment posé. La première partie du chapitre 6 traite de la construction et du compactage des joints transversaux.

[PLANS DE COMPACTAGE POUR JOINT TRANSVERSAL]

Un joint transversal est créé lorsque la pose débute à l'endroit où une couche d'enrobé fraîche rencontre une couche d'enrobé précédemment posée et compactée. Le joint transversal est alors perpendiculaire au sens de pose et à la direction du compactage.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour compacter des joints transversaux, mais l'objectif reste toujours le même. Le joint doit être compacté à plat et la zone située devant le joint doit être plate et uniforme, sans élévation ni dépression. Avant de poser et de compacter un joint transversal, l'équipe doit connaître et appliquer les meilleures pratiques fondamentales.

D'abord, assurez-vous toujours que le joint transversal est en bonne condition, avant la pose et le compactage. Ne commencez jamais par un bord arrondi ou irrégulier pour la construction d'un joint transversal.

Il convient d'utiliser une fraiseuse de chaussée, un chargeur compact rigide équipé d'une fraiseuse ou une scie circulaire, pour découper une face verticale droite sur le joint transversal. La zone de découpe du joint doit avoir l'épaisseur correcte et être parallèle à la ligne de pose.

Astuce: Lorsque l'équipe pose l'enrobé d'une voie et qu'elle se prépare à s'arrêter pour le changement d'équipe, elle change généralement de commande du système d'alimentation pour passer en mode manuel, afin d'utiliser tout l'enrobé restant et d'éviter de laisser un gros tas d'enrobé lorsque la table de pose reprend son travail. Par conséquent, la partie avant de l'enrobé devant la table de pose commence à changer et l'épaisseur du revêtement devient variable. Caterpillar recommande à l'équipe de marquer le revêtement dès qu'elle passe la commande du système d'alimentation en mode manuel. Le joint transversal devra être découpé à cet endroit, là où le revêtement a été marqué, afin d'éviter de le découper dans un endroit où la profondeur du revêtement augmente ou diminue.



Exemple d'une mauvaise pratique de départ. Une face arrondie avec des entailles profondes entravera le compactage.



Le découpage ou le fraisage d'une face verticale droite est une condition requise pour un joint transversal

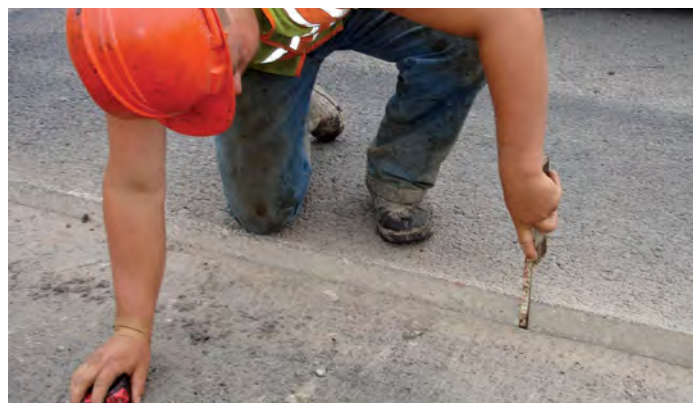
Un joint bien conçu présentera une face verticale et la couche d'enrobé sera plate, pas arrondie, inclinée vers le haut ou vers le bas. La face du joint doit être enduite de primaire pour faciliter la liaison entre la couche d'enrobé froid et la couche d'enrobé chaud. Nettoyez la zone du revêtement froid juste derrière le joint afin que la référence en hauteur pour la table de pose soit précise.

Un autre facteur important lors de la construction et du compactage d'un joint transversal consiste à placer des chevrons de dimension approprié sous la table de pose, lorsque la table est positionnée sur le point de départ. Les chevrons fournissent

l'épaisseur de précompactage du revêtement lorsque l'équipe de pose enlève la table de pose du joint de départ. À des fins d'estimation, vous pouvez considérer que le revêtement déposé par une table vibrante sera compacté avec un débit de 6 mm (1/4") par 25 mm (1") d'épaisseur de revêtement non compacté. Par conséquent, si la profondeur non compactée est de 50 mm (2"), les chevrons de démarrage devront avoir une épaisseur de 12 mm (1/2"). Si le finisseur est doté d'une table de pose avec tamper, le débit de compactage sera inférieur, généralement autour de 10% et l'épaisseur des chevrons sera moindre.



Exemple d'un joint bien découpé à la scie, puis ayant été enduit de primaire avant le début de la pose.



Vérifier l'épaisseur du joint de départ aide l'équipe à sélectionner l'épaisseur correcte du chevron de démarrage.



Après que le finisseur a terminé le joint transversal de départ, un minimum de travail manuel sera requis.

Si l'équipe de pose a effectué un bon travail en construisant le joint transversal de départ, cela ne nécessitera qu'un minimum de travail manuel. Si le joint est trop haut ou trop bas, un travail manuel substantiel sera nécessaire avant de commencer le processus de compactage du joint. Le compactage du joint doit commencer dès que les éventuelles corrections ont été effectuées.

La technique de compactage du joint transversal, recommandée par Caterpillar, est conçue pour aplatir le joint transversal chaud/froid tout en conservant l'uni du revêtement devant le joint.

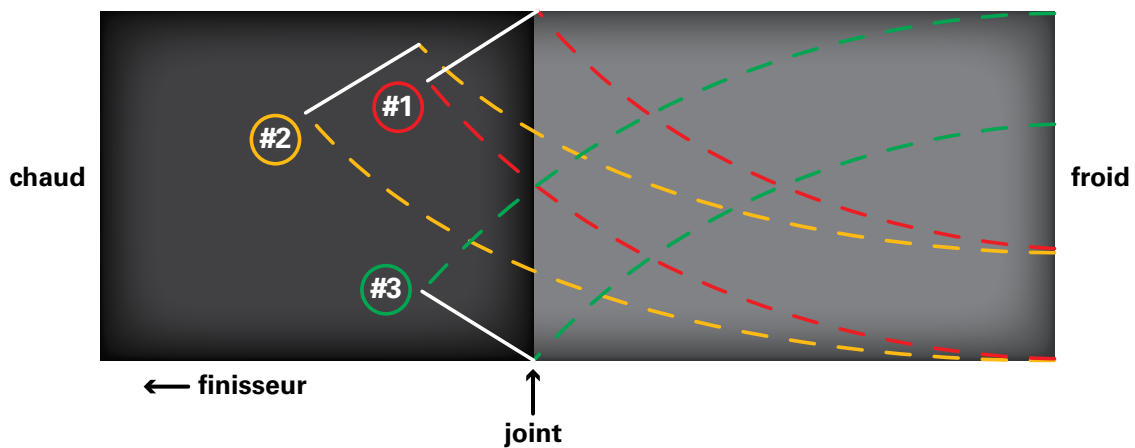


Astuce: Caterpillar recommande à l'équipe de mesurer la hauteur du joint de départ compacté. Ensuite, soustrayez ce nombre à l'épaisseur du revêtement non compacté qui a été déposé pendant la session précédente. Le résultat fournira l'épaisseur précise des chevrons. Par exemple, si la hauteur du joint transversal compacté est de 40 mm (1,6") et que l'épaisseur du revêtement non compacté déposé par la table est de 50 mm (2"), alors les panneaux de démarrage doivent être le plus près possible de 10 mm (0,4").

En tant qu'opérateur de compacteur, vous pouvez commencer au centre du revêtement compacté froid, ou le long d'un côté du revêtement compacté. Roulez en avant, en commençant par tourner les cylindres en biais lorsque le premier cylindre s'approche du joint. Puis, roulez en biais avec le cylindre avant en travers de la partie extérieure du joint, avec les deux cylindres en mode statique, en faisant bien attention de ne pas déformer le bord du revêtement frais s'il s'agit d'un bord libre. Revenez par le même tracé.

Déplacez-vous sur l'autre bord du revêtement froid et compacté. Roulez en avant et en mode statique, avec le cylindre avant en travers du joint au centre du revêtement. Revenez par le même tracé.

Déplacez-vous au centre du revêtement froid. Roulez en avant, avec le cylindre avant en biais, en travers de la partie extérieure restante du revêtement. Utilisez un bord droit pour vérifier que le joint a été compacté à plat sur toute la largeur. Effectuez plusieurs passes statiques si nécessaire.



Ce plan de compactage pour joint transversal procure deux avantages. D'abord, l'approche du joint transversal chaud/froid se fait en biais. L'approche en biais aide à aplatir l'enrobé chaud tout en diminuant la tendance du cylindre à repousser l'enrobé hors du joint.

Ensuite, toutes les marques d'arrêt de cylindre sur le revêtement frais, devant le joint, sont laissées

en biais par rapport à la direction du compactage. Lorsque le compacteur de phase initiale commence son premier plan, les marques d'arrêt sont éliminées et l'uni sera meilleur au niveau du joint. Notez également la façon dont l'opérateur s'assure de rouler plus loin en avant à la fin de la deuxième passe, afin que les marques d'arrêt ne soient pas laissées dans la même zone.



Le compacteur initial commence le premier plan et élimine les marques d'arrêt laissées pendant le modèle de compactage du joint.

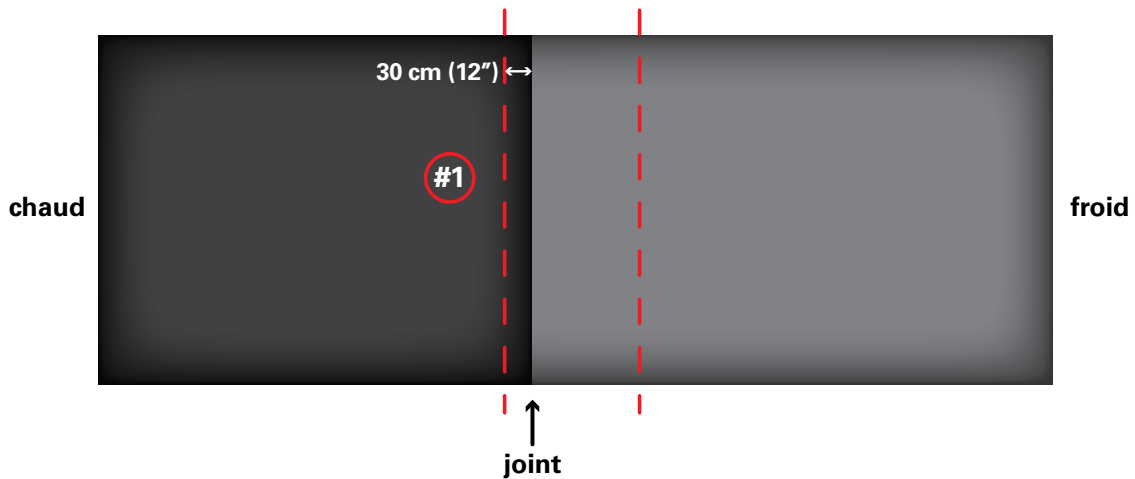
Lorsque toutes les étapes pour la pose et le compactage du joint transversal ont été accomplies, l'opérateur du compacteur initial doit être en mesure de commencer le plan de compactage défini. Le finisseur ne doit pas avoir à attendre que le joint transversal soit compacté, mais il doit être capable d'avancer à la vitesse calculée et de se trouver à une distance raisonnable du joint lorsque le compactage initial débute.

Un autre plan de compactage pour joint transversal, utilisé de temps en temps, nécessite un espace suffisant pour que le compacteur puisse approcher le joint par le côté.

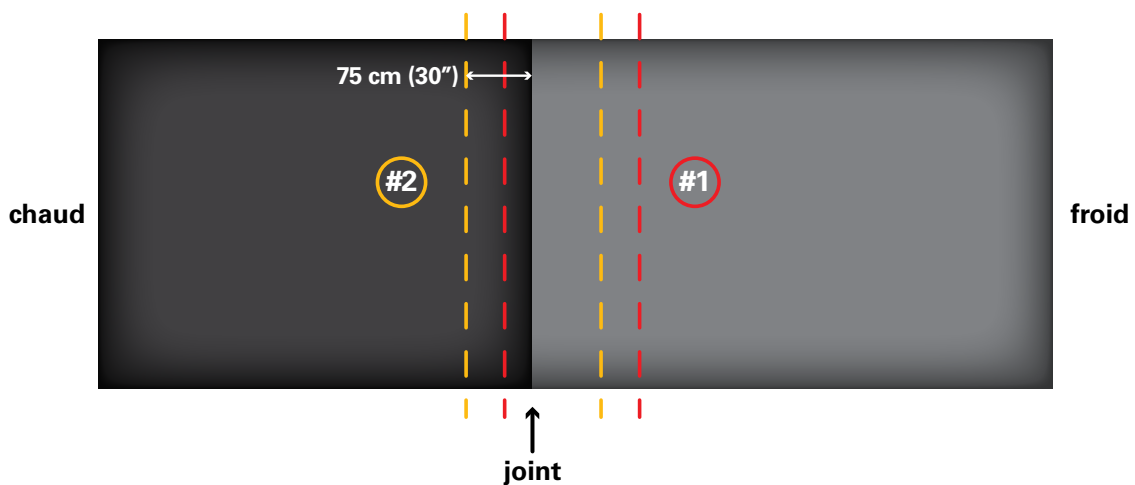
Certaines équipes préfèrent, si possible, compacter un joint transversal en roulant sur le joint par le côté. Cette technique est très efficace pour aplatir le joint, mais la bordure du cylindre laisse des marques de coupe qui seront perpendiculaires à la direction du compactage.



