




EUROVIA

Principe de base de la mise en œuvre des enrobés

Une société de **VINCI** 



Plan de la présentation

- ⊙ 1^{ère} partie : Principes généraux sur l'organisation des chantiers d'enrobés
- ⊙ 2^{ième} partie : Le répannage des enrobés
- ➡ **3. Le compactage des enrobés**
- ⊙ 4^{ième} partie : Le traitement des joints



- ◆ L'épaisseur : une fois répandue elle doit prendre en compte le tassement apporté par le compactage (de 10 à 20%)
- ◆ Le pourcentage de vides : il est généralement évalué en terme de valeur moyenne sur la totalité de l'épaisseur compactée. Au-delà de 8cm, il existe un gradient de densité



Le compactage (introduction)

- ◆ La macrotexture : le pourcentage de vides (V%) et la macrotexture (PMT) sont, pour une formule d'enrobé donnée, étroitement liés: un compactage poussée conduisant à un pourcentage de vides faible peut engendrer une macrotexture non satisfaisante
- ◆ L'uni : il dépend des conditions de répannage ainsi que de l'uni de la couche précédente. Le compactage influence d'autant plus l'uni que le tassement de la couche, sous l'action des compacteurs, est important
- ◆ La perméabilité : le compactage des enrobés drainants demande peu d'énergie, il est cependant toujours nécessaire



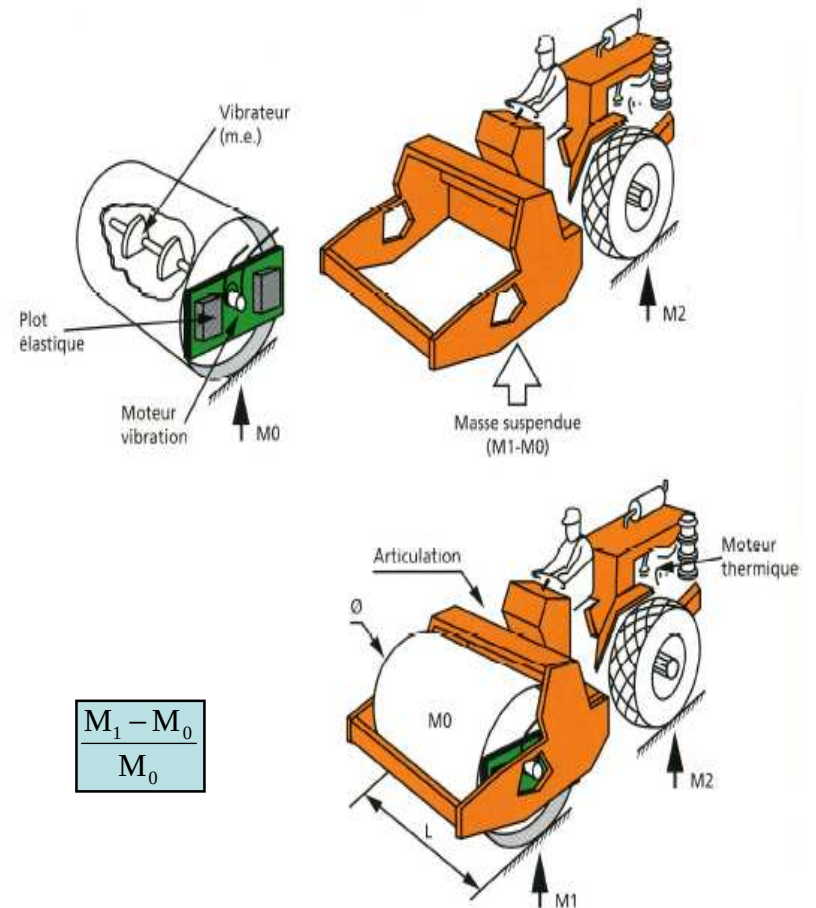
Les ateliers de compactage (les compacteurs vibrants- Paramètres géométriques)

Paramètres essentiels

- ◆ Longueur de génératrice vibrante = L
- ◆ Diamètre de bille
- ◆ Masse totale
- ◆ Masse vibrante = M0
- ◆ Masse sur génératrice vibrante = M1
- ◆ Moment d'excentrique = m.e

