

# **ASPHALTE COMPACT**

## **- AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS D'UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE -**

SVEN MUELLER  
Matthäi Construction Company GmbH, Allemagne  
SVEN.MUELLER@MATTHAEI.DE

### **INTRODUCTION**

En construction routière conventionnelle, la structure d'un revêtement asphaltique est habituellement composée de plusieurs couches, appliquées et compactées les unes après les autres sur la forme préalablement refroidie. Les consolidations en asphalte compact, par contre, sont composées d'asphaltes roulés au rouleau compresseur à pose bicouche d'une composition différente, en sachant que la capacité thermique de la couche de base est utilisée pour mieux compacter la couche de surface plus fine. L'amalgamation fiable des couches est réalisée sans projection supplémentaire et donne un paquet d'asphalte plus compact de ce fait [1].

Les buts visés par l'application de consolidations en asphalte compact sont :

- Amélioration de l'appropriation à la compaction,
- Amalgamation fiable des couches grâce à l'endement des deux couches et meilleur transport de la poussée hors de la couche de surface,
- Economie de matériaux de construction particulièrement coûteux grâce à l'épaisseur réduite de la couche de surface et de ce fait
- Réduction des coûts de fabrication et d'entretien.

Le donneur d'ordre et le fournisseur doivent cependant observer certaines conditions cadre lors de la fabrication d'un asphalte compact. Ces conditions agissent notamment sur les machines employées et les ressources humaines, de même que sur les coûts et la technologie de pose choisie.

La présente étude porte sur les principes de la technologie de l'asphalte compact, la pose de l'asphalte compact d'après la technologie du « chaud sur chaud », les mesures d'assurance qualité mises en œuvre durant la pose ainsi qu'une approche de rentabilité complétée de perspectives d'avenir concluantes.

## **1. PRINCIPES**

### **1.1 Technologie de l'asphalte compact**

Les consolidations en asphalte compact sont des asphaltes permettant d'appliquer le revêtement de la chaussée en deux couches simultanées. Ces asphaltes se distinguent par une amalgamation optimale entre la couche de surface et la couche de base.

La pose immédiate de la couche de surface sur la couche de liant encore chaude ou tiède prévient le refroidissement prématuré de la couche de liant. La capacité thermique des deux couches est alors mieux utilisable pour la compaction consécutive de l'asphalte compact. La période de compaction est prolongée et ceci permet de réaliser des degrés de compaction plus élevés et une réduction de la formation de cavités et vides. La compaction s'effectue avec des rouleaux compresseurs conventionnels.

La fabrication d'un asphalte compact permet de réduire l'épaisseur de la couche de surface par rapport à la stratification d'une chaussée conventionnelle entre 1,5 à 2,5 cm, en fonction du grain maximum utilisée dans les matériaux enrobés. Le dimensionnement découle des Directives pour la normalisation de la superstructure des voies de circulation 01 [2] selon le corps de chaussée dans son ensemble. La couche de surface est exécutée en asphalte coulé ou en béton asphaltique.

La pose de consolidations en asphalte compact peut uniquement se faire sur des formes liées et résistantes à l'écrasement. Il faut veiller à garantir l'amalgamation des couches du paquet d'asphalte sur la forme par l'application d'un activateur d'adhérence sur la forme [5] par pulvérisations. Une pulvérisation entre les deux couches d'asphalte compact à poser devient superflue.

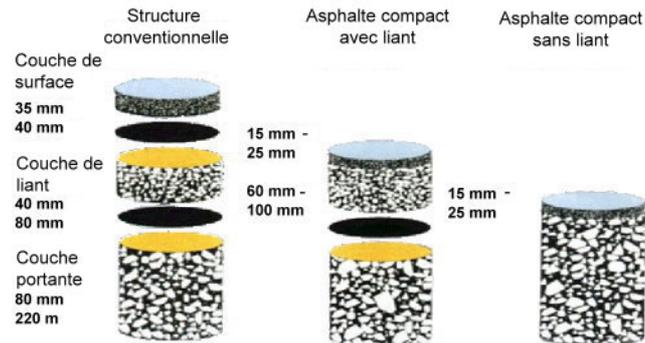


Figure 1 – Structure des couches

Veiller, lors de la construction de consolidation en asphalte compact, à une vitesse de pose régulière et une capacité suffisante de la centrale de mélange en prévention des phénomènes de ségrégation et des déformations. La vitesse de pose devrait se situer entre 2,0 m/min et 5,0 m/min.

## 1.2 Technologies de pose

Il y a lieu de différencier entre les deux technologies de pose appelées « chaud sur tiède » et « chaud sur chaud » pour les consolidations en asphalte compact. Le terme de l'asphalte compact est cependant uniquement utilisé en rapport avec la technologie de pose du « chaud sur chaud ».

La technologie de pose du « chaud sur tiède » consiste à poser deux couches d'asphalte roulé au rouleau compresseur avec deux colonnes de pose conventionnelles (finisseur plus groupe de rouleaux compresseurs) dans un espace de temps rapproché. La couche de base est rapidement compactée par un groupe de rouleaux compresseurs avant la pose de la couche de surface, de façon à ce que les véhicules transportant les matériaux enrobés suivants et le deuxième finisseur puissent suivre sans laisser de trop fortes empreintes dans la couche. Sauf que la couche de base refroidit déjà considérablement durant la compaction. Une amélioration de l'appropriation à la compaction n'est que difficilement réalisable de ce fait.

La pose de la couche de surface impose par ailleurs la disponibilité d'une voie de circulation à côté de la voie de pose de l'asphalte pour la fourniture des matériaux enrobés. Ceci empêche la pose de l'asphalte sur toute la largeur de la voie et exige l'aménagement d'une voie d'accès au chantier supplémentaire. Il en résulte que cette technologie ne s'est pas imposée définitivement. La présente étude prend donc uniquement la technologie du « chaud sur chaud » en considération.