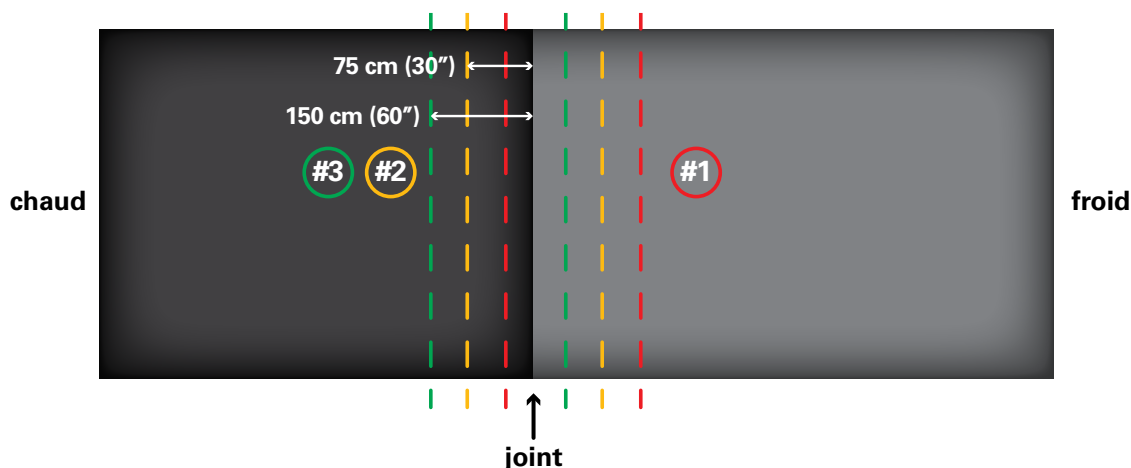
Lorsque l'espace le permet, il est possible de compacter un joint transversal par le côté.



Lors du compactage d'un joint transversal par le côté, effectuez la première passe avec la plus grande partie des cylindres sur le revêtement froid, avec un recouvrement sur le revêtement chaud de 30 cm (12"). Vérifiez l'aplatissement du joint.



Si une autre passe est nécessaire pour aplatir le joint transversal, déplacez-vous pour appliquer une plus grande partie des cylindres sur le revêtement chaud. Un recouvrement plus large facilitera l'élimination des premières marques de bordure du cylindre.



Si une autre passe est nécessaire, déplacez-vous en travers du joint en appliquant la majeure partie des cylindres sur le revêtement chaud pour éliminer les deuxièmes marques de bordure du cylindre. Les marques de bordure du cylindre laissées par la troisième passe sont perpendiculaires à la direction du compactage. Lorsque le compacteur initial débute son premier plan, il a tendance à repousser les marques du bord du cylindre et il pourrait créer une bosse à une courte distance devant le joint transversal. Caterpillar ne recommande pas ce plan pour les chantiers où l'uni du revêtement sera un critère mesuré.

Toutes les passes sur les joints transversaux, quel que soit le plan utilisé, doivent être réalisées en mode statique. Il ne doit pas être nécessaire d'activer le système vibratoire des cylindres pour aplatir le joint. Si un petit compacteur est utilisé pour le compactage du joint transversal, il est possible d'utiliser une vibration de faible amplitude, si nécessaire.

Si un joint est mal conçu, il peut nécessiter beaucoup de travail manuel avant de pouvoir commencer le compactage. N'utilisez jamais le compacteur pour essayer d'aplatir un joint dont le revêtement chaud a été déposé par le finisseur en trop grande épaisseur. Rappelez-vous que le revêtement ne se compacte pas tant que ça. Si

vous continuez à faire vibrer le joint, vous allez broyer le granulat, surcharger l'enrobé dans cette zone et perdre de la densité à cause du surcompactage.

Pour finir, Caterpillar ne recommande pas de compacter un joint transversal en roulant tout droit en travers du joint, du côté froid vers le côté chaud.

Si un compacteur roule tout droit sur le joint transversal, le cylindre aura tendance à buter contre le revêtement plutôt que de passer dessus. En outre, le cylindre déplacera l'enrobé en dehors de la face du joint, ce qui peut contribuer à créer des vides et entraîner une défaillance prématurée du joint.

Résumé: Le compactage des joints transversaux est un véritable travail collectif. D'abord, l'équipe de pose doit construire correctement le joint, en laissant une hauteur de précompactage correcte et une surface plate, sans bosses ni creux. Ensuite, l'équipe de compactage doit aplatir et sceller le joint sans déformer le revêtement ni créer de bosses. Le respect des meilleures pratiques est la clé de la pose et du compactage des joints transversaux.

[PLANS DE COMPACTAGE POUR JOINT LONGITUDINAL]

La construction et le compactage des joints longitudinaux impliquent un autre processus à plusieurs étapes, qui nécessite que de nombreux fondamentaux soient correctement exécutés. La façon dont l'équipe de compactage doit traiter les joints longitudinaux dépend des objectifs du chantier.

Si l'apparence est le principal objectif, alors le processus de compactage doit rendre le joint aussi invisible que possible. L'apparence du joint est

normalement le plus important pour les parcs de stationnement et les centres urbains.

Si la densité du joint est le principal objectif, alors le processus de compactage doit obtenir la plus haute densité dans et autour du joint longitudinal. La densité du joint est normalement le plus important pour les aéroports et les routes à fort trafic. Le processus destiné à créer la plus haute densité dans le joint longitudinal est le premier thème traité.



La présence d'un bord droit pour la jointure est un élément clé de la construction d'un joint longitudinal de qualité.

Astuce: *Un coupe-bordure peut être une option utile pour certaines applications. Le coupe-bordure installé sur les compacteurs tandem Cat permet de découper les bords libres. Les bords découpés fournissent une face verticale améliorée et un meilleur alignement pour la jointure.*

[JOINTS LONGITUDINAUX DE HAUTE DENSITÉ]

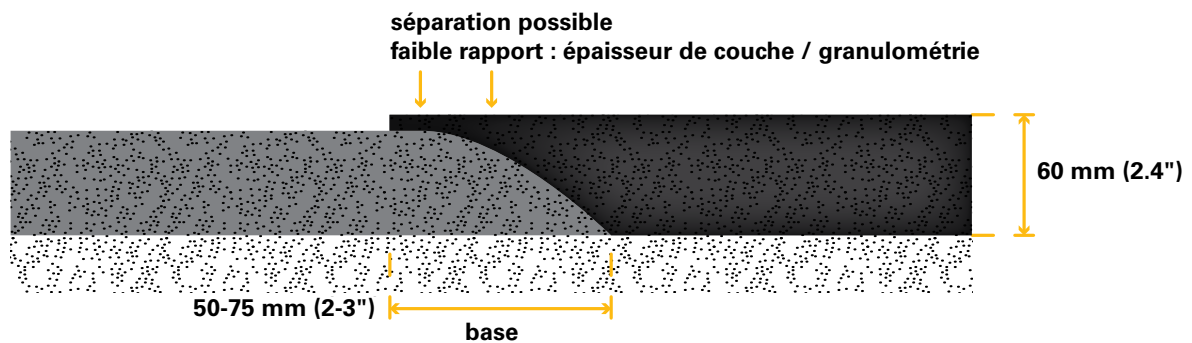
La première étape pour créer un joint longitudinal de haute densité et de qualité consiste à le construire correctement pendant le processus de pose. L'opérateur du finisseur doit pouvoir suivre une assistance au guidage, une bande peinte ou un cordon. Le bord du joint doit être aussi droit que possible, afin de permettre une jointure la plus facile possible.

Ensuite, l'équipe de pose doit mettre le ski de la porte latérale en contact avec le revêtement en cours de pose. Le ski doit flotter sur le revêtement et créer un bord vertical uniforme, qui fournira une bonne surface d'accroche pour la jointure.



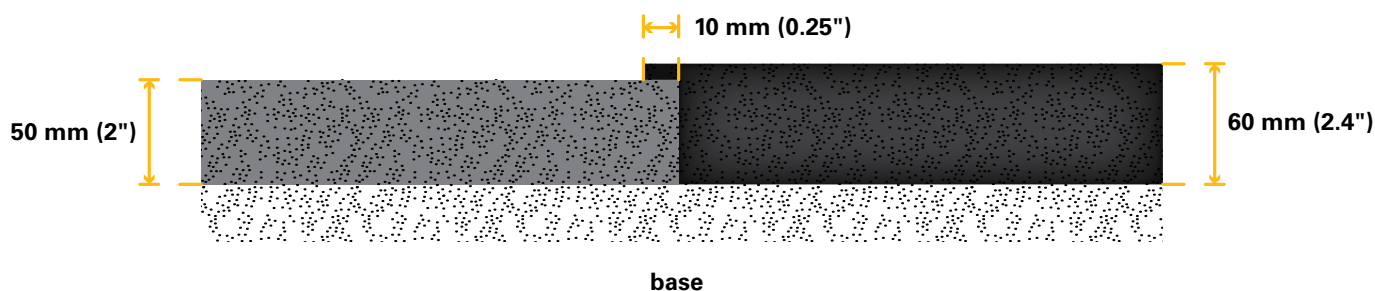
Création d'un bord vertical libre en laissant la porte latérale de la table de pose en position flottante, sur le revêtement en cours de pose.

JOINT CARRÉ INCORRECT – PORTE LATÉRALE RELEVÉE



Lorsque l'équipe de pose utilise la table avec les portes latérales en position relevée, le bord libre s'enroule, notamment lorsqu'il est compacté. Un bord pentu entraîne le dragage du granulat de grande taille sous la table de pose, lorsque la jointure est effectuée par l'opération de pose suivante. Il est ensuite probable que du granulat broyé apparaîtra le long du joint longitudinal, lors de son compactage. Caterpillar recommande de toujours laisser les portes latérales abaissées en position flottante, lors de la création d'un bord libre qui servira de joint avec la voie adjacente.

JOINT CARRÉ CORRECT – PORTE D'EXTRÉMITÉ ABAISSÉE

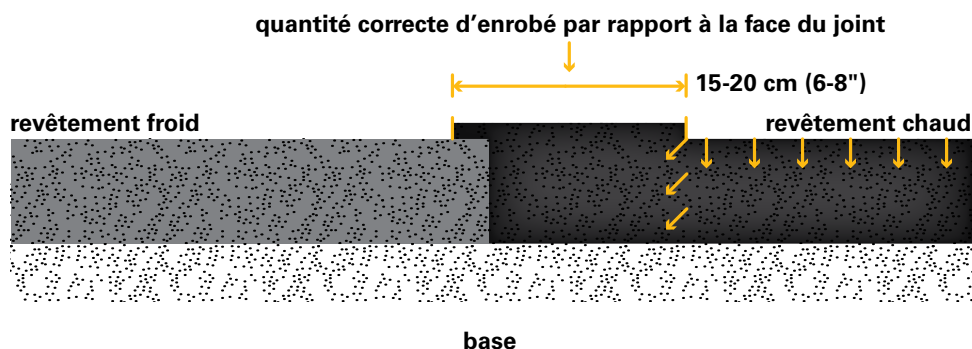


Enfin, lorsque l'équipe dépose l'enrobé sur le bord libre pour créer le joint longitudinal, elle doit recouvrir la couche d'enrobé froide d'environ 10 mm (0,25"). Le recouvrement est nécessaire pour s'assurer qu'il existera suffisamment d'enrobé dans le joint pour fournir un bon scellement et éviter à l'humidité d'y pénétrer. La hauteur de la couche d'enrobé chaude doit être suffisante pour accepter le débit de compactage défini. Dans le dernier exemple, l'épaisseur de la couche froide compactée est de 50 mm (2"). L'épaisseur de la couche d'enrobé chaud est de 60 mm (2,4"). Après compactage, la couche d'enrobé chaud correspondra à la hauteur de l'enrobé froid, en supposant que l'équipe aura correctement calculé le débit de compactage. Rappelez-vous que le débit de compactage, en règle générale, est d'environ 6 mm (1/4") par 25 mm (1") d'épaisseur déposée par une table de pose vibrante, et d'environ 5 mm (1/5") par 25 mm (1") d'épaisseur déposée par une table de pose vibrante et damante. Vérifiez toujours le débit de compactage d'une couche fraîche lors de la construction d'un joint longitudinal.

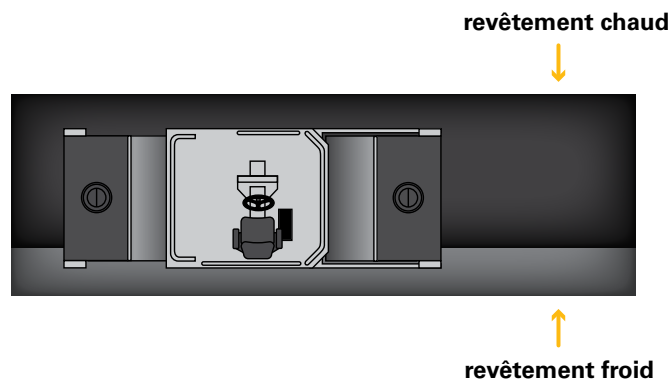
Le ratissage d'un joint longitudinal doit être évité. Si le recouvrement du joint et la hauteur de la couche d'enrobé chaud sont corrects, le joint n'aura pas besoin d'être ratissé. De légères bosses ou un

travail manuel mineur sont autorisés. L'équipe de pose doit immédiatement corriger sa technique de pose, dans le cas où un ratissage excessif serait nécessaire avant le compactage.

PREMIÈRE PASSE POUR UNE DENSITÉ SUPÉRIEURE DU JOINT



Lorsque la densité du joint est le principal objectif du processus de compactage, la première passe effectuée par le compacteur de phase initial doit être réalisée avec les deux cylindres sur le revêtement chaud, éloignés du joint d'environ 15-20 cm (6-8"). En maintenant les cylindres légèrement éloignés du joint chaud/froid, l'enrobé sera repoussé contre la face verticale du joint. Une poussée de l'enrobé vers le joint permet de garantir qu'il existera beaucoup moins de vides dans le revêtement après le compactage.



Pendant la passe de retour le long du joint longitudinal, les cylindres doivent légèrement recouvrir le revêtement froid. Ce léger recouvrement permettra de débiter les processus de création de la densité dans le joint, de scellement du joint et de tassage du revêtement chaud, afin que sa hauteur soit la même que celle du revêtement froid.



Compacteur pneumatiques scellant un joint longitudinal chaud/froid.