Charge linéaire statique =

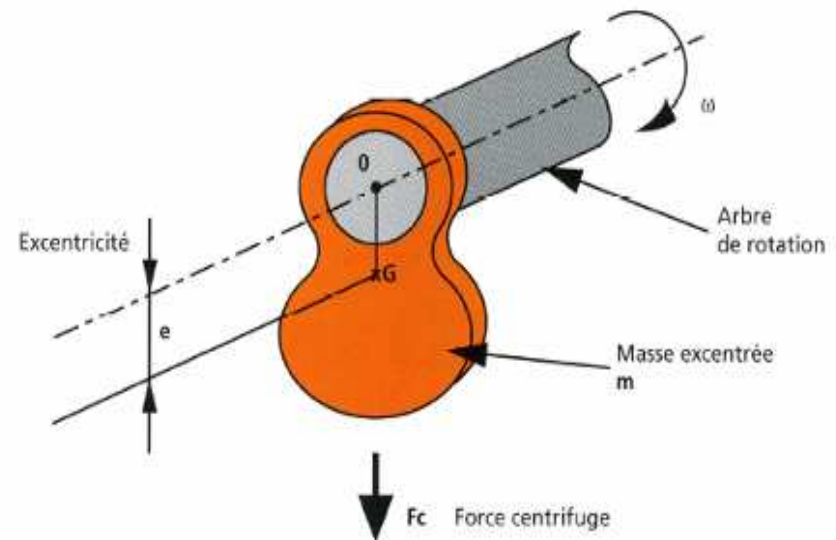
$$\frac{M_1}{L}$$



$$\frac{M_1 - M_0}{M_0}$$

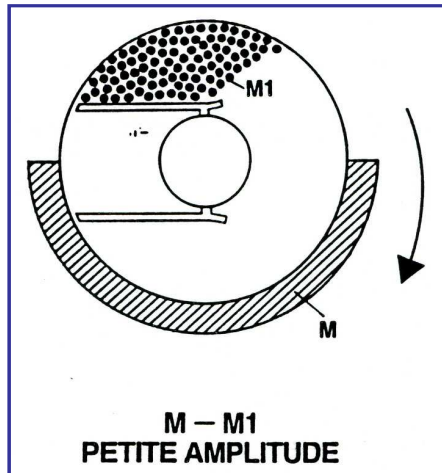
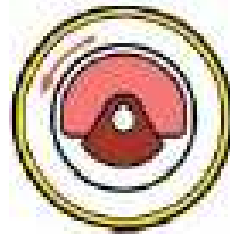


Amplitude $A_0 = \frac{m \cdot e}{M_0}$ théorique à vide



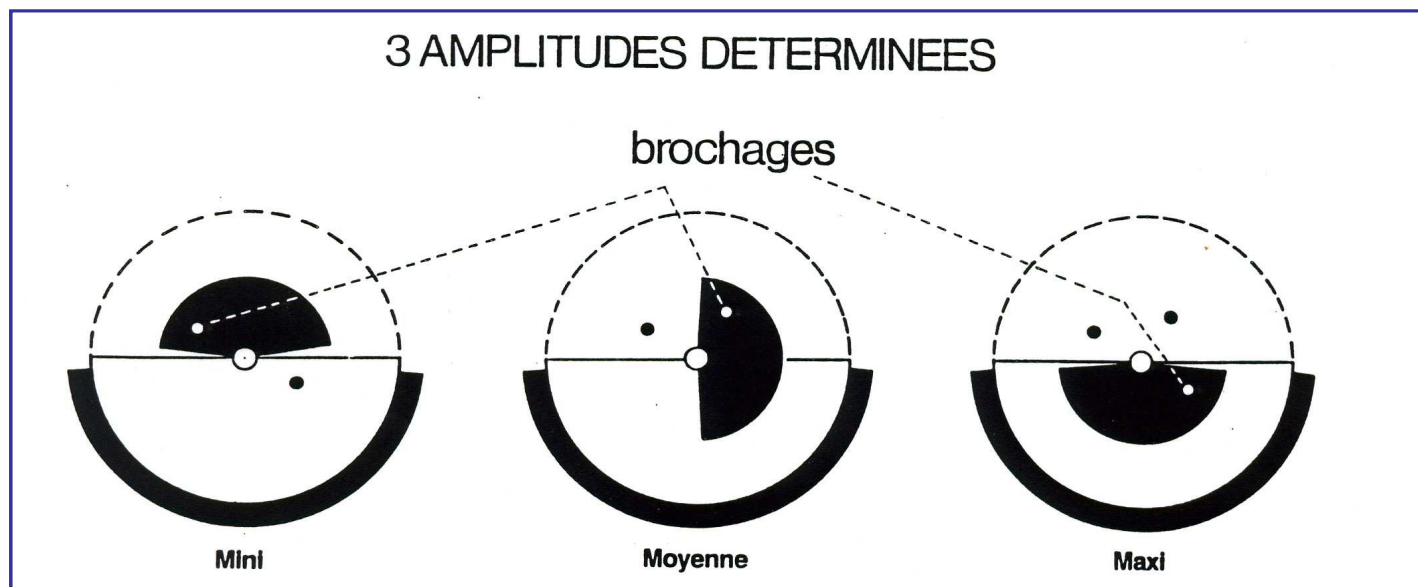


 Amplitude faible



Vibration – balourds 2/3

© Amplitude faible, moyenne, forte





🎯 Compacteurs vibrants >1.30m

Classe	Conditions
V * 0	$7,5 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 15$ et $AO \geq 0,2$ > 15 et $0,2 \leq AO \leq 0,6$
V * 1	$15 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 25$ et $AO \geq 0,6$ > 25 et $0,6 \leq AO \leq 0,8$
V * 2	$25 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 40$ et $AO \geq 0,8$ > 40 et $0,8 \leq AO \leq 1,0$
V * 3	$40 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 55$ et $AO \geq 1,0$ > 55 et $1,0 \leq AO \leq 1,3$
V * 4	$55 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 70$ et $AO \geq 1,3$ > 70 et $1,3 \leq AO \leq 1,6$
V * 5	$(M_1 / L) \sqrt{AO} > 70$ et $AO \geq 1,6$

Le symbole * est remplacé par la lettre T ou M suivant la morphologie du compacteur :

T pour Tandem

M pour monocylindre vibrant



Vibrant Tandem CB 624

- ⊙ 13,5 Tonnes (L1 = 6750 Kg)
 - ⊙ L = 2,10 m de large,
 - ⊙ 3 amplitudes : 0,54- 0,86-1,18mm