La technologie de pose du « chaud sur chaud » se distingue par la pose simultanée de la couche de base et de la couche de surface.

La réalisation d'une vitesse de pose uniforme de l'asphalte compact prescrit la disponibilité d'une machine qualifiable de « chargeuse ». Il s'agit notamment de postes de transfert pour le remplissage des différentes trémies des finisseurs. Les trémies des finisseurs devront disposer de capacités suffisantes permettant de soutirer les matériaux enrobés en permanence des trémies durant la pose, sans que la colonne de pose doive stopper.

La compaction finale des deux couches d'asphalte s'opère au cours d'une seule opération de travail des rouleaux compresseurs. La planéité impose que la compression du paquet dans l'ensemble se fasse impérativement en commençant par trois à quatre passes statiques des rouleaux compresseurs.

En principe, la pose du « chaud sur chaud » connaît deux technologies.

- Technologie 1 : pose avec un finisseur spécial
- Technologie 2 : pose avec des finisseurs conventionnels

#### 1.2.1 Technologie 1 (pose avec un finisseur spécial)

La pose de l'asphalte compact d'après cette technologie utilise un finisseur appelé « paveuse modulaire compacte ». Cette paveuse spéciale est composée de deux plaques de lissage pour la pose de la couche de base et de la couche de surface.

Les véhicules fournissent consécutivement certaines quantités de matériaux enrobés de liant routier ou de revêtement sur le chantier et alimentent la trémie de réception de la chargeuse. La chargeuse transporte les matériaux enrobés respectifs au moyen d'un convoyeur à courroie jusqu'à la trémie du finisseur respectif (fig. 2 : flux de matériaux vert / orange). Les trémies des finisseurs sont donc remplies par charges alternatives. Certaines mesures pour le chargement des trémies sans risques de confusion sont à prévoir, le cas échéant.

C'est à l'intérieur du finisseur que les matériaux enrobés sont soutirés continuellement, et selon les matériaux exigés, des trémies au niveau des plaques de lissage et posés en tant que couche de base ou de surface. Ensuite, le paquet d'asphalte est compacté par les rouleaux compresseurs.

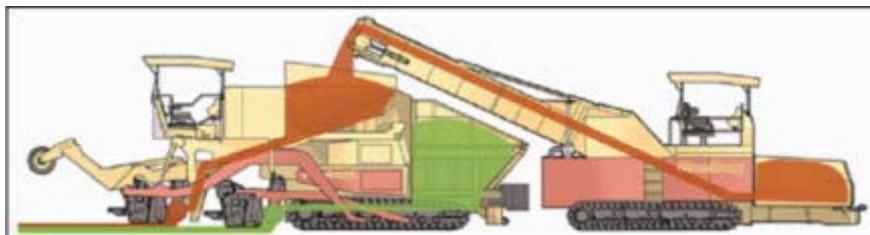


Figure 2 – Colonne de pose selon technologie 1

La mise en œuvre de la technologie 1 permet actuellement de poser de l'asphalte compact sur une largeur de pose maximale de 11,50 mètres.

#### 1.2.2 Technologie 2 (pose avec des finisseurs conventionnels)

La technologie 2 permet d'employer des finisseurs conventionnels. La pose de la couche de surface s'effectue par passage du deuxième ou troisième finisseur sur la couche inférieure uniquement fortement compactée au préalable. Le nombre de finisseurs utilisés permet, ici aussi, de différencier deux technologies de pose.

### 1.2.2.1 Technologie 1 (emploi de deux finisseurs)

Dans le cadre de cette technologie, les matériaux enrobés sont transportés par la chargeuse dans la trémie des matériaux enrobés du finisseur posant la première couche ou donnés sur un convoyeur amenant les matériaux enrobés dans la trémie du finisseur pour la couche de surface, placé directement en aval du précédent.

L'emploi d'une plaque de lissage réalisant une compaction plus dense au niveau du premier finisseur a pour effet d'obtenir une compaction préalable suffisante des matériaux enrobés appliqués pour la première couche, de manière à ce que le finisseur en aval n'enfonce son propre poids que partiellement dans la couche asphaltique fraîche.



Figure 3 – Colonne de pose selon technologie 2 avec deux finisseurs

### 1.2.2.2 Technologie 2 (emploi de trois finisseurs)

La couche de base est posée par deux finisseurs d'asphalte à progression consécutive et également équipés de plaques de lissage à rendement de compactage élevé. Les plaques du premier finisseur sont fixées excentriquement en vue de l'alimentation du finisseur pour la couche de surface marchant en aval, qui est destiné au pavage sur toute la largeur. Ceci permet notamment d'intégrer une chargeuse pour le finisseur de la couche de surface dans l'espace intermédiaire.

## 1.3 Différences des technologies de pose orientées aux technologies

Il y a toujours lieu de prendre certaines différences des technologies de pose en considération selon les conditions propres au trafic, les conditions géométriques marginales (rayons des virages, pentes ascendantes etc.), l'importance du projet de construction et les largeurs de pose.

Technologie de pose	Technologie 1	Technologie 2
Finisseur	1 finisseur spécial	finisseur conventionnel
Largeur de pose	3,00 à 11,50 m	3,00 à 12,50 m
Joint longitudinal	pour largeur de pose ≤11,50 m sans > 11,50 m nécessaire	≤12,50 m sans > 12,50 m nécessaire
Passage sur la couche de base	non	avec un finisseur
Mise à profit de la capacité thermique de la couche de base	intégrale	presque intégrale
Part élevée de pentes ascendantes	préférentielle	-
Rayons de virage étroits	préférentielle	-

Tableau 1 – Différences des technologies de pose orientées aux technologies [1]

#### 1.4 Compaction de l'asphalte compact

La compaction du paquet de couches s'effectue au moyen de rouleaux compresseurs après la pose des consolidations en asphalte compact.