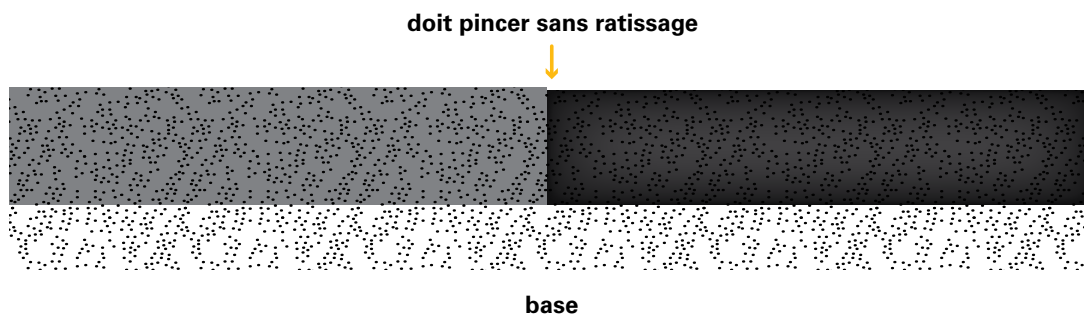
Pendant toutes les phases de compactage, et avec tous les types d'équipement de compactage, le joint longitudinal peut être recouvert dès que la passe initiale a été effectuée. Les compacteurs

pneumatiques sont particulièrement efficaces pour tasser l'enrobé chaud afin d'égaliser la hauteur des deux couches d'enrobé.

Astuce: Si un compacteur vibrant est utilisé pour le recouvrement du joint, faites attention de ne pas recouvrir plus de 16 cm (6") environ. Si une trop grande partie du cylindre vibrant roule sur le revêtement froid et compacté, des à-coups peuvent se produire. Des ondulations peuvent apparaître sur le revêtement frais et du granulat broyé peut ressortir du côté froid du joint.

Astuce: S'il existe une différence de pente entre le revêtement froid et le revêtement chaud, faites attention de ne pas compacter à cheval sur le joint. Deux pentes différentes créent un angle le long du joint. Cet angle est utile au drainage. Être à cheval sur le joint détruira l'angle, ce qui perturbera le drainage de l'eau.

JOINT CARRÉ CORRECT – PORTE D'EXTRÉMITÉ ABAISSÉE



Le compactage d'un joint longitudinal doit aboutir à un nivellement des deux couches et à une densité élevée. Le joint doit être également étanche et compact pour résister à la pénétration de l'eau. Rappelez-vous qu'il existe trois facteurs clé pour obtenir une bonne densité du joint longitudinal.

- Les faces du joint doivent être verticales avec une hauteur correcte de précompactage
- Pas de ratissage mais de légères bosses sont permises
- Première passe éloignée du joint d'environ 15-20 cm (6-8")

[COMPACTAGE DU JOINT POUR L'APPARENCE]

Sur certains chantiers, le principal objectif est de faire disparaître le joint longitudinal autant que possible. La tâche est plus facile si le joint longitudinal se situe entre des revêtements chauds déposés simultanément par plusieurs finisseurs

travaillant en échelon. Une meilleure apparence est également plus facile à créer si le joint se situe entre un revêtement chaud et un revêtement tiède, encore souple en surface



Le scellement d'un joint longitudinal pendant la première passe améliore son apparence.

Pour créer un joint longitudinal avec la meilleure apparence finale, effectuez la première passe le long du joint avec la plus grande partie des cylindres sur le côté froid du joint et un léger recouvrement du côté chaud. Le compacteur doit être configuré en mode statique pendant cette passe pour éviter les à-coups du côté froid.

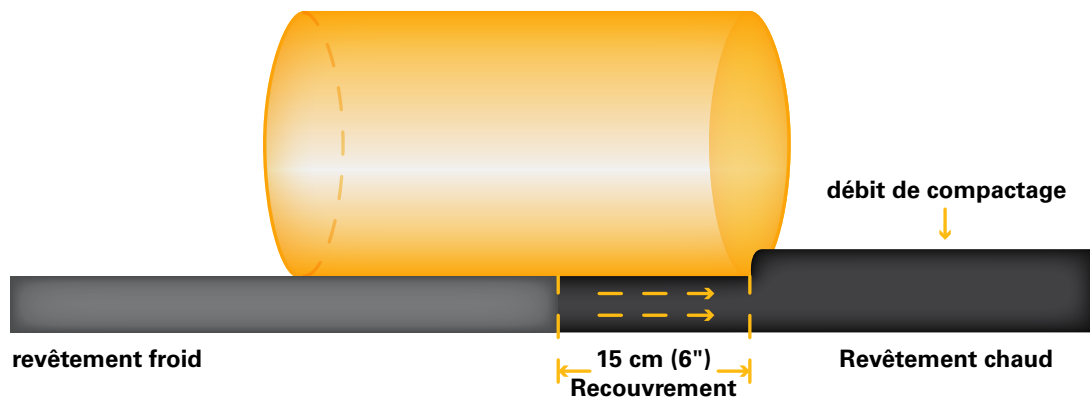
Avant d'établir un plan incluant une première passe pour sceller le joint, assurez-vous d'avoir pris en compte les facteurs suivants:

- Le délai est-il suffisant pour inclure cette passe dans le plan? Puisque vous effectuez cette passe en mode statique, avec les cylindres en grande partie sur le revêtement froid, il n'y aura pas d'augmentation de la densité dans le revêtement chaud. Il se peut que vous deviez augmenter la vitesse de travail du compacteur pour suivre la progression du finisseur. Utilisez l'application Cat Interactive Production Calculator pour vérifier si cette passe supplémentaire est possible.
- De combien la température du revêtement va-t-elle baisser en ajoutant cette passe supplémentaire? La température de la couche d'enrobé est un facteur essentiel pour obtenir la densité cible. Lorsque la température ambiante est basse et que le revêtement est fin, la déperdition de chaleur est importante. Il peut être impossible d'utiliser le compacteur de phase initiale pour la passe de scellement du joint. Il se peut que vous deviez rajouter un autre compacteur pour exécuter cette passe supplémentaire.
- Existe-il suffisamment d'espace du côté froid du joint pour accueillir la largeur du compacteur? Si vous travaillez sur un chantier de route ou de rue, il peut exister des cônes de signalisation à proximité du joint longitudinal, ou une barrière, qui pourraient vous empêcher de travailler du côté froid. Il se peut que vous deviez utiliser un compacteur tandem étroit, plus adapté à se déplacer dans un espace confiné.

Si vous travaillez sur un projet de parc de stationnement ou de zone résidentielle, vous n'aurez probablement pas à vous soucier du trafic ou de l'espace. Cependant, vous devriez

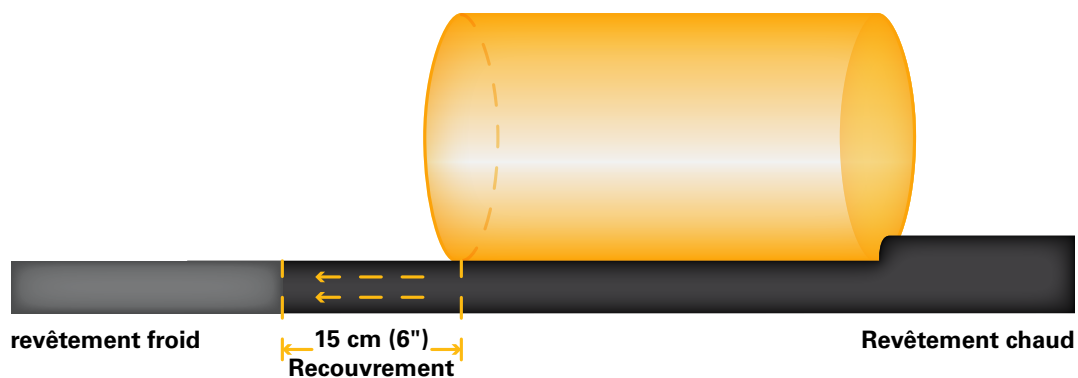
toujours vérifier les exigences de production et les températures du revêtement lors de la planification, afin d'y inclure la passe de scellement du joint.

JOINT LONGITUDINAL – PASSE UN



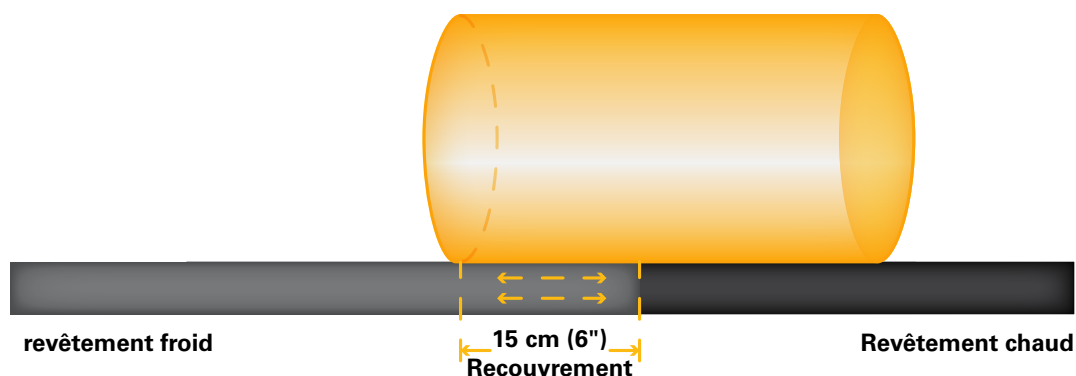
Pendant la passe Un, les cylindres recouvrent légèrement le côté chaud. Du point de vue de l'apparence, les cylindres poussent en fait l'enrobé chaud vers le bas pour niveler les deux côtés. Du point de vue de la densité, une partie de l'enrobé est poussé en dehors du joint puisqu'il n'existe aucune limite fermée à proximité de la bordure du cylindre.

JOINT LONGITUDINAL – PASSE DEUX



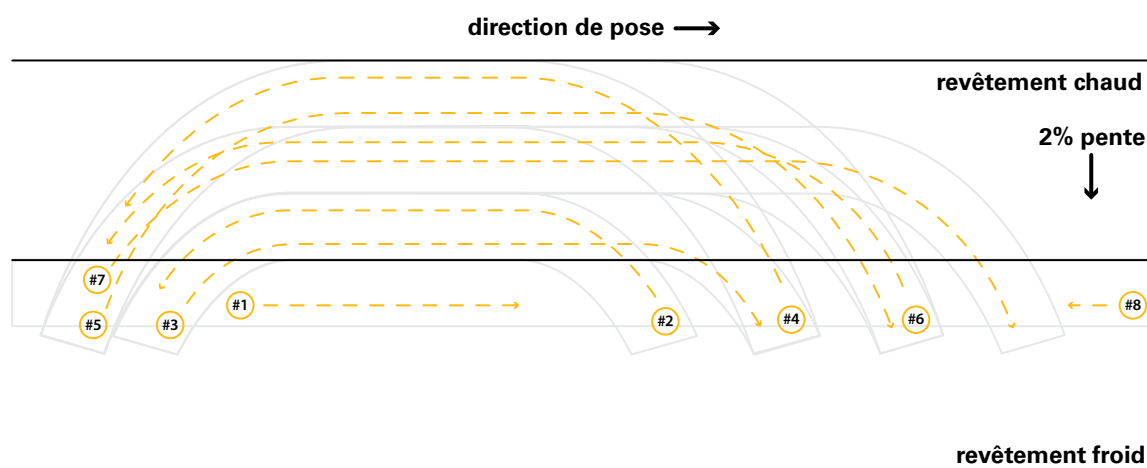
Pendant la passe Deux, positionnez entièrement le compacteur, avec les deux cylindres vibrants, sur le revêtement chaud et laissez la bordure du cylindre éloignée d'environ 15 cm (6") de la face du joint. Cette passe effectuée en vibrant commence à créer la densité requise et tend à repousser un peu d'enrobé vers le joint longitudinal.

JOINT LONGITUDINAL – PASSE TROIS



Pendant la passe Trois, positionnez le compacteur de façon à ce que les cylindres recouvrent légèrement le joint longitudinal, avec la plus grande partie des cylindres sur le revêtement chaud. Puisque le recouvrement sur le revêtement froid est réduit, vous pouvez utiliser les cylindres vibrants. Tous les autres passes, le cas échéant, avec tous les autres compacteurs peuvent recouvrir le joint pendant les passes adjacentes au joint longitudinal.

MODÈLES DE ROULAGE COMPLETS



En supposant que deux passes suffisent pour atteindre la densité cible, le plan de compactage est légèrement différent à cause de la première passe pour sceller le joint. Dans ce plan, vous pouvez également profiter du revêtement froid pour arrêter le compacteur et changer de direction. Notez que, pendant les passes Quatre et Cinq, l'opérateur se déplace sur le bord libre. Le bord libre doit être compacté après le joint lorsque la pente du revêtement descend du joint vers le bord libre. Les passes Six et Sept terminent la couverture du revêtement en compactant le centre de l'enrobé.

À la fin de la passe Sept, l'opérateur du compacteur s'arrête sur le revêtement froid pour inverser le sens de marche, à une certaine distance devant l'endroit où le joint a déjà été scellé. Par conséquent, la passe Huit est un retour statique, avec la plus grande partie des cylindres sur le revêtement froid. Après la passe Huit, l'opérateur peut positionner le compacteur pour commencer un nouveau plan. À cause de la passe nécessaire pour sceller le joint, les plans de compactage se terminent avec le compacteur initial se trouvant dans différents endroits.

Si vous utilisez un plan de compactage comme celui qui est illustré, la carte de comptage des passes est utile pour aider l'opérateur à uniformiser son travail.

[COMPACTAGE DES JOINTS SPÉCIAUX]

En plus des joints à face verticale, il existe des joints en biseau et des joints en biseau avec entaille.

Ces types de joints peuvent être exigés sur des chantiers de voies rapides pour la sécurité du trafic.

Certaines administrations de travaux publics exigent la construction d'un joint en biseau avec entaille chaque fois qu'il existe la possibilité qu'un bord libre puisse être accessible au trafic et que la hauteur de ce bord ouvert soit égale ou supérieure à 50 mm (2"). L'objectif d'un joint en biseau avec entaille est

de faciliter le passage des véhicules sur le bord libre vertical.