Le refroidissement de la couche d'asphalte de surface se produit avec un retard considérable en comparaison avec la technologie de pose conventionnelle. La période de compaction est prolongée dans son ensemble et ceci permet de réaliser des degrés de compaction optimaux et de prévenir la formation de cavités dans les deux couches asphaltiques.

Il a été démontré par certaines études que l'augmentation de 1 % de la compaction se traduit par une augmentation de 15 % des propriétés mécaniques de l'asphalte [11]. On peut donc s'attendre à une solidité d'une plus longue durée avec de meilleures propriétés de résistance à la déformation.

Il est recommandé, avant de procéder aux travaux de construction et afin de pouvoir obtenir des compactations optimales pour les deux couches asphaltiques, de procéder à l'élaboration d'un concept de compaction individuel qui devrait prendre les conditions météorologiques, les capacités thermiques envisagées durant la pose et l'épaisseur des couches à poser en considération.

##### 1.4.1 Exemple d'un concept de compaction (technologie de pose 1 avec un finisseur spécial) [9]

La couche de surface est soumise à une pression statique par des rouleaux compresseurs légers (1,8 to) durant la fabrication avec une paveuse modulaire compacte, afin de prévenir les décalages de la couche de surface dus aux passages consécutifs des rouleaux compresseurs et de réaliser la planéité voulue. Ensuite, la compaction générale est effectuée par vibrations au moyen de rouleaux compresseurs de poids moyen (6,0 à 8,0 to). L'adhérence initiale souhaitée du revêtement est réalisée par un injecteur à gravillons directement après la compaction générale.

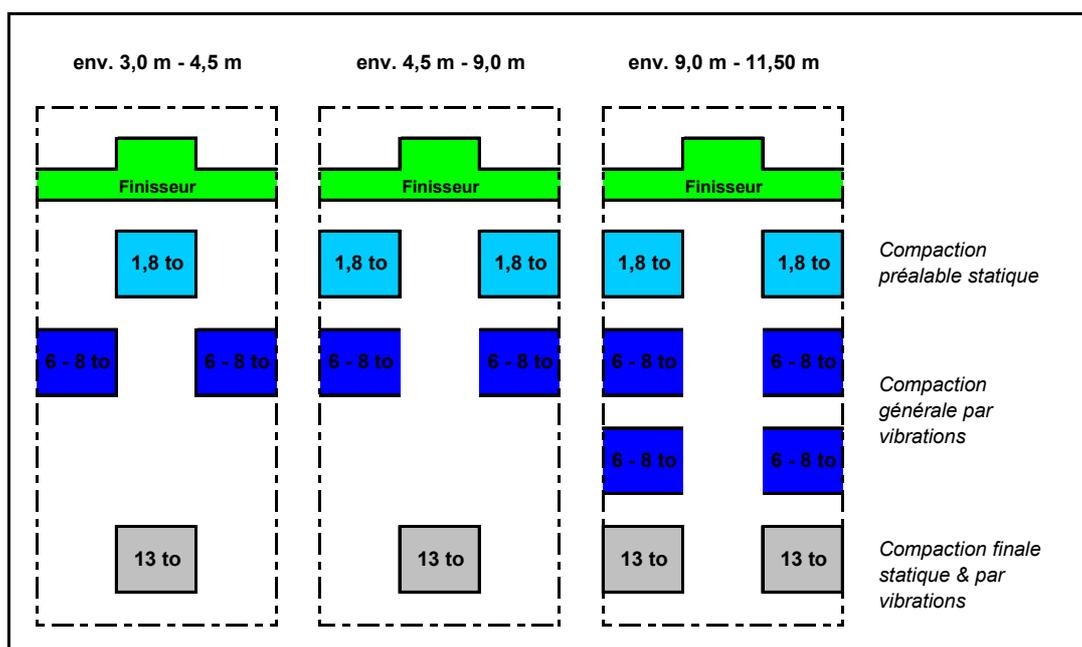


Figure 4 – Emploi de rouleaux compresseurs, Utterodt [12]

Ensuite, des rouleaux compresseurs lourds (13,0 to) assument la compaction finale, qui est imposée à raison de  $\geq 99\%$  pour le liant routier et  $\geq 99\%$  pour le revêtement de surface. Les contraintes applicables à la compaction devront être fixées à  $\geq 100\%$ , pour autant que la pose du liant soit envisagée sur une épaisseur de  $\geq 8$  cm.

Il est requis, afin d'obtenir une compaction finale optimale de la couche de surface d'une épaisseur se situant uniquement entre 1,5 et 2,5 cm, de terminer la compaction du revêtement par une passe statique de rouleaux compresseurs de 13 tonnes.

#### 1.4.2 Exemple d'un concept de compaction (technologie de pose 2 avec deux finisseurs)

La compaction préalable de la couche de liant est effectuée directement sur le finisseur dans le cas de la technologie 2. Les plaques de lissage à rendement de compactage élevé sont déjà si efficaces, qu'on peut renoncer à la compaction progressive de la couche de surface et de la couche de liant au moyen de passages par phases successives exécutés au moyen de rouleaux compresseurs légers et lourds. Les compactations de type général et final doivent cependant avoir lieu par la suite en utilisant les rouleaux compresseurs mentionnés ci-dessus [10].

#### 1.5 Exigences spécifiques à l'asphalte compact

Certaines normes valables sur le plan national ont notamment fixé les contraintes et valeurs limites suivantes, p. ex. les Conditions contractuelles techniques supplémentaires et directives pour excavations de construction routière applicables à l'asphalte 01 [3] et à la technique [4] :

- Contraintes applicables aux matériaux et enrobés de construction
- Valeurs limites des épaisseurs et poids de pose
- Valeurs limites de réalisation d'une adhérence initiale suffisante
- Contraintes applicables aux degrés de compaction et teneurs en cavités

Les modifications dérogatoires à ces contraintes et valeurs limites, de même que les recommandations techniques, sont consignées à la fiche technique pour la construction de consolidations en asphalte compact M KA [1].

Lorsqu'il s'agit de la réalisation de chaussées par des consolidations d'asphalte compact, la circulaire générale du Ministère fédéral des transports n° 13/2005 [6] est applicable aux conditions minimales des offres de travaux secondaires en Allemagne. En cas de respect de ces conditions minimales, les offres de travaux secondaires au moyen de consolidations d'asphalte compact sont considérées comme étant identiques aux autres constructions d'asphalte coulé selon la Directive pour la normalisation de la superstructure des voies de circulation 01 [2] et les Conditions contractuelles techniques supplémentaires et directives pour excavations de construction routière applicables à l'asphalte 01 [3].

La hauteur des flancs des joints plus élevée que celle d'une pose conventionnelle fait qu'il est requis d'éviter les joints et fentes. Les flancs des joints devront être modelés et compactés en l'état chaud [5], pour autant qu'un joint longitudinal soit indispensable. Les compléments de la fiche technique M KA [1] sont également à prendre en considération.

## 2. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS TECHNIQUES

### 2.1 Avantages et inconvénients de la technologie

L'amalgamation durable des couches asphaltiques est une condition essentielle pour une longue durée de vie utile de la construction dans son ensemble.

Les gravillons de la couche de surface peuvent être enfoncés dans la couche de liant, étant donné que la couche de base n'est encore pas entièrement compactée lors de la pose de la couche de surface et que le mortier chaud de la zone superficielle de la couche de liant est encore relativement mou. Cet endentement garantit une absorption nettement plus élevée des forces horizontales, notamment par poussée, qu'un asphalte à pose conventionnelle [16].

Une agglutination optimale permet par ailleurs aussi d'absorber des forces verticales maximales dans la couche de désolidarisation. L'agglutination résulte de la soudure des films bitumineux du liant et de la couche de surface dans la surface de contact par l'application d'une pression élevée [16]. Un orniérage de la chaussée est pratiquement exclu, bien que le revêtement de surface soit très fin.

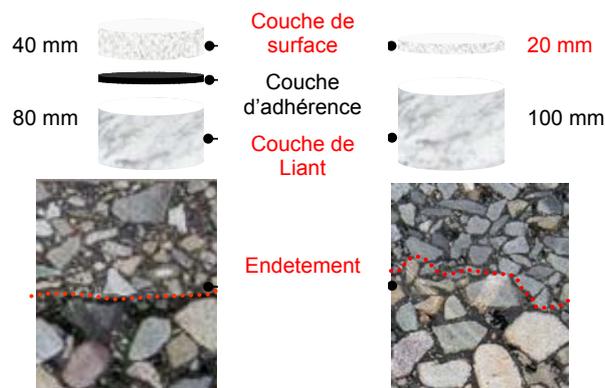


Figure 5 – Amalgamation des couches, Vögele (2006) [10]

Le fait de disposer d'une période prolongée pour la compaction présente l'avantage d'une résistance à la déformation plus élevée grâce à une meilleure compaction et une réduction du risque de cavités. La pose d'un asphalte compact peut se faire « indépendamment des conditions atmosphériques » jusqu'à une température de 0° C, ce qui peut prolonger les périodes de construction routière.

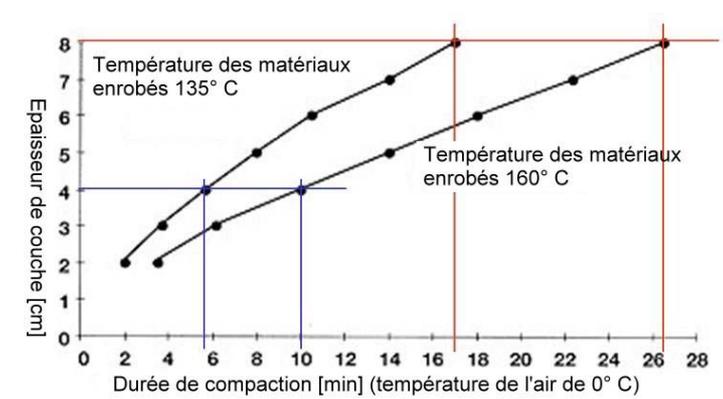


Figure 6 – Durée de compaction en fonction de l'épaisseur de la couche [16]

La résistance à la déformation améliorée et l'amalgamation optimale des couches permettent de prévoir une prolongation de la durée de vie utile des couches de revêtement en asphalte sur plus de 15 ans.

La pose directement consécutive des deux couches présente aussi l'avantage de protéger la couche de base à plus gros grains contre les influences atmosphériques ou l'encrassement dû à la circulation sur le chantier.

La construction d'un asphalte compact présente aussi certains inconvénients. Il y a toujours lieu, lors de la fabrication d'un asphalte compact, d'éviter d'augmenter la couche de surface de trop par rapport à son épaisseur de consigne, en prévention des risques de la surgraisser.

Les teneurs en liant particulièrement basses dans la couche de base possèdent une influence particulièrement élevée sur l'agglutination avec un support humide. La tendance à la ségrégation dans le sens transversal, respectivement sur l'épaisseur de la couche, s'accroît en présence de teneurs en liant plus faibles dans la couche de liant asphaltique.

Le support (une couche asphaltique portante en règle générale) devrait être dénué de déformations > à 6 mm sur une longueur mesurée de 4 mètres dans la mesure du possible. Ceci impose une attention appropriée dès la pose de la première couche.

La couche de base de l'asphalte compact exige une compaction préalable plus forte afin de prévenir l'affaissement des matériaux enrobés sous forme de traces de compression et de vagues. Une vitesse de pose uniforme est également prescrite (finisseur = 2,0 m/min à 5,0 m/min) pour obtenir les planités exigées. L'observation de toutes les contraintes et la réalisation des travaux sont uniquement possibles par des mesures techniques particulières et l'emploi de ressources humaines qualifiées et expérimentées.