Pour contribuer au compactage des joints en biseau avec entaille, des compacteurs tractés sont parfois accrochés à la table de pose. Un compacteur tracté est normalement utilisé lorsque la couche d'enrobé présente une entaille d'au moins 50 mm (2") de haut et un biseau d'au moins 50 mm (2") d'épaisseur. Une construction correcte des joints en biseau avec entaille est la clé pour obtenir une bonne densité dans ces joints.

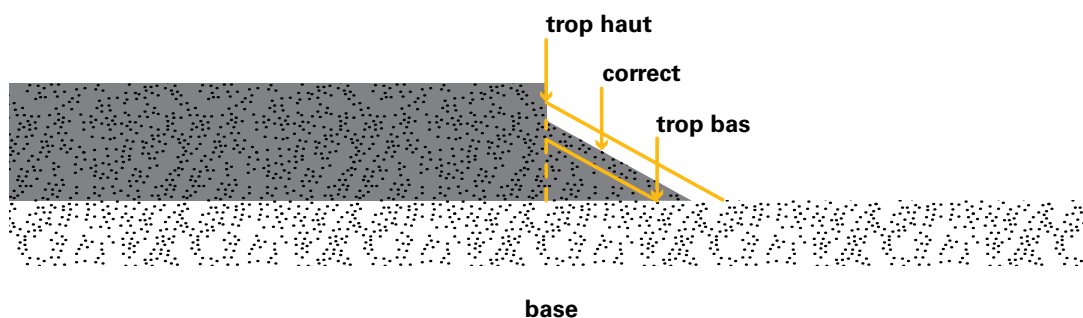


Un joint en biseau avec entaille posé par le finisseur.



Des compacteurs tractés peuvent être utilisés conjointement sur des joints en biseau avec entaille.

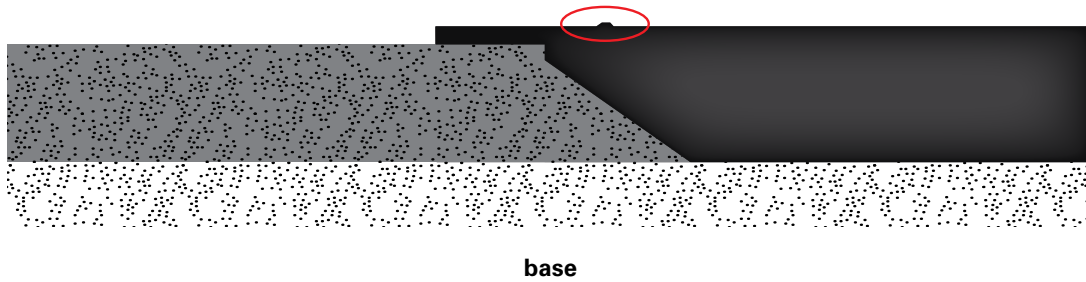
BISEAU



La planification d'une hauteur d'entaille correcte et d'une bonne épaisseur du biseau est un élément essentiel pour la pose des joints obliques avec entaille. La hauteur de l'entaille doit faire au moins deux fois la taille des plus gros matériaux du granulat. De même, l'épaisseur du biseau doit faire au moins deux fois la taille des plus gros matériaux du granulat. Si l'entaille est trop courte, le granulat s'amassera le long de la face de l'entaille. Si le biseau est trop fin, le granulat s'amassera le long du bord du biseau.

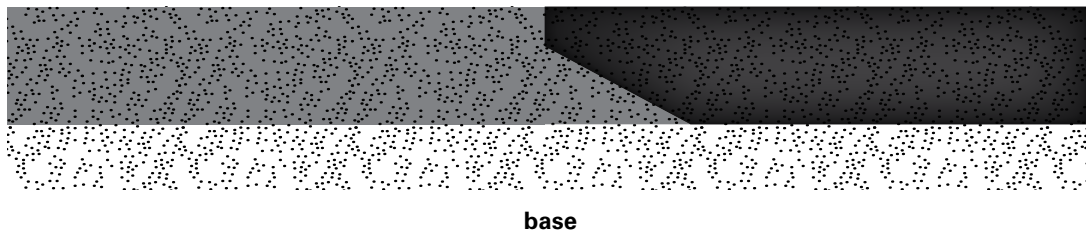
BISEAU INCORRECT

entaille pas suffisamment profonde



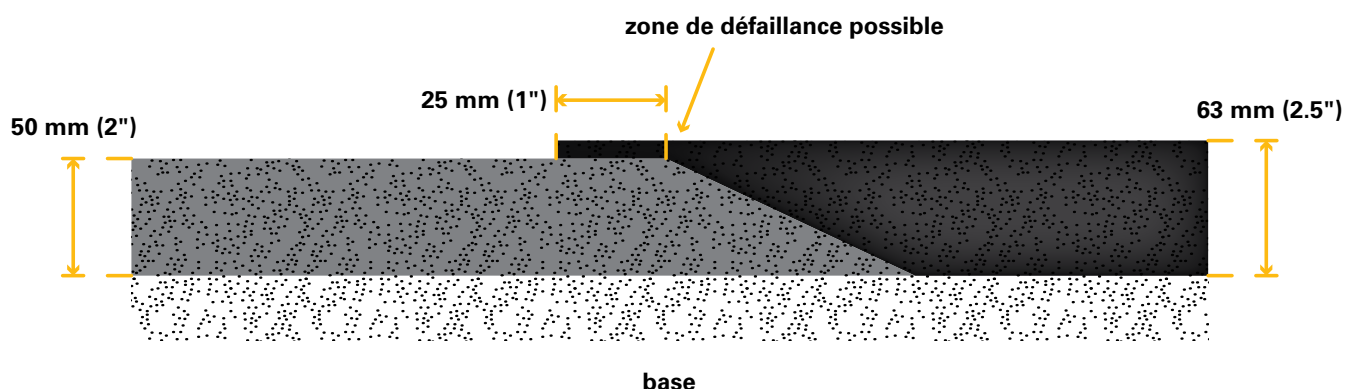
Une entaille peu profonde entraînera une ligne de granulats ségrégués le long de la face de l'entaille. Il sera possible de voir des matériaux mis à nu dans cette zone, un signe que le granulats a été broyé à cause de la trop faible épaisseur de la couche. Au fil du temps, l'humidité pénétrera à travers le granulats désagrégés et la jointure commencera à s'ouvrir, entraînant une défaillance prématurée du joint.

BISEAU CORRECT

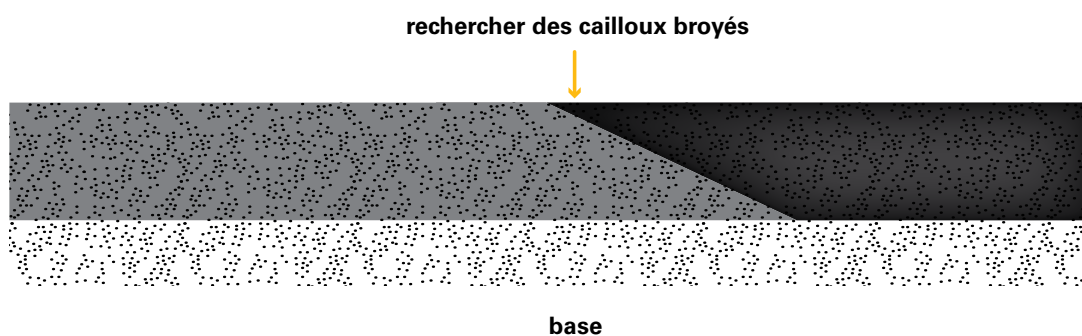


Lorsque le joint oblique avec entaille est correctement construit, il peut être compacté correctement. Suivez la même procédure que pour le compactage d'un joint avec une face verticale. Restez à 15-20 cm (6-8") du joint avec les cylindres roulant entièrement sur le revêtement chaud pendant la première passe le long du joint longitudinal. La plupart des études montrent que les joints obliques avec entaille présentent une densité élevée voire plus élevée que celle des joints verticaux. Les joints en biseau sont une autre option parfois exigée par les administrations de travaux publics, pour la même raison que les joints obliques avec entaille sont exigés pour la sécurité du trafic.

JOINT EN BISEAU



JOINT EN BISEAU



Les joints obliques ont un problème inhérent à cause du manque d'épaisseur du revêtement dans la zone proche de l'intersection entre les revêtements chaud et froid. Il n'existe pas d'entaille verticale. Il existe seulement une face oblique, ou un biseau, sur laquelle est posé l'enrobé frais. Par conséquent, il existera toujours une possibilité de ségrégation au sommet du biseau. Avant le compactage, il est possible de voir une bande de ségrégation juste à l'intérieur du joint. Après le compactage, il est possible de voir des matériaux mis à nu juste à l'intérieur du joint. Les joints en biseau sont plus adaptés lorsque les plus gros matériaux du granulat font 9 mm (3/8"). Les enrobés avec du granulat de plus grande taille sont enclins à se ségréger au niveau du joint en biseau.

Résumé: Comme pour les joints transversaux, la construction de joints longitudinaux de qualité nécessite les efforts conjoints de l'équipe de pose et de l'équipe de compactage. Le processus de compactage ne peut pas corriger les erreurs survenues pendant le processus de pose. Pour résoudre les problèmes de joint longitudinal, commencez par examiner le bord des revêtements froids. Puis, vérifiez que le recouvrement et la hauteur du revêtement chaud sont corrects. Enfin, adaptez votre plan de compactage pour respecter les exigences de densité du joint ou d'apparence du joint.



Chapitre 7

PROBLÈMES DE COMPACTAGE

Les problèmes de compactage proviennent généralement de la variabilité du processus. Commencez la recherche des problèmes en identifiant les éléments de variabilité du processus de pose, de la température du revêtement, des plans de compactage et de la vitesse d'avance.





Collage d'un enrobé à matrice de pierre avec ciment bitumineux polymérisé sur un cylindre d'acier.

Ce chapitre présente quelques uns des principaux problèmes de compactage auxquels sont confrontés les opérateurs, le personnel du contrôle qualité et les superviseurs. L'ordre dans lequel ces

problèmes sont présentés n'a aucune signification. Le cas échéant, des problèmes similaires sont regroupés pour en faciliter la compréhension.

[COLLAGE DE L'ENROBÉ SUR LES SURFACES SÈCHES DES CYLINDRES]

Un dysfonctionnement du circuit de pulvérisation des cylindres est la principale cause de l'immobilisation des compacteurs tandem.

Si une partie du cylindre d'acier ne bénéficie pas d'une pellicule d'eau en surface, l'enrobé

chaud aura tendance à coller. Plus l'enrobé est épais, plus le problème sera grave. Une petite quantité d'enrobé agglutiné sur le cylindre devient rapidement un gros problème. À chaque rotation du cylindre, la quantité d'enrobé collé augmente et des mottes sont arrachées du revêtement.



Motte d'enrobé frais arrachée par de l'enrobé collé sur le cylindre.



Les buses de pulvérisation fonctionnent correctement lorsque les consignes de maintenance sont respectées et que le circuit de pulvérisation utilise de l'eau propre.

Lorsque l'enrobé commence à s'agglutiner sur la surface du cylindre, le compacteur concerné doit cesser son activité jusqu'à ce que le cylindre soit entièrement nettoyé et le circuit de pulvérisation complètement réparé. Continuer d'utiliser ce compacteur endommagera sérieusement le revêtement et nécessitera un travail manuel prolongé pour combler et niveler les trous laissées dans l'enrobé par les mottes arrachées.

- **Utilisez de l'eau propre.** Chaque fois que c'est possible, remplissez les réservoirs de pulvérisation avec de l'eau en provenance d'une source fiable. Si vous devez utiliser de l'eau d'un étang, par exemple, augmentez la fréquence des phases de maintenance.
- **Changez les principaux filtres du circuit de pulvérisation.** Respectez l'intervalle de remplacement des filtres indiqué dans le manuel d'utilisation et de maintenance du compacteur. Lorsque le filtre principal du circuit de pulvérisation est obstrué, l'eau contourne le filtre et de l'eau non filtrée est envoyée dans les barres de pulvérisation. De l'eau non filtrée aura tendance à obstruer les buses de pulvérisation. Disposez toujours d'un filtre de rechange stocké dans le compacteur ou dans le véhicule de maintenance.
- **Entretenez les filtres d'admission.** La plupart des réservoirs d'eau disposent d'un filtre d'admission à l'intérieur du port de remplissage du réservoir. Le filtre d'admission est la première étape de la filtration d'eau. Ne supprimez pas le filtre d'admission. Placez le tuyau d'alimentation en eau à l'intérieur du filtre d'admission.
- **Nettoyez les buses de pulvérisation.** Les buses de pulvérisation disposent de filtres internes en plastique ou en laiton. Les filtres de buse doivent être examinés quotidiennement pour détecter toute obstruction. Nettoyez soigneusement les filtres de buse si nécessaire. Si vous utilisez de l'eau souillée, augmentez la fréquence de maintenance des

L'obstruction d'une buse de pulvérisation est la première cause de l'apparition des zones sèches sur la surface du cylindre. Une bonne maintenance et une alimentation en eau propre sont les facteurs clé pour éviter l'obstruction des buses de pulvérisation.

buses. Si un seul côté de la buse est branché, la couverture de pulvérisation sera plus petite et pourra entraîner la présence d'une bande sèche sur le cylindre, provoquant l'agglutination de l'enrobé.

- **Entretenez les tapis de distribution de l'eau.** Le cylindre dispose de tapis assurant une répartition régulière de la pellicule d'eau sur la surface du cylindre. Puisque les tapis de distribution s'usent, il sera nécessaire de les ajuster pour les maintenir en contact avec le cylindre. Remplacez les tapis de distribution conformément aux indicateurs d'usure.
- **Connaissez les capacités du circuit de pulvérisation.** La plupart des circuits de pulvérisation proposent une pulvérisation continue ou intermittente. Ne sacrifiez jamais la couverture de pulvérisation pour économiser de l'eau. Il est largement préférable de s'arrêter plus souvent pour refaire le plein d'eau que de s'arrêter pour un nettoyage de cylindre.
- **Protégez le circuit de pulvérisation d'eau pendant les périodes froides.** Un kit antigel est disponible en option pour le circuit de pulvérisation. Il comprend un réservoir indépendant pour l'antigel. À la fin de sa période de travail, l'opérateur peut envoyer de l'antigel dans le circuit pour neutraliser l'effet des gelées nocturnes.