Les capacités respectives de la centrale de mélange sont à garantir en prévention des arrêts durant la pose. Il est requis, avant de réaliser la chaussée, de contrôler non seulement le nombre de centrales de mélange, mais essentiellement leurs capacités individuelles afin de permettre une fourniture permanente de la chargeuse.

Le revêtement en asphalte ne doit pas provenir de plusieurs centrales de mélange. Par contre, le transport du liant asphaltique sur le chantier peut se faire au départ de plusieurs centrales à condition que les matériaux enrobés soient dotés d'une composition toujours égale (nature des minéraux et liants).



Figure 7 – Chargement du finisseur à liant ; à gauche : liant, à droite : revêtement

Certaines mesures sont à prendre sur site pour assurer l'alimentation sans risque de confusion de la trémie de finisseur, respectivement de la chargeuse. Les mesures respectives sont décrites à la section 3 de cette étude. Certaines mesures techniques supplémentaires sont à prévoir contre la ségrégation au niveau de l'unité de transfert des matériaux enrobés.

Contrairement à une fabrication conventionnelle, le déblocage pour le trafic d'une chaussée réalisée en asphalte compact peut uniquement se faire 36 heures après la durée de refroidissement.

La planification minutieuse et la préparation d'une mesure de construction d'un asphalte compact, y compris la détermination de la technologie de pose appropriée, permettent de réaliser un asphalte compact professionnel, durable et rentable.

Les entreprises optant pour la réalisation de l'asphalte compact doivent, habituellement et au préalable, investir dans des machines appropriées et le savoir-faire correspondant. Les ressources humaines existantes sont à former de manière appropriée et il se pourrait aussi qu'il soit requis d'embaucher du personnel supplémentaire pour commander le nombre de machines plus élevé (rouleaux compresseurs et finisseurs).

La qualité des machines, des matériaux enrobés et de l'asphalte compact fabriqué est à contrôler continuellement durant la fabrication et à corriger afin d'éviter de devoir démonter ultérieurement 2 couches d'asphalte présentant des défauts ou des dommages dans le pire des cas.

## 2.2 Avantages et inconvénients des technologies de pose

### 2.2.1 Technologie 1 (*finisseur spécial*)

La technologie 1 a réussi à s'établir en Allemagne en qualité de technologie entièrement agréée sur plusieurs chantiers au cours des dernières années.

La mise à profit intégrale de la capacité thermique de la couche de base possède une influence favorable sur la compaction et de ce fait aussi sur les futures propriétés de l'asphalte compact. Sans oublier que les véhicules de transport, rouleaux compresseurs ou finisseurs ne passent pas sur la couche de base après la pose. Un enfoncement du châssis des autres véhicules dans la couche de base ne se produit donc pas.

Ceci impose cependant de procéder à une compaction préalable élevée de la couche d'asphalte inférieure au moyen d'une plaque appropriée. L'atteinte de cet objectif impose cependant certaines mesures techniques au niveau des machines. Une compression trop élevée des rouleaux pourrait provoquer l'affaissement des matériaux enrobés sous forme de traces de compression et de vagues [8]. Les deux couches d'asphalte pourraient se mélanger pour peu que la compaction préalable de la couche de base soit insuffisante. Tout ceci pourrait porter atteinte à la résistance à la déformation, à la solidité et à la planéité de la chaussée.

Une évaluation spécifique de la qualité des couches asphaltiques individuelles n'est que difficilement possible durant la pose avec un finisseur spécial, en raison de la courte distance entre les plaques de lissage de la couche de base et de la couche de surface.

Un autre inconvénient de cette technologie repose dans la spécialisation de la technique de pose. A l'heure actuelle, le finisseur aux termes de ce procédé est uniquement

utilisable pour des mesures d'asphalte compact et il est impossible de l'approprier à des constructions conventionnelles par des adaptations ou rééquipements.

### 2.2.2 Technologie 2 (2 finisseurs)

La deuxième technologie a été développée quelques années après la réalisation de l'asphalte compact selon technologie 1 et son emploi ne se fait donc que depuis environ 2 ans sur différents chantiers en Allemagne et aux Pays-Bas. Les résultats des travaux et connaissances acquises dans ce contexte prêtent cependant à croire que cette technologie de pose réussira à s'établir prochainement.

Cette technologie de pose se distingue par une exploitation quasi totale de la capacité thermique de la couche de base et permet donc d'obtenir une résistance à la déformation élevée.

Elle présente cependant la particularité que le finisseur de la couche de surface passe sur la couche de base durant la pose. Il se pourrait en principe que la couche de base soit enfoncée par l'action du châssis du deuxième finisseur. L'emploi de cette deuxième technologie n'est pas recommandé en Allemagne de ce fait et pour la simple raison que les enfoncements de la couche de base ne sont jamais souhaitables [1]. Ceci est particulièrement important pour les zones de circulation présentant de nombreuses pentes ascendantes et dans les rayons de virage étroits, étant donné que ces zones sont fortement soumises aux charges élevées du châssis chenillé du finisseur de la couche de surface.

Toujours est-il que les règles de l'art de la construction mécanique permettent dorénavant d'équiper le premier finisseur d'une plaque à rendement de compactage élevé. L'emploi de cette plaque à rendement de compactage élevé permet d'atteindre des valeurs de compaction préalables de jusqu'à 98 % dans le liant asphaltique en fonction des matériaux enrobés, même sans rouleaux compresseurs. Un enfoncement du deuxième finisseur dans la couche de liant n'est que difficilement décelable.

La compaction préalable élevée de la couche de liant prévient également que les matériaux de la couche de liant et de la couche de revêtement puissent se mélanger et entraver les propriétés techniques améliorées. Une compaction préalable insuffisante par le premier finisseur fait que cette technologie peut aussi présenter des déformations dues à des défauts de compression selon la description donnée à la section 2.2.1 pour la technologie 1.



## Figure 8 –Technologie 2, méthode 2

La géométrie de l'ensemble de la colonne de pose selon la deuxième technologie exige également la mise en œuvre de certaines mesures techniques de régulation de la distance entre les différentes machines, afin de garantir une vitesse de pose uniforme.

La surveillance du complexe de pose dans son ensemble et de la dépendance de ses éléments individuels est uniquement possible par une communication sans accroc et efficace entre les différents membres de l'équipe. Ceci est d'autant plus évident et important lors de la pose d'un asphalte compact d'après la deuxième technologie de pose.

La pose du liant et de la couche de surface est séparée en cas d'emploi de la technologie 2 et il est donc possible de commander les deux plaques comme d'habitude. Le nivellement de l'asphalte posé se fait également au départ de postes de commande extérieurs, comme pour une pose conventionnelle. Il est par ailleurs possible de contrôler et d'évaluer la qualité de la pose de la couche de base et de la couche de surface séparément.

Cette technologie permet aussi de rééquiper les machines à court terme et rapidement en vue de leur affectation à des mesures de construction conventionnelles. Il suffit, dans le cas du finisseur de la couche de surface, de soulever la grande cuve de réception.

### **3. MESURES D'ASSURANCE QUALITÉ SUR LES CHANTIERS OBJET DE LA TECHNOLOGIE 2**

Cette section présente les mesures d'assurance qualité à mettre en œuvre pour la deuxième technologie de pose (finisseur conventionnel). Les mesures décrites ont déjà fait leurs preuves en pratique et garantissent une pose de l'asphalte compact professionnelle et d'une qualité élevée.

Une logistique optimale sur le chantier est une condition fondamentale très importante en optant pour cette technologie de pose. Il s'agit, par exemple, de l'unique possibilité pour éviter que les matériaux enrobés de la couche de surface soient posés dans la couche de base ou le liant dans la couche de surface.

Il est important, avant de procéder à la pose en soi, d'apporter une attention particulière à l'harmonisation entre l'exploitant de la centrale de mélange et les fournisseurs des matériaux enrobés et à la fourniture des matériaux en temps voulu et d'une qualité uniforme sur le chantier. Les véhicules transportant les différentes sortes de matériaux enrobés devraient être marqués en conséquence en prévention de toute confusion.

L'opérateur de la chargeuse se charge de l'organisation sur le chantier et commande les camions de matériaux enrobés respectifs au moyen de feux de signalisation. Il se servira, de préférence, d'un commutateur sélectionnant « vert » pour le liant et « rouge » pour les matériaux enrobés du revêtement et signalera ceci aux véhicules de transport des matériaux enrobés dûment marqués. La chargeuse devra être complètement vidée avant le nouveau remplissage de la trémie de la chargeuse avec d'autres matériaux enrobés.

Une adaptation de la hauteur et de l'espacement du convoyeur à bande s'effectue aussi automatiquement si l'opérateur change par exemple de matériaux entre le liant et la

couche de surface, ce qui fait que les différentes trémies du finisseur du liant seront commandées correctement.

Une vitesse de pose uniforme est particulièrement importante lors de la construction de consolidations en asphalte compact en vue d'obtenir la planéité exigée de 4 mm sur une longueur de 4 mètres. On avait effectivement constaté, durant la phase initiale de développement de la construction « chaud sur chaud » que le niveau de planéité moyen des couches d'asphalte de surface, fabriquées d'après les technologies conventionnelles, était souvent plus élevé. L'atteinte d'une planéité conforme aux exigences contractuelles est cependant possible depuis quelques années [17]. L'atteinte des 4 mm souhaités dépend essentiellement de l'expérience de l'équipe chargée de la pose.

Certains moyens auxiliaires techniques ont été conçus et utilisés récemment. La distance entre la chargeuse et le finisseur de liant est par exemple mesurée sans contact par trois capteurs au laser et maintenue constante pour certaines colonnes de pose. La distance est adaptée automatiquement dès le changement de sorte de matériaux enrobés. Les machines consécutives sont stoppées automatiquement à supposer que la distance soit réduite involontairement. Le finisseur de liant décide de la vitesse de progression de la colonne dans l'ensemble.

La communication par radio entre les personnes investies sert de protection supplémentaire contre les collisions, en plus des mesures techniques telles l'électronique au laser. L'emploi d'appareils radio permet par exemple aux personnes travaillant au début de la colonne d'harmoniser leurs actions avec celles en fin de colonne facilement et sans risque de malentendus. L'équipement d'appareils pour la communication radio de l'intégralité des personnes travaillant sur le chantier a fait ses preuves et assure une pose d'excellente qualité.

Il ne faut jamais oublier que l'emploi de cette technologie impose que les deux finisseurs passent sur la couche de liant asphaltique et que les enfoncements de la couche de liant pourraient avoir des conséquences négatives sur les propriétés de l'asphalte compact. Notamment dans le cas des zones de circulation présentant de nombreuses pentes ascendantes et des rayons de virage étroits mentionnés plus avant dans le texte.

Il est possible d'élargir la plaque de base du châssis chenillé sur 400 mm, afin de parer à ce type de problèmes. Les plaques de fond sont fabriquées en acier et ceci afin que le bitume puisse y adhérer. En plus, le châssis chenillé est pulvérisé à l'eau.

#### **4. RENTABILITÉ**

Les coûts de la technologie et l'utilité, à laquelle elle est confrontée, sont finalement déterminants pour l'application et l'emploi d'une nouvelle technologie.

L'utilité d'économie nationale pour les donneurs d'ordre du marché public peut déjà découler d'une éventuelle compression des dépenses au niveau des frais de fabrication. De telles compressions des dépenses seraient réalisables sous forme d'une réduction des offres liées aux contrats pour la mise en œuvre des différentes mesures de construction par les fournisseurs.

L'utilité commerciale pour les fournisseurs proviendrait, pour sa part, du produit positif des différentes mesures après déduction de tous les coûts de production et d'investissement.

On ne saurait cependant négliger les coûts initialement liés aux investissements pour les finisseurs, rouleaux compresseurs, équipements spéciaux, formation des ressources humaines etc.