Astuce: Sachez comment fonctionne le circuit de pulvérisation d'eau en cas de défaillance de la pompe de pulvérisation. La plupart des circuits de pulvérisation comprennent deux pompes à eau et ils ont la capacité d'alimenter les deux barres de pulvérisation avec une seule pompe. Connaissez la marche à suivre pour travailler avec une seule pompe, dans l'attente de la livraison et de l'installation d'une pompe de rechange.



Un enrobé chaud peut s'agglutiner sur les pneus et former des mottes, qui peuvent ensuite se décrocher des pneus et entraîner une perte substantielle d'uni et d'aspect du revêtement.

[COLLAGE DE L'ENROBÉ SUR LES PNEUS]

L'enrobé peut également se coller sur les pneus du compacteur. La gravité de ce problème dépend essentiellement de son épaisseur. Le phénomène est également affectée par la différence de température entre la surface de la couche d'enrobé

et les pneus eux-mêmes. Lorsque l'enrobé commence à coller sur les pneus d'un compacteur pneumatiques, l'opérateur doit immédiatement s'arrêter et corriger le problème.

- Utilisez un agent antiadhérent biodégradable pour nettoyer les pneus concernés.
- Appliquez plus d'agent antiadhérent sur les pneus avant de reprendre le processus de compactage.
- Assurez-vous que les tapis de distribution et les raclours de pneu sont correctement positionnés et en bonne condition.
- Déplacez le compacteur pneumatiques de la couche d'enrobé vers une surface dont la température est relativement basse.
- Chauffez les pneus en roulant sur un revêtement chaud avant de rejoindre une zone avec une température supérieure.



Les jupes de pneus ont une fonction essentielle sur les compacteurs à pneumatiques et elles doivent être en place pour éviter aux pneus une déperdition de chaleur trop importante.

Chauffez les pneus et les conserver à une température correcte sont deux points très importants. Les jupes contribuent à maintenir la chaleur autour des essieux avant et arrière. Caterpillar recommande d'utiliser des jupes sur les compacteurs pneumatiques pour toutes les applications de compactage d'enrobé. Les jupes sont particulièrement importantes pour compacter un enrobé contenant du ciment bitumineux. Si les jupes ne sont pas installées, les pneus sont exposés aux conditions ambiantes et peuvent perdre rapidement leur chaleur.

Les émulsions antiadhésives sont parfois utilisés pour empêcher l'enrobé chaud de coller sur les pneus. Vérifiez toujours auprès de l'administration des travaux publics quels sont les émulsions antiadhésives autorisés.

La plupart des compacteurs disposent d'un circuit de pulvérisation, qui est souvent rempli d'eau et d'un additif. Les additifs communs comprennent des détergents, des adoucissants d'eau ou des additifs spécifiquement conçus pour augmenter l'épaisseur de la pellicule d'eau pulvérisée sur les pneus.

Astuce: *Lors du chargement d'un compacteur pneumatiques sur un véhicule de transport, assurez-vous d'enrouler les jupes et de les attacher en position de transport. Si vous laissez les jupes en place, les pneus peuvent rouler dessus et les endommager.*



Les émulsions antiadhésives peuvent être appliqués en utilisant un pulvérisateur ou via le circuit de pulvérisation des pneus du compacteur.

Dans certains pays, une huile végétale naturelle remplace l'eau dans le réservoir du circuit de pulvérisation. N'utilisez pas de distillats de pétrole car ils sont nocifs pour l'enrobé et l'environnement.

Pour préparer le compacteur pneumatiques à se placer dans la position souhaitée derrière le

- Avant le début du processus de pose et de compactage, faites rouler le compacteur à pneumatiques sur le revêtement derrière le point de départ. Roulez à grande vitesse pour faire chauffer les pneus.
- Si vous utilisez un émulsions antiadhésives, mouillez soigneusement les pneus juste au moment où le compacteur est prêt à démarrer son premier plan.
- Vérifiez la température de la couche d'enrobé et guidez l'opérateur du compacteur pneumatiques vers la zone avec une température correcte.
- Soyez attentif à tout signe de collage excessif de l'enrobé sur les pneus. Observez notamment les mottes d'enrobé se décrochant des pneus lorsque le compacteur s'arrête et change de direction.
- Si vous remarquez un collage excessif, nettoyez immédiatement les pneus. Ramenez le compacteur dans une zone avec une température plus froide. Déplacez ensuite le compacteur progressivement pour permettre aux pneus de chauffer avant d'atteindre la zone avec la température souhaitée.
- Une fois que les pneus sont chauds, maintenez-les chauds. Si le processus de pose et de compactage est interrompu, ne stationnez pas le compacteur à pneumatiques. Déplacez le compacteur sur une couche d'enrobé où il peut continuer à rouler pour maintenir les pneus chauds.

[MARQUES DE PNEUS PROFONDES]

L'utilisation d'un compacteur pneumatiques sur un enrobé chaud, notamment sur des couches d'une épaisseur de 75 mm (3") ou plus, peut produire des marques de pneu difficiles à éliminer, notamment derrière une table de pose vibrante.

Généralement, un compacteur pneumatiques est utilisé pendant la phase intermédiaire du compactage, sur une couche d'enrobé proche de la densité cible finale. Les marques de pneu laissées sur le revêtement sont normalement superficielles et elles peuvent être uniformisées par le compacteur de phase finale.

Cependant, si le compacteur est utilisé pendant la phase initiale du compactage, ou si le compacteur pneumatiques roule sur une zone dont le revêtement est plus épais et plus chaud que la normale, les pneus peuvent laisser de profondes marques qui seront difficiles à éliminer pendant le compactage final.

Un compacteur pneumatiques est généralement utilisé pendant la phase initiale pour compacter une couche de base ou de liaison, qui doit recevoir une

autre couche par dessus. Dans ce cas, les marques de pneu et la perte d'uni sont un problème de moindre importance.

L'utilisation d'un compacteur pneumatiques pendant la phase initiale sur la dernière couche d'enrobé (couche de roulement) n'est pas fréquent, parce que la qualité de la couche finale est souvent mesurée en fonction de la qualité de l'uni. Un compacteur pneumatiques est normalement en position intermédiaire lors du compactage de la couche d'enrobé finale.

Si des marques de pneu apparaissent pendant le compactage de la couche finale :

- Déplacez le compacteur pneumatiques loin derrière le finisseur, là où la couche d'enrobé est plus froide, ou.
- Diminuez la pression des pneus pour les aplatir et réduire ainsi la pression de contact.



Il est normalement possible d'éliminer les marques de pneus, laissées par un compacteur pneumatiques, avec un compacteur de phase finale.



Les marques de pneus profondes, créées dans une couche épaisse composée d'un enrobé tendre, seront difficiles à éliminer.

[MARQUES D'IMPACT DES CYLINDRES VIBRANTS]

Au chapitre deux, « Forces de compactage », vous avez découvert les effets du poids et de l'amplitude. Au chapitre trois, vous avez approfondi les autres facteurs, comme la vitesse de travail et l'épaisseur de la couche, qui influent sur le processus de compactage. Sur l'illustration, la raison des marques d'impact du cylindre sur la couche d'enrobé est évidente.

Le compacteur a effectué de nombreuses et lentes passes vibratoires sur le joint, entre la couche d'enrobé et le caniveau en béton, en s'efforçant de tasser l'enrobé pour mieux ajuster les hauteurs. Il est certain que les cylindres ont decouplé dans cette zone. Vous pouvez même observer la surface résultante, poudreuse et blanche, qui signale un granulats broyé.

Dans ce cas, le problème a été créé par l'équipe de pose, qui a construit le joint trop haut. Le compacteur ne peut réduire qu'en partie l'épaisseur

de la couche. Lorsque la couche se densifie, les cylindres commencent à découpler et laissent des marques de choc.

Pour rappel, si vous commencez à sentir les cylindres découpler ou à observer des marques d'impact à la surface de la couche d'enrobé, vous devez ajuster une ou plusieurs des variables suivantes:

- Vérifiez la vitesse pour vous assurer que vous travaillez bien dans la plage des 26 à 46 chocs par mètre (8 à 14 impacts par pied).
- Passez à une amplitude plus faible.
- Si l'engin le permet, sélectionnez une fréquence plus basse.
- Travaillez en mode statique.
- Travaillez avec un cylindre vibrant et un cylindre statique.



Marques de choc du cylindre, ci-dessus. À droite, élaboration d'un modèle qui ne déforme pas l'enrobé chaud lors du changement de direction.



[INVERSION DU SENS DE MARCHÉ SUR LA COUCHE D'ENROBÉ]

La plupart des plans de compactage utilisés par les compacteurs tandem vibrants à cylindre d'acier imposent que le compacteur s'arrête sur la couche d'enrobé chaude pour changer de direction. Le chapitre 5 présente en détail les plans de compactage. Dans ce chapitre, nous examinons les problèmes significatifs potentiels provoqués par un arrêt sur une couche d'enrobé fraîche.

Un compacteur tandem s'arrête toujours en biais sur la couche d'enrobé fraîche pour changer de direction à la fin d'une passe. Une marque d'arrêt laissée en biais d'au moins 30° facilitera son élimination par le prochain compacteur. Assurez-vous d'utiliser un compacteur avec une largeur de cylindre permettant d'effectuer un virage en s'arrêtant pour changer de direction.

L'opérateur aura du mal à s'arrêter et à changer de direction sur un revêtement relativement étroit,

avec un compacteur dont la largeur des cylindres est égale ou supérieure à 200 cm (79"). Avant le début du chantier, assurez-vous de connaître toutes les largeurs de pose que l'équipe de compactage va rencontrer. Utilisez un outil tel que l'application Cat Interactive Production Calculator pour aligner la productivité du compacteur sur la productivité du finisseur.

En règle générale, sélectionnez des compacteurs dont la largeur des cylindres couvre le revêtement en trois passes superposées. Ces compacteurs disposeront de plus d'espace pour s'arrêter en biais sur la couche d'enrobé fraîche. Si la production requiert de sélectionner des compacteurs dont la largeur des cylindres couvre un revêtement en deux passes superposées, assurez-vous d'aider les opérateurs de compacteur à établir un plan ne déformant pas l'enrobé chaud.



[STATIONNEMENT SUR LA COUCHE D'ENROBÉ]

Un compacteur d'enrobé de n'importe quel type ne doit jamais s'arrêter et attendre sur la couche d'enrobé, tant que cette couche n'a pas été compactée et ne s'est pas refroidie sous 20 °C (70 °F). Il est particulièrement important de ne

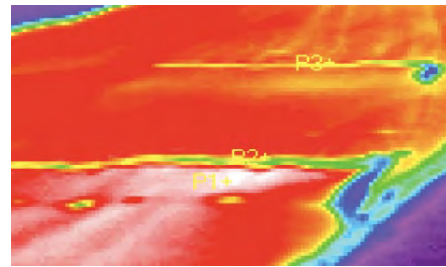
pas s'arrêter et de ne pas attendre sur une couche d'enrobé, dont l'uni sera contrôlé. Assurez-vous de tout faire pour arrêter le compacteur dans un endroit qui n'endommagera pas le revêtement fraîchement posé.



Compacteur arrêté et partiellement stationné sur un épaulement.



Démarrage après un arrêt de six minutes.



L'image thermique montre les zones froides.

À chaque fois qu'un compacteur s'arrête et stationne sur une couche d'enrobé fraîche, les cylindres ou les pneus cabosseront le revêtement. Les photos illustrent les effets d'un arrêt de six minutes sur la couche d'enrobé. Dans cet exemple, le finisseur s'est arrêté pour attendre des unités de transport. Le compacteur de phase initiale a terminé son plan et l'opérateur a stationné son engin avec les cylindres en biais, dont une partie sur la bande d'arrêt d'urgence de 90 cm (3') et l'autre partie sur la voie de circulation, dont l'uni sera contrôlé.

Après un arrêt de six minutes, le finisseur reprend son activité et l'opérateur du compacteur commence un nouveau plan. Une vue du revêtement, sur lequel a stationné le compacteur, révèle une flaque d'eau à l'endroit où reposaient les cylindres et où le revêtement a été endommagé.

Une image thermique montre que les cylindres d'acier ont entraîné une déperdition de chaleur significative du revêtement, là où reposaient les cylindres. La température du revêtement est de 65 °C (150 °F) à l'endroit du stationnement des cylindres d'acier. Le revêtement doit encore subir deux passes de compactage, intermédiaire et finale. Cependant, la température du revêtement à

cet endroit est désormais beaucoup trop faible par rapport aux plans normaux.

À la fin de la session, l'uni de la voie de circulation compactée a été mesuré avec un profilographe. L'index de profil à l'endroit où le compacteur a stationné pendant six minutes montre deux dépressions et des renflements provoqués par les cylindres d'acier, qui n'ont pas été éliminés pendant les phases de compactage intermédiaire et finale. L'index de profil est la preuve que le stationnement sur un revêtement chaud, quelle qu'en soit la durée et quel que soit son angle, risque de laisser des bosses permanentes dans le revêtement.

Si le processus de pose est interrompu, Caterpillar recommande de stationner tous les compacteurs concernés sur une surface froide et totalement dense, ou sur une surface qui ne fait pas partie de la voie de circulation. Si aucune zone de stationnement adaptée n'est disponible, les compacteurs doivent désactiver le système vibratoire, se déplacer sur une zone de la couche d'enrobé éloignée du plan de compactage en cours, et continuer à rouler à faible vitesse sur le revêtement jusqu'à la reprise du processus de pose.