Toujours est-il que ces deux utilités dépendent définitivement de l'importance du projet de construction. La règle suivante est toujours valable : plus le projet de construction est important plus l'utilité commerciale augmentera.

Les travaux de construction conventionnelle demande certainement plus de temps que la construction de l'asphalte compact, mais impliquent moins d'engins et de ressources humaines. Il est certain que la construction compacte génère des coûts fixes nettement plus élevés (p. ex. liés au transport sur camions surbaissés des engins, aux changements d'outils etc.), sauf que ces coûts possèdent une influence sur les coûts par m<sup>2</sup> de chaussée asphaltée d'une intensité différente selon le volume du projet de construction.

L'entrepreneur pourra cependant profiter d'un emploi accru et plus efficace de ses ressources humaines et matérielles durant les saisons sujettes aux intempéries.

Il découle d'une première étude mise en œuvre par l'école polytechnique de Darmstadt en 2001 que l'emploi de la technologie 1 avec un finisseur spécial serait rentable à partir d'une surface de pose de 12400 m<sup>2</sup> [15].

#### 4.1 Réduction des coûts de fabrication d'une chaussée

<b>Exemple :</b> route nationale b = 11,50 m, classe SV			
Longueur : 5 km, surface : 57 500 m <sup>2</sup>			
<b>1. Economie de matériaux pour la couche de surface :</b>			
Matériaux couche surface (SMA 0/8 S) :		68,0 € / to	
Matériaux liants (Abi 0/22 S):		53,0 € / to	
Réalisation :	<b>RSTO</b>	<b>Quantité</b>	<b>Coûts</b>
	Revêtement 4,0 cm	5.520 to	375.360,0 €
	Base 8,0 cm	11.040 to	585.120,0 €
			<b>960.480,0 €</b>
	<b>COMPACT</b>		
	Revêtement 2,0 cm	2.760 to	187.680,0 €
	Base 10,0 cm	13.800 to	731.400,0 €
			<b>919.080,0 €</b>
<b>2. Economie liée à la couche d'adhérence et au joint longitudinal :</b>			
Fabrication de la couche d'adhérence		0,10 € / m <sup>2</sup>	
Fabrication du joint longitudinal		4,50 € / m	
Réalisation :		<b>RSTO</b>	<b>COMPACT</b>
	Couche d'adhérence	5.750 €	0,0 €
	Joint longitudinal	22.500 €	0,0 €
		<b>28.250,0 €</b>	<b>0,0 €</b>
<b>3. Economie liée à la durée du chantier</b>			
Pour mesures selon RSTO :			
	Disponibilité prolongée glissière métallique de protection	740,00 € / d	
	Disponibilité prolongée panneaux de signalisation	60,0 € / d	
		<b>800,0 € / d</b>	

Figure 10 – Potentiel d'économie découlant de la construction

L'épaisseur plus fine de la couche de surface d'un asphalte compact, comparé à une construction conventionnelle, permet de réaliser une réduction durable des coûts liés aux minéraux d'un prix élevé. Sans oublier que cette technologie permet d'optimiser et de rentabiliser les propriétés propres à la couche de surface (adhérence, éclat etc.).

La fabrication d'une couche d'adhérence à base de liants bitumineux entre la couche de surface et la couche de base est superflue, de même que la réalisation d'un joint longitudinal, grâce à la pose sur toute la largeur d'une seule traite.

En comparaison avec une méthode conventionnelle, la fabrication d'un asphalte compact permet de raccourcir la durée des différents travaux de construction. La diminution de la durée de construction génère naturellement une réduction des coûts de sécurisation du chantier et d'entraves à la circulation pour les régions respectives concernées.

Il se pourrait même, par temps chauds, qu'il soit possible de réduire la température des matériaux enrobés dès leur fabrication dans la centrale de mélange et d'abaisser simultanément les coûts du fioul de la centrale de mélange. Dans un tel cas, la transformation des matériaux enrobés ne poserait pas le moindre problème sur le chantier, même en présence d'une température naturelle plus basse.

<b>Suite de l'exemple :</b>	<b>route nationale b= 11,50 m, classe SV</b> <b>Longueur 5 km, surface : 57 500 m<sup>2</sup></b>
<b><u>Economie d'énergie de la centrale de mélange</u></b> (indications selon AMMANN)	
Coûts du fioul : env. 0,40 €/l Energie investie à 180 °C : env. 7,5 l de fioul pour 1 t de matériaux enrobés	
➤ Abaissement de la température sur 100 °C: ➔ 25 % de fioul en moins ➤ <u>une réduction de la température des matériaux enrobés de 10 °C donne une économie de 0,23 l/t MG = 0,09 €/t MG</u>	
Pour un volume de pose de 16 560 t de matériaux enrobés = <b>potentiel d'économie de 1'490 €</b>	

Figure 11 – Economie d'énergie de la centrale de mélange [12]

#### 4.2 Réduction des coûts d'entretien

Il est incontesté que le revêtement de la chaussée réalisé en asphalte compact présente des défauts au bout d'une certaine période et qu'il y a donc lieu de le renouveler.

<b>Exemple : route nationale b = 11,50 m, classe SV</b>			
<b>Longueur : 5 km, surface : 57 500 m<sup>2</sup></b>			
Fraisage du revêtement		1,1 € / cm / m <sup>2</sup>	
Matériel		68,0 € / to	
Réalisation :	<b>RSTO</b>	<b>Quantité</b>	<b>Coûts</b>
	Fraisage 4,0 cm	57.500 m <sup>2</sup>	253.000,0 €
	Revêtement 4,0 cm	5.520 to	375.360,0 €
			<b>628.360,0 €</b>
	<b>COMPACT</b>		
	Fraisage 2,0 cm	57.500 m <sup>2</sup>	126.500,0 €
	Revêtement 2,0 cm	2.760 to	187.680,0 €
			<b>314.180,0 €</b>

Figure 12 – Coûts d'entretien réduits

Les coûts d'une rénovation du revêtement de la chaussée en asphalte compact sont cependant réduits de 50 % par rapport aux coûts de rénovation d'une chaussée de fabrication conventionnelle.