[ARRÊT POUR REFAIRE LE PLEIN D'EAU]

En fonction de la taille des réservoirs du circuit de pulvérisation d'eau et des conditions climatiques, un compacteur tandem doit s'arrêter pour refaire le plein d'eau une ou deux fois par session. Il est important que l'équipe prévoit les arrêts pour remplissage afin d'éviter les longues interruptions du processus de compactage et de devoir arrêter le compacteur sur une partie de l'enrobé appartenant à la voie de circulation. Voici quelques recommandations pour réduire les interruptions pendant les arrêts pour refaire le plein d'eau.

Stationnez le compacteur sur une surface froide et compactée, ou sur l'épaulement, pour refaire le plein d'eau des réservoirs du circuit de pulvérisation. Souvent, cela signifie que le camion-citerne doit disposer d'un long tuyau. Dans certaines situations, le camion-citerne doit stationner sur une surface froide et le tuyau d'eau doit être déployé à travers les 3,65 m (12') sur la largeur de la voie de circulation, pour atteindre un compacteur stationné sur l'épaulement opposé.

Planifiez à l'avance en connaissant la longueur maximale du tuyau qui sera nécessaire pour refaire le plein d'eau sur chaque chantier. Assurez-vous que le tuyau d'alimentation en eau est suffisamment long pour faire face à chaque situation.

Sur certains chantiers, le revêtement présentera deux bords libres sans aucun épaulement sur lequel arrêter le compacteur. Ou alors, le revêtement peut présenter un bord libre et aucun espace du côté opposé pour que le compacteur puisse sortir du revêtement. Dans ces situations, pensez à prévoir des plaques robustes à placer le long du bord libre du revêtement. Le compacteur peut sortir et entrer sur le revêtement en utilisant ces plaques, sans écraser le bord libre du revêtement.

Réduire la longueur des arrêts pour refaire le plein d'eau est également important. Le processus de pose peut être interrompu momentanément, jusqu'à ce que le ou les compacteurs puissent reprendre leurs plans. Or, en fonction du chantier et des types de compacteur, vous pouvez déplacer le compacteur intermédiaire vers la phase initiale pendant que les compacteurs de phase initiale refont le plein d'eau.

Quelle que soit la durée du processus de remplissage d'eau, il est probable que la température du revêtement variera et que la densité variera également en fonction de l'importance de la chute des températures. L'une des façons d'économiser du temps pendant le remplissage d'eau consiste à positionner le camion-citerne à l'endroit approprié pour refaire rapidement le plein des compacteurs.



Fournir un moyen au compacteur pour sortir d'un revêtement avec des bords libres, si nécessaire. Compacteur stationné sur l'épaulement pendant le remplissage d'eau pour éviter de bosseler le revêtement de la voie de circulation.

CALCULATEUR DE COMPACTAGE

Camionnage
Vitesse du finisseur
Compactage
Cordon
Rendement
Pente
Épaisseur
Résumé du travail
Légal

Entrées Générales

Épaisseur de pose:	[2.95] in	[75.0] mm
Largeur de pose:	[12.00] feet	[3.658] meter
Densité du matériau non compacté:	[130] lbs/ft ³	[2082] kg/m ³
Capacité du camion ou tonnage total:	[881.8] ton	[800.0] tonnes
Longueur du revêtement avec un rendement de 100 %:		[1402] meter
Longueur exacte du revêtement réalisé:	[4691.60] feet	[1430] meter

% de rendement pour un chargement de camion ou un tonnage donné:

[102]

Sortie

Épaisseur:	[2.95] in	[75] mm
Longueur du revêtement:	[4691.6] feet	[1430] meters
Largeur:	[12] feet	[3.658] meters

L'utilisation de la fonction Rendement dans l'application Cat Interactive Production Calculator peut aider à positionner le camion-citerne pour le remplissage d'eau sur le chantier.

Un exemple utilisant l'application Cat Interactive Production Calculator démontre l'importance de planifier le positionnement des camions-citernes. Sur ce chantier, la productivité est de 200 tonnes à l'heure (220 tonnes impériales à l'heure). La largeur de pose est de 3,65 m (12') L'épaisseur de pose est de 75 mm (3"). Le poids de l'enrobé déposé par la table de pose est de 2 082 kg/cm³ (130 lb/pi³). Le revêtement d'une voie rapide est posé en continu pendant la session entière.

En se basant sur la capacité des réservoirs d'eau et les conditions climatiques, le compacteur doit s'arrêter pour refaire le plein d'eau toutes les quatre heures. En quatre heures, le finisseur doit avoir posé 800 tonnes (880 tonnes impériales). Une

fois que toutes les données ont été saisies dans Rendement Calculator, le résultat est 1 402 m (4 598') de revêtement en quatre heures. Il faudra alors rechercher un emplacement sur le chantier proche de la distance calculée, pour stationner le camion-citerne et arrêter le compacteur pour le remplissage d'eau. S'il n'existe aucun espace pour que le compacteur s'arrête sans bosseler le revêtement, prévoyez de faire sortir le compacteur du revêtement à l'aide de plaques.

Le fait d'avoir un camion-citerne en position et le personnel prêt à refaire e plein du circuit de pulvérisation raccourcira l'interruption de la production et minimisera les variations de température du revêtement.

[COMPACTAGE À RAYON DE COURBURE SERRÉ]

Pour certaines applications, notamment les centres urbains et les parcs de stationnement, il existera des zones où le compacteur travaillera sur des surfaces courbes, comme des culs-de-sac, ou autour des îlots séparateurs ou d'autres obstacles.

L'équipement correct et les techniques appropriées doivent être utilisés pour éviter de déformer la couche d'enrobé fraîche, lors du compactage des surfaces courbes.



Compacteur tandem conventionnel de 170 cm (67") roulant en continu dans la courbe.



La bordure externe du cylindre a étiré et déformé l'enrobé frais.

Chaque fois que le revêtement présente une courbure serrée, l'enrobé sera déformé si un compacteur tandem conventionnel, à forte productivité, effectue une passe continue autour de la courbe. La bordure externe du cylindre couvre une plus longue distance que la bordure interne du cylindre. Par conséquent, la bordure externe étire le revêtement dans un effort pour suivre la courbe à la même vitesse que la bordure interne.

Si le seul compacteur disponible est un modèle conventionnel, à forte productivité, alors un plan de compactage unique doit être utilisé pour éviter de déformer le revêtement.

L'opérateur doit travailler dans le sens de la courbe, le long d'un bord du revêtement. Roulez en avant (1) dans la courbe, en vous arrêtant en biais à proximité du bord externe de la courbe. Revenez en marche arrière par le même tracé.

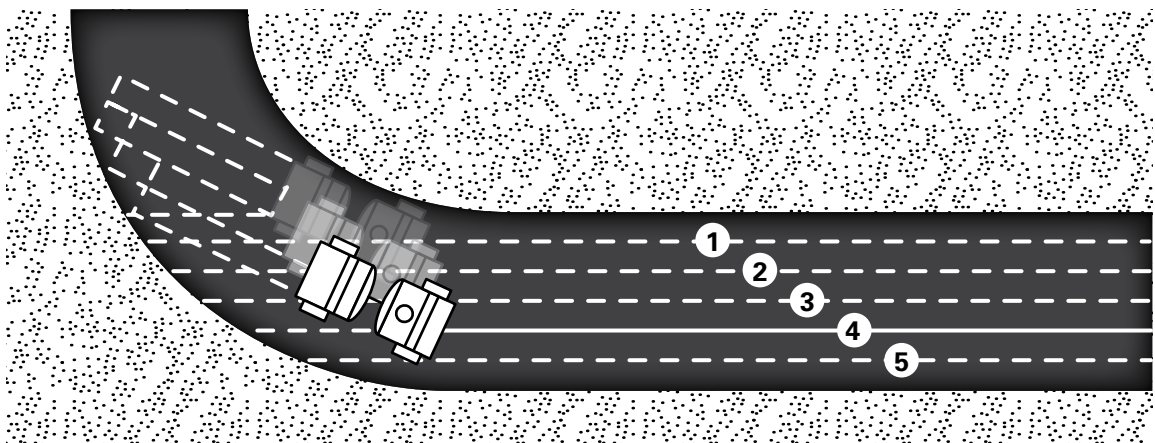
Déplacez-vous vers le centre du revêtement (2) en chevauchant légèrement la première passe et en roulant vers l'intérieur de la courbe, en vous arrêtant de nouveau en biais à proximité du bord externe. Revenez en marche arrière par le même tracé.

Répétez ce plan autant de fois que nécessaire (3, 4, 5) pour couvrir la largeur du revêtement.

Remplacez le compacteur au début de la courbe, afin que le compacteur soit en biais par rapport aux passes déjà effectuées dans la courbe. Roulez en avant et en arrière pour terminer le reste de la courbe.

Puis repositionnez le compacteur pour commencer des passes droites, allant en avant au milieu de la courbe.

COUDES ET JONCTIONS



Plan de compactage pour le compactage en courbe utilisant un compacteur tandem conventionnel.



Les compacteurs de petite taille facilitent le compactage autour des obstacles, sans déchirer l'enrobé frais.



Les compacteurs tandem à billes fendues cloisonnés peuvent compacter une courbe sans déchirer l'enrobé frais.

Pour les travaux de faible envergure, une autre solution consiste à utiliser un compacteur de petite taille pour le compactage de la courbe.

Les compacteurs de catégorie utilitaire, dotés de cylindres d'une largeur inférieure à 1 m (40"), peuvent tourner plus court sur un enrobé frais sans déchirer le revêtement. Pour les impasses, les centres urbains, les parcs de stationnement et les autres chantiers de faible envergure, un compacteur tous usages procure la souplesse et la productivité suffisante pour rester en phase avec le finisseur.

Une autre option dans certains pays consiste à utiliser un compacteur tandem à billes fendues. Ces engins disposent de systèmes de propulsion uniques qui synchronisent le guidage et la vitesse des cylindres, afin de déplacer une moitié de cylindre à une vitesse supérieure à celle de

l'autre moitié. Lorsque la roue de guidage est tournée, la moitié externe du cylindre (du côté de la plus grande courbure) accélère par rapport à la moitié interne du cylindre (du côté de la plus petite courbure). Plus la roue de guidage est tournée, plus le différentiel de vitesse sera important entre les deux moitiés du cylindre. Par conséquent, les moitiés de cylindre couvrent des distances différentes mais dans le même laps de temps. L'enrobé frais atteint la densité cible sans déformation.

Si les compacteurs tandem à billes fendues sont distribués dans votre pays et que vous travaillez sur des chantiers de compactage avec des courbes, Caterpillar recommande d'inclure un ou plusieurs modèles à billes fendues dans votre flotte de compacteurs.

Astuce: *Ce plan modèle de courbe augmente le nombre de passes et nécessite un positionnement précis du compacteur. Tous ces mouvements prennent du temps et signifient que le finisseur aura tendance à trop s'éloigner en avant, conduisant le revêtement à perdre trop de chaleur avant l'arrivée du compacteur de phase initiale. Caterpillar recommande au finisseur d'effectuer plusieurs arrêts courts, de trois minutes par exemple, après avoir terminé de poser le revêtement dans la courbe. Des arrêts courts du finisseur n'affecteront pas sérieusement la température du revêtement et permettront au compacteur initial de rester en phase avec le finisseur.*

[DENSITÉ INÉGALE]

De nombreuses administrations des travaux publics exigent désormais une couche d'enrobé non seulement avec une densité élevée, mais également une densité uniforme. Il peut exister des pénalités financières associées à une variation calculée d'après des mesures du cœur, ou à un pourcentage à l'intérieur d'une plage définie.

L'une des responsabilités de l'équipe de pose est de fournir une couche d'enrobé uniforme au compacteur de phase initiale. Derrière le finisseur, autant que possible, le revêtement doit présenter :

- Densité uniforme de la couche posée par la table de pose
- Épaisseur uniforme
- Température uniforme



Un finisseur et un compacteur de phase initiale au fonctionnement régulier sont les clés pour obtenir une densité uniforme.

Astuce: Caterpillar recommande des vérifications périodiques de la densité de l'enrobé mis en oeuvre par la table de pose, sur toute la largeur du revêtement, ainsi que des vérifications de la température de surface sur toute la largeur du revêtement. L'administration des travaux publics peut avoir publié des spécifications relatives à l'uniformité de la densité et à la température de surface de l'enrobé mis en oeuvre par la table de pose. En règle générale, la densité ne doit pas varier de plus de $60,0 \text{ kg/m}^3$ ($5,0 \text{ lb/pi}^3$) sur toute la largeur du revêtement. La température de surface ne doit pas varier de plus de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ($23 \text{ }^\circ\text{F}$) sur toute la largeur du revêtement.

PROBLÈMES

Chaque compacteur du processus de compactage, notamment le compacteur de phase initiale, doit également utiliser une approche constante pour obtenir une densité élevée et uniforme. Chaque compacteur doit travailler de la meilleure façon pour appliquer:

- Plan uniforme
- Force de compactage uniforme
- Vitesse de travail uniforme
- Température de surface uniforme



Conserver un plan constant et une densité uniforme derrière le finisseur peut être un véritable défi.

Certains opérateurs éprouvent des difficultés à répéter le même plan, tout en suivant le finisseur. Ils ne vibrent pas toujours la même partie du revêtement le même nombre de fois. Par conséquent, les vérifications de densité effectuées par le technicien du contrôle qualité varieront. Lorsque cela se produit, le technicien du contrôle qualité ou le superviseur doit travailler avec l'opérateur du compacteur pour définir le plan et s'assurer que ce plan sera reproduit.

Vérifiez également que la vitesse du finisseur n'a pas été modifiée. Souvent, des changements de la vitesse du finisseur ne sont pas communiqués à l'équipe de compactage et à l'équipe du contrôle

qualité. Par exemple, un plan de compactage qui a bien fonctionné cause soudainement un retard du compacteur par rapport au finisseur et l'oblige à travailler dans une zone à la température plus faible. Le compacteur prend du retard parce que la vitesse de pose a été augmentée.

Et en conséquence, l'opérateur essaie d'adapter le plan de compactage pour rester proche du finisseur. Ne changez jamais la vitesse de pose sans faire deux choses. D'abord, signalez le changement de vitesse à l'équipe de compactage. Ensuite, vérifiez que le compacteur de phase initiale peut suivre si la vitesse est augmentée.



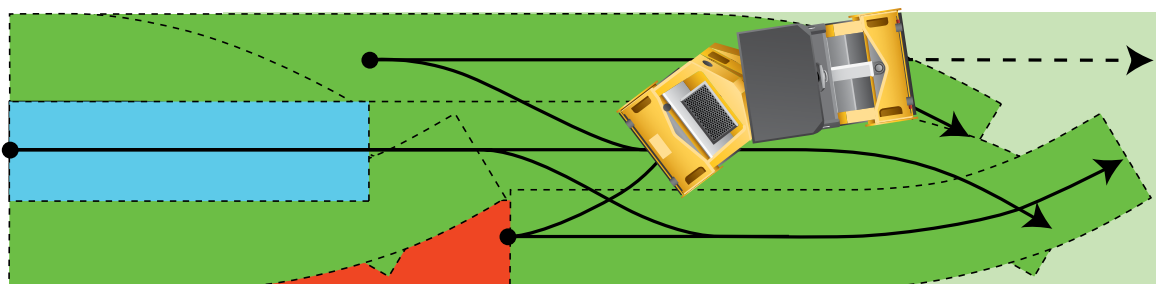


Les nouvelles technologies aident les opérateurs à maintenir des plans de compactage uniformes.

Des options sont disponibles sur les compacteurs d'enrobé pour aider les opérateurs à maintenir des plans de compactage uniformes. Des écrans situés dans le poste de pilotage peuvent être programmés pour indiquer à l'opérateur où se trouve l'engin sur le revêtement et la quantité restante du plan à accomplir.

Les systèmes de positionnement (GPS/GNSS) fournissent une cartographie très précise des plans

de compactage. Le pilotage peut être programmé avec le nombre de passes requises. Ensuite, l'écran affichera différentes couleurs au fur et à mesure de l'achèvement des passes. L'opérateur n'a plus à estimer la fin de la passe pour changer de direction. Et il existe moins de risque que l'opérateur oublie une partie du plan, puisque l'écran fournit un retour d'information immédiat permettant de corriger rapidement le tracé.



Exemple d'une carte de comptage du nombre de passes.

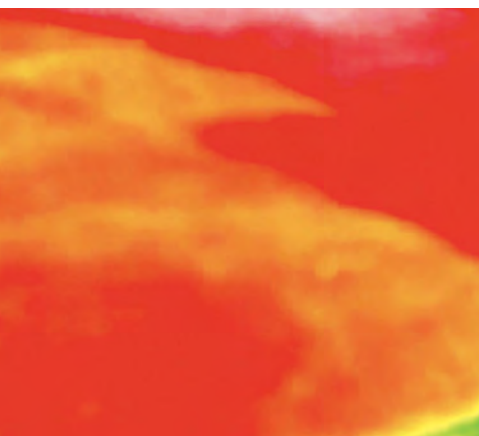


Des capteurs infrarouges envoient les données de température à l'écran dans le poste de pilotage.

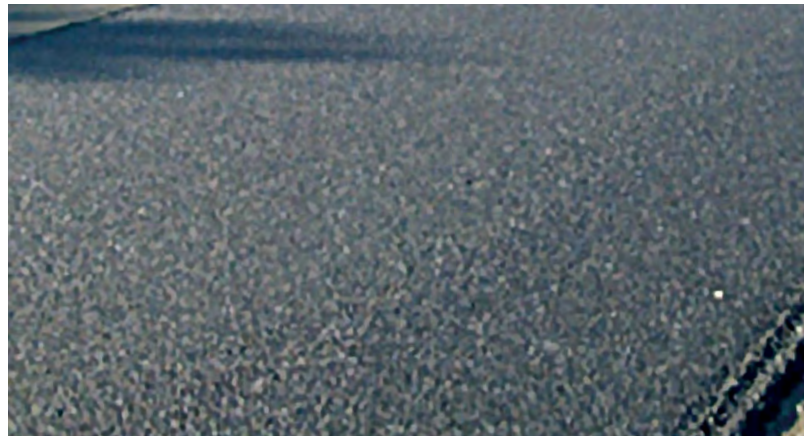
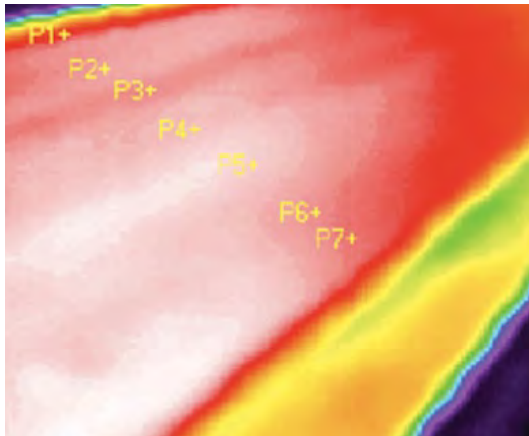
Les capteurs de température infrarouges sont une autre option disponible sur certains compacteurs tandem. Sur les modèles Caterpillar, les capteurs sont installés sur les châssis de cylindre avant et arrière. Les capteurs sont nettoyés en permanence à l'air comprimé, pour éliminer la poussière, la fumée et l'humidité des sondes. Les systèmes de température sont précis et fournissent une référence visuelle constante, sur l'écran du poste de pilotage. Non seulement l'opérateur connaît la position exacte de l'engin par rapport au plan de compactage défini, mais il sait également où il se trouve par rapport à la zone de température souhaitée.

De grands écarts de température sont provoqués par des arrêts prolongés du finisseur. La partie du revêtement située sous la table de pose reste chaude parce qu'elle est confinée. La partie du revêtement juste derrière la table de pose perd de la chaleur parce qu'elle est exposée aux éléments.

La déperdition de chaleur dépend de l'épaisseur du revêtement, de la température de l'air et de la vitesse du vent. Si la température du revêtement varie de plus de 15 °C (30 °F), il est probable qu'il s'en suivra une variation significative de la densité. Pour contribuer à l'obtention d'une densité uniforme, limitez les arrêts du finisseur à cinq minutes maximum.



Variation de température provoquée par un arrêt de dix minutes du finisseur. L'empreinte de la table de pose affichée sur l'image infrarouge n'est pas visible sur l'image numérique.



Variation de température provoquée par un revêtement fin du côté de l'épaulement.

Dans certains cas, l'épaisseur du revêtement varie sur toute la largeur du revêtement. La partie la plus fine perdra sa chaleur plus rapidement que la partie la plus épaisse. Dans l'exemple précédent, l'épaulement était plus haut que la voie de circulation dans cette zone du chantier. L'épaisseur du revêtement déposé sur la voie de circulation était de 50 mm (2"). L'épaisseur du revêtement sur l'épaulement a été réduite à 25 mm (1").

La densité du revêtement a donc varié de manière significative à cause des écarts de température et parce que le revêtement fin a un faible rapport

épaisseur de couche/taille d'agrégats. Dans ce cas, tous les contrôles de densité réalisés dans l'épaulement ont échoués alors que tous les contrôles effectués dans la voie de circulation ont été conformes aux exigences de densité.

Il existe toujours une raison à la variabilité de la densité. En cas de variations de densité, commencez votre diagnostic en examinant la variabilité du processus de pose, de la température du revêtement, des plans de compactage et de la vitesse de roulage.

Astuce: Les sondes de température et leur affichage sont particulièrement importants lors du compactage des enrobés présentant une zone sensible. L'opérateur peut utiliser l'écran pour vérifier que le compacteur initial reste en avant de la zone sensible, ou que le compacteur intermédiaire reste derrière la zone sensible.

Résumé: Les problèmes de compactage peuvent être provoqués par nombreux de facteurs. Une maintenance insuffisante des cylindres, une absence de planification, une sélection incorrecte des équipements et une formation inadéquate des opérateurs sont quelques uns des facteurs qui peuvent entraîner des problèmes pendant le processus de compactage. Certains enrobés sont plus difficiles à poser et à compacter que d'autres. Dans ces situations, des expérimentations sur le site peuvent être la seule solution notamment dans le cas d'un enrobé utilisé pour la première fois. Tout ce qu'une équipe apprend en travaillant sur un chantier doit être mémorisé et mis en application sur d'autres projets lorsque des problèmes similaires surviennent.

GLOSSAIRE

- A -

À-coups du cylindre	Un cylindre produit des à-coups lorsque la couche d'enrobé ne peut pas accepter la force appliquée par un compacteur vibrant. Ce phénomène est également appelé découplage.
Emulsion antiadhésive	Une emulsion antiadhésive est un liquide qui empêche le collage du matériau bitumineux sur les surfaces en acier ou en caoutchouc. Les distillats de pétrole, comme le gazole, sont interdits dans la plupart des pays, à cause de leurs effets nocifs sur le matériau bitumineux. Il existe tout un éventail d'agents antiadhérents biodégradables.
Amplitude	L'amplitude est la distance parcourue par le cylindre dans le revêtement. L'amplitude est une mesure critique de la force d'impact générée par un compacteur tandem vibrant à cylindre d'acier.
grande	Mouvement du cylindre supérieur à 0,75 mm (0,030")
moyenne	Mouvement du cylindre compris entre 0,50 – 0,75 mm (0,020 – 0,030")
petite	Mouvement du cylindre compris entre 0,25 – 0,50 mm (0,010 – 0,020")
Analyse de qualité	L'analyse de qualité consiste à tester, mesurer et analyser l'enrobé, et d'autres aspects particuliers d'un projet, en laboratoire ou dans un autre environnement contrôlé.

- B -

Planche d'essai	Une planche d'essai est utilisée pour vérifier que le plan de compactage et l'équipement proposé sont appropriés pour obtenir la densité cible et respecter la productivité de la pose. La planche d'essai peut être un élément séparé ou une partie du chantier.
Béton bitumineux	Le béton bitumineux est un autre terme utilisé pour décrire un matériau de revêtement bitumineux.
Bitume	Le bitume est un mélange noir et collant d'hydrocarbures existant à l'état naturel ou obtenu par la distillation du pétrole. Le bitume est également appelé ciment bitumineux.
Bord confiné	Un bord confiné est le bord d'une couche d'enrobé limité par une couche d'enrobé précédemment posée. L'intersection de deux couches s'appelle un joint longitudinal.
Bord libre	Un bord libre est le bord d'une couche d'enrobé qui est libre et non limité par une couche adjacente ou un caniveau.
Buse de pulvérisation d'eau	Les buses de pulvérisation d'eau sont situées sur les barres de pulvérisation, au-dessus des cylindres d'acier du compacteur. Les buses de pulvérisation pulvérisent de l'eau sur la surface des cylindres, afin d'empêcher l'enrobé de coller au cylindre.

- C -

Caméra infrarouge	Une caméra infrarouge fournit une image de la température à la surface de la couche d'enrobé. L'image recouvre généralement la largeur du revêtement sur une distance maximale de 9 m (30').
Carotte	Une carotte est un échantillon de couche d'enrobé compacté et froid, prélevé par le personnel du contrôle qualité à des fins d'analyse qualité en laboratoire.

Cartographie des passes	La cartographie des passes, via l'utilisation d'un GPS, est une option sur certains compacteurs. Un écran dans le poste de conduite indique à l'opérateur sa position actuelle sur le chantier et si le compacteur a terminé avec succès le plan de compactage sélectionné.
Cartographie des températures	La cartographie des températures est une option sur certains compacteurs d'enrobé. Des capteurs infrarouge envoient les données de température à un écran dans le poste de pilotage. L'écran indique à l'opérateur les températures de surface dans le plan de compactage.
Charge statique linéaire	La charge statique linéaire est calculée en divisant la charge par essieu par la largeur du cylindre. La charge statique linéaire est exprimée en kilogrammes par centimètre ou en livres par pouce.
Chaussée perpétuelle	Chaussée perpétuelle est un terme utilisé pour décrire une structure d'enrobé en profondeur, conçue pour résister à un nombre pratiquement infini de charges par essieu, sans aucune détérioration structurelle.
Chevrons de démarrage	Les chevrons de démarrage sont des bandes en bois ou en métal, placées sous la table de pose avant qu'elle ne soit abaissée sur le point de départ. Les chevrons de démarrage doivent être de la même épaisseur que le taux de compactage de la couche d'enrobé en cours de pose.
Ciment bitumineux	Le ciment bitumineux est le liant utilisé dans la fabrication de matériaux de revêtement bitumineux.
Compactage	Le compactage est le processus mécanique de réduction des vides et de développement d'une force de portance dans la couche d'enrobé, en resserrant le granulat.
Compactage décalé	Le compactage décalé est un plan de compactage utilisant deux compacteurs ou plus pour une phase de compactage.
Compactage de phase initiale	La phase initiale de compactage se déroule immédiatement après le passage du finisseur, là où la couche d'enrobé est la plus chaude. La phase initiale doit atteindre la majeure partie de la densité cible finale.
Compactage de phase intermédiaire	La phase intermédiaire de compactage se déroule immédiatement après la phase initiale, dans une plage de température où la couche d'enrobé est encore suffisamment chaude pour continuer à gagner en densité. La phase intermédiaire doit atteindre la densité cible finale.
Compacteur legers	Les compacteurs tous usages possèdent des largeurs de cylindres inférieures à un mètre (40') et sont généralement utilisés sur des projets de faible envergure, ou viennent s'ajouter à des compacteurs plus grands lorsqu'un engin plus maniable est requis.
Conditions ambiantes	Les conditions ambiantes comprennent la température de l'air, la vitesse et la direction du vent, et la couverture nuageuse. Les conditions ambiantes affectent la déperdition de chaleur dans la couche d'enrobé avant le compactage final.
Contrôle qualité	Le contrôle qualité consiste à tester, mesurer et analyser le matériau bitumineux, et d'autres aspects particuliers d'un projet, sur le chantier pendant le déroulement des travaux
Couche de base	La couche de base est généralement la première couche d'enrobé d'une structure de chaussée. La couche de base est habituellement composée de granulats de grande taille et est posée à une épaisseur égale ou supérieure à 75 mm (3").