La résistance à la déformation améliorée et l'amalgamation optimale des couches permettent de prévoir une prolongation de la durée de vie utile des couches de revêtement en asphalte sur plus de 15 ans. La prolongation de la durée d'efficacité de l'asphalte compact fait que la rénovation de la chaussée fabriquée peut être réalisée bien plus tard que celle d'une construction dite conventionnelle.

## 5. PERSPECTIVES D'AVENIR

La norme européenne applicable à l'asphalte DIN EN 13108 [14] doit entrer en vigueur à partir de 2008. Les réglementations et directives des Etats de l'UE devront être adaptées en conséquence sur le plan national respectif. Pour l'Allemagne, la technologie de pose 1 décrite ci-dessus sera intégrée dans les Conditions contractuelles techniques supplémentaires et directives pour excavations de construction routière applicables à l'asphalte de 2007 alors valables et réglementée dans ce contexte.

La technologie de pose 2 est encore dénuée d'expériences et de résultats suffisant à l'heure actuelle ; elle est cependant admissible à l'avenir, sauf qu'elle ne sera pas intégrée aux Conditions contractuelles techniques supplémentaires et directives pour excavations de construction routière applicables à l'asphalte de 2007. Cette technologie ne manquera pas de s'imposer et de s'établir, compte tenu des projets de construction déjà réalisés à l'appui en Allemagne et aux Pays-Bas.

L'asphalte compact est un concept prometteur d'avenir pour les fournisseurs grâce aux avantages liés aux coûts et à l'utilité mentionnés ci-dessus et il est donc fortement recommandé de la prendre en considération à long terme dans les processus d'études et de vérifier son utilisation en pratique.

Il est vrai que les fournisseurs sont confrontés à des investissements importants au niveau des engins et des ressources humaines, sauf que la construction d'un asphalte compact et son « insensibilité aux conditions atmosphériques », notamment durant la saison hivernale, assure une meilleure programmation et mise à profit des ressources matérielles et

humaines et font que l'asphalte compact pourrait effectivement être une solution plus rentable qu'une pose conventionnelle.

La technologie de l'asphalte compact a de l'avenir en raison de sa durabilité et rentabilité lors d'une planification et exécution consciencieuse, et ceci indépendamment de la méthode de pose choisie.

Sven Müller, ingénieur diplômé  
VERDEN, en février 2007

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Asphaltstraßen“ (2001). MKA – Merkblatt für den Bau kompakter Asphaltbefestigungen. FGSV Verlag, Köln
2. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Fahrzeug und Fahrbahn“ (2001). RStO – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. FGSV Verlag, Köln
3. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Asphaltstraßen“ (2001). ZTV Asphalt-StB 01 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt (inkl. Änderungen und Ergänzungen aus ARS Nr. 28/2001; ARS Nr. 34/2001; ARS Nr. 2/2002, ARS Nr. 24/2003; RS vom 2.9.2003; ARS Nr. 19/2004 und ARS Nr. 9/2005). FGSV Verlag, Köln
4. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Sonderaufgaben“ (Ausgabe 1995/ Fassung 2002). ZTV T-StB – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. FGSV Verlag, Köln
5. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Asphaltstraßen“ (1998). M SNAR – Merkblatt für Schichtenverbund, Nähte Anschlüsse und Randausbildung von Verkehrsflächen aus Asphalt. FGSV Verlag, Köln
6. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2005). Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 13/2005, FGSV 762. FGSV Verlage, Köln
7. Kuhl Oliver, Milbradt Horst-Richard und Schellenberger Wilfried (2001). Beobachtungsstrecken mit Kompaktasphalt in Hessen und Thüringen – Erste Ergebnisse. Bitumen 03/2001, Hamburg
8. Keller Lars, Dipl.-Ing. (2006). Inline Pave – Der neue Weg zu kompakten Asphaltbefestigungen. Broschüre Matthäi Bauunternehmen GmbH & Co. KG, Verden
9. Weiden Christina (2005). Auch der Kompaktasphalt steht und fällt mit der hundertprozentigen Verdichtung. Wissensportal baumaschine.de (2005). Internet: <http://www.bomag.com>
10. Joseph Vögele AG (2006). Vögele InLine Pave. Broschüre Joseph Vögele AG. Internet: <http://www.inlinepave.de>
11. Richter Elk, Prof. Dr.-Ing., Dietrich Willi (1998). Kompaktasphalt – eine Bauweise der Zukunft. Bitumen 3/1997, Hamburg
12. Utterodt, Ronald (2004). Dynapac – Kompaktasphalttechnologie. Metso Dynapac GmbH, Wardenburg
13. Schäfer Volker (2001). Kompaktasphalt und zweilagiger offenporiger Asphalt eingebaut mit dem Kompaktmodulfertiger. Beitrag für 2nd International Conference Modern Technologies in Highway Engineering, Brake
14. Metzner, Gerd (2006) Normenausschuß Bauwesen (NABau): Spiegelausschuss NA 005-10-10 AA "Asphalt" der CEN/TC 227 "Straßenbaustoffe". DIN EN 13108 Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen.
15. Böhm Stefan Dr.-Ing., Stöckert Ulrike Dipl.-Ing., Wolf Thorsten Dipl.-Ing., Schäfer Volker Dipl.-Ing. (2001). Kompaktasphalt – eine Dokumentation zum Stand der Technik. TU Darmstadt, Darmstadt
16. Schäfer, Volker (2001). Einbau von Kompaktasphalt und zweilagigem-offenporigem Asphalt. Straßen und Tiefbau Heft 12/2001.
17. Bleßmann (2000). Praktische Erfahrung beim Einbau und nach kurzer Liegezeit von Kompaktasphalt. Straße + Autobahn Heft 3/2000.