Couche de liaison	La couche de liaison est le matériau bitumineux posé sur la couche de base. La couche de liaison est composée de granulats de taille moyenne et a généralement une épaisseur de 50 - 100 mm (2 - 4").
Couche de nivellement	Une couche de nivellement est une fine couche d'enrobé posée sur une surface fraisée, dans le double but de restaurer le profil et d'améliorer l'uni.
Couche de roulement	La couche de roulement, souvent appelée couche de frottement ou de surface, est la couche finale d'une structure de chaussée. C'est généralement la couche la plus fine, conçue pour être la couche la plus rigide.
Courbe de refroidissement	Une courbe de refroidissement est un graphique chronologique de la déperdition de chaleur dans une couche d'enrobé, qui se base sur l'épaisseur de la couche, le type d'enrobé et les conditions ambiantes.
Cylindre à billes fendues	Un compacteur tandem à billes fendues possède des cylindres fendus au centre. La direction et les vitesses de propulsion sont synchronisées pour permettre à une moitié du cylindre de tourner plus vite ou plus lentement que l'autre moitié du cylindre. Les cylindres à billes fendues sont utiles pour le compactage de couches d'enrobé à rayon de braquage étroit, dans les impasses par exemple.

- D -

Débord	Le débord se réfère à la partie du cylindre qui dépasse du bord de la couche d'enrobé.
Densité	La densité est le poids d'un volume de matériau donné, normalement exprimée en kilogrammes par mètre cube ou en livres par pied cube.
Densité théorique maximale	La densité théorique maximale est le poids d'un volume d'enrobé donné, compacté d'une façon contrôlée et reproductible dans un environnement de laboratoire.

- E -

Enrobé	Enrobé est le terme générique utilisé pour décrire un matériau de revêtement bitumineux, appelé également enrobé à chaud ou parfois enrobé tiède.
Enrobé à chaud	Matériau bitumineux produit par une centrale d'enrobage à des températures de 149-177 °C (300-350 °F).
Enrobé à matrice de pierre de pierre	L'enrobé à matrice de pierre est composé presque entièrement de gros agrégats, de fines et de ciment bitumineux modifié. Il existe un contact inter-granulats étroit, mais les cailloux sont enrobés d'un mastic épais de fines et de ciment bitumineux visqueux.
Enrobé dense	Les enrobés denses sont produits avec une variété de granulats de différentes tailles, de ciments bitumineux et de fines. Les granulats de grande taille sont enveloppés d'un mastic de fines et de ciment bitumineux.
Enrobé discontinu	Les enrobés discontinus utilisent des granulats composés de matériaux de différents calibres, avec des particules de taille fine à grande et dont certaines tailles intermédiaires sont manquantes. Les enrobés discontinus sont perméables avec un contact inter-granulats important.
Enrobé drainant	Les enrobés drainants contiennent des granulats dont quelques tailles seulement sont présentes et dont les tailles intermédiaires sont absentes. Ce type d'enrobé contient généralement un ciment bitumineux modifié. Il existe un fort contact inter-granulats.

Enrobé modifié aux polymères Un polymère est un composé synthétique sous forme de chaîne de molécules similaires liées. Les polymères sont ajoutés au ciment bitumineux pour améliorer la résistance de la couche à haute température et l'élasticité de la couche à basse température. Le ciment bitumineux polymérisé présente une viscosité élevée.

Enrobé tiède Matériau bitumineux produit par une centrale d'enrobage à des températures pouvant être inférieures de 38 °C (100 °F) à celles de l'enrobé chaud.

- F -

Facteur d'efficacité Un facteur d'efficacité doit être utilisé pour le calcul de la vitesse de travail d'un compacteur, afin de compenser les arrêts pour ravitaillement en eau et les inversions sans vibrations. Le facteur d'efficacité normal pour les compacteurs est de l'ordre de 75% à 85%.

Force centrifuge La force centrifuge est un calcul technique obtenu en multipliant la masse du poids excentrique par le rayon de rotation du poids et par le carré de la vitesse de rotation (fréquence). La force centrifuge n'a aucun rapport direct avec l'énergie du compactage.

Fréquence La fréquence se définit comme le nombre de fois que le cylindre frappe la couche d'enrobé et elle s'exprime en vibrations par minute. La fréquence peut également se définir comme la vitesse de rotation de l'arbre balourdé à l'intérieur du cylindre.

Fréquence,

Basse 40 - 46,7 Hz (2400 - 2800 vibrations à la minute)

Moyenne 46,7 - 56,7 Hz (2800 – 3400 vibrations à la minute)

Haute Supérieure à 56,7 Hz (3400 vibrations à la minute)

Fréquence de résonance La fréquence de résonance est la combinaison de la fréquence du système vibratoire, de l'amplitude, de la vitesse de travail et de la rigidité de la couche d'enrobé qui provoque des à-coups (oscillations) du cylindre sur la surface du revêtement. Un compacteur vibrant doit fonctionner à proximité de la fréquence de résonance, mais sans jamais l'atteindre.

Frottement interne Le frottement interne est la résistance au mouvement des granulats dans une couche d'enrobé. La forme des granulats détermine la quantité de frottement interne.

- G -

Granulat Le granulat se réfère au type ou aux types de cailloux utilisés dans la fabrication des enrobés.

- I -

Impact L'impact est la force de compactage dynamique. Un impact se produit lorsque le cylindre d'acier d'un compacteur vibrant s'enfonce dans la couche d'enrobé.

Intervalle d'impact L'intervalle d'impact est le rapport entre la fréquence d'un compacteur vibrant et sa vitesse de travail. L'intervalle d'impact est le nombre de fois par mètre ou par pied où le cylindre s'enfonce dans le revêtement.

- J -

Jauge de densité Les jauges de densité sont utilisées pour tester la densité in situ, tant que l'enrobé est encore suffisamment chaud pour effectuer des ajustements. Le technicien du contrôle qualité étalonne et utilise la jauge de densité sur le site.

Joint chaud/chaud	Un joint longitudinal chaud/chaud est créé par deux finisseurs décalés qui posent deux couches d'enrobé adjacentes.
Joint en biseau	Un joint en biseau est créé grâce à un dispositif de mise en forme des joints à l'extrémité de la table de pose. Un joint en biseau est un bord incliné qui élimine une face verticale sur le bord libre, qui peut être ouvert au trafic.
Joint en biseau avec entaille	Un joint en biseau avec entaille est créé grâce à un dispositif de mise en forme des joints à l'extrémité de la table de pose. Les joints en biseau avec entaille sont souvent exigés pour éviter de créer un bord libre vertical de grande taille, qui pourrait être ouvert au trafic.
Joint froid/chaud	Un joint longitudinal froid/chaud est créé en posant une couche d'enrobé chaud à côté d'une couche d'enrobé froide et compactée au préalable.
Joint longitudinal	Un joint longitudinal est l'intersection de deux couches d'enrobé, dont les bords sont parallèles à la direction de pose.
Joint tiède/chaud	Un joint longitudinal tiède/chaud est créé en posant une couche d'enrobé chaud à côté d'une couche d'enrobé posée peu de temps avant.
Joint transversal	Un joint transversal est l'intersection perpendiculaire de deux couches d'enrobé. Souvent, un joint transversal est la reprise d'une pose de revêtement à partir d'une couche froide et compactée. Un joint transversal est également appelé un joint d'aboutement.
Juppes	Les juppes sont une option des compacteurs pneumatiques. Les juppes recouvrent les trains avant et arrière pour aider les pneus à conserver leur chaleur et à réduire le collage de l'enrobé.
- L -	
Lest	Le lest est le poids ajouté ou enlevé d'un compacteur afin de modifier la force statique exercée par celui-ci.
- M -	
Manipulation	La manipulation est une force statique générée lorsque les forces à l'œuvre dans la couche d'enrobé ne sont pas entièrement verticales, mais partent dans toutes les directions. La manipulation, normalement associée aux compacteurs à pneumatiques, facilite l'étanchéité de la surface de la couche.
Marques d'impact	Les marques d'impact sont des lignes visibles à la surface de la couche d'enrobé. Les marques d'impact sont provoqués par l'application d'une trop grande force (amplitude et poids) sur la couche d'enrobé.
Matériau bitumineux	Un matériau bitumineux est une combinaison de granulats, de ciment bitumineux et de certains additifs. Les matériaux bitumineux sont fabriqués dans les centrales d'enrobage.
- P -	
Passe	Une passe représente un mouvement du compacteur dans une direction, depuis le point de départ jusqu'à l'endroit où se termine le plan de compactage, ou jusqu'à l'endroit où commence un nouveau plan de compactage. Dans certains pays, une passe se définit comme le mouvement aller-retour sur une même surface de couverture.
Phase de finition	La phase de finition du compactage est la phase finale, dont le but est d'éliminer toutes les marques laissées en surface par les compacteurs précédents. De petits gains de densité peuvent être encore obtenus pendant la phase de finition.

Phase de tassement	Dans certains pays, la phase initiale du compactage est appelée la phase de tassement. La phase de tassement doit atteindre la majeure partie de la densité cible finale.
Plan de compactage	Un plan de compactage comprend le nombre et l'ordre des passes, avec les recouvrements et les débords nécessaires au compacteur pour couvrir la largeur et la longueur de la surface qui lui est affectée, tout en respectant la vitesse effective du processus de pose.
Poids excentrique	Le poids excentrique est une masse décentrée à l'intérieur du cylindre d'un compacteur vibrant. La rotation rapide du poids excentrique crée des forces qui font vibrer le cylindre et le font se déplacer dans la couche d'enrobé.
Porte latérale	Une table de pose est équipée de porte latérale à gauche et droite, qui confinent la couche d'enrobé à la largeur souhaitée. Le bas de porte latérale est équipé d'une bande métallique appelée patin. Lorsque la porte latérale est abaissée, le patin flotte sur le sol et le bord de la couche d'enrobé est vertical, permettant une meilleure mise en place des joints.
Pression statique	La pression statique est la charge par essieu divisée par la surface du cylindre ou du pneu en contact avec la couche d'enrobé. La pression statique s'exprime en kilopascals ou en livre par pouce carré.
Primaire	Le primaire est une émulsion constituée d'huile pour revêtement, d'eau et d'un agent émulsifiant. Le primaire est appliqué sur les surfaces avant la pose pour faciliter la liaison entre les couches.
Profil	Le profil est une coupe transversale d'une structure de chaussée, plus spécifiquement la pente de la surface de la chaussée pour le drainage.

- R -

Rapport de conception	Le rapport de conception se définit comme le rapport entre l'épaisseur de la couche d'enrobé et le plus grand granulats dans la couche. La plupart des administrations de travaux publics exigent au moins un rapport de 3:1 entre l'épaisseur de la couche et la taille des granulats. Plus le rapport de conception est élevé et plus le processus de compactage sera facilité.
Recouvrement	Le recouvrement se réfère à la partie du cylindre qui recouvre la passe adjacente précédemment terminée.
Rendement	Le rendement se réfère à la distance linéaire qu'une quantité de matériau bitumineux donnée recouvrera sur une profondeur et une largeur données.
Roue latérale	Une roue latérale est un accessoire qui peut être installé sur le cylindre d'un compacteur. La roue latérale égalise le bord libre d'une couche d'enrobé pour produire une face verticale et une ligne droite, afin de faciliter la réalisation des joints.

- S -

Scanner infrarouge	Un scanner infrarouge est un dispositif manuel qui mesure et affiche la température d'un point à la surface d'une couche d'enrobé.
Ségrégation	La ségrégation, pour ce qui concerne la pose de revêtement, indique la tendance des agrégats de gros calibre présents dans un mélange bitumineux à se séparer des plus petites particules et à former des poches ou des bandes de gros granulats à l'intérieur de la couche.
Spécification méthodologique	Une spécification méthodologique décrit le type d'équipement ou les techniques à mettre en œuvre sur un chantier.

Spécification de résultat final Une spécification de résultat final est une série de contrôles qualité / analyses de qualité de mesures cible telles que la qualité de roulement, la densité et la conformité de la formule de l'enrobé.

- T -

Table de pose dameuse Une table de pose dameuse utilise une ou plusieurs barres tamper pour délivrer une énergie de compactage supplémentaire à la couche d'enrobé et produire une densité plus élevée dans la couche d'enrobé, avant le processus de compactage. Les tables de pose dameuses utilisent en général également les vibrations pour resserrer la texture de surface.

Table de pose vibrante Une table de pose vibrante délivre une force de vibrations à la couche d'enrobé lorsque celle-ci passe sous la table. La vibration de la table augmente légèrement la densité de la couche d'enrobé et contribue à resserrer la texture de surface.

Tapis de distribution d'eau Les tapis de distribution d'eau contribuent à répartir l'eau de manière uniforme sur la surface des cylindres d'un compacteur tandem.

Température à cœur La température à cœur se réfère à la température mesurée par une sonde insérée au centre de la couche d'enrobé. La température à cœur est toujours plus élevée que la température de surface et c'est un indicateur précis de la maniabilité de la couche d'enrobé.

Température minimale de fin de compactage La température minimale de fin de compactage est la température à partir de laquelle il n'est plus possible d'obtenir plus de densité. La température minimale de fin de compactage varie en fonction de la formulation mais, en règle générale, la température minimale de fin de compactage est d'environ 85 °C (185 °F).

- V -

Vibration La vibration est une force de compactage dynamique. La vibration aide les matériaux du granulat dans la couche d'enrobé à se réorienter et à se rapprocher les uns des autres. La vibration se produit lorsque le poids excentrique à l'intérieur du cylindre commence à tourner rapidement.

Vides Les vides sont des poches d'air piégées dans la couche d'enrobé mise en place par une table de pose.

Viscosité La viscosité se réfère au débit d'écoulement d'un liquide à une température donnée. La viscosité du ciment bitumineux utilisé dans l'enrobé est affectée par la température et les additifs mélangés au ciment bitumineux. En ce qui concerne le compactage, plus la viscosité du ciment bitumineux est élevée, plus difficile sera le processus de compactage.





CD54B CAT

CAT[®] PAVING PRODUCTS
GUIDE DU COMPACTAGE DES ENROBÉS

 CATERPILLAR[®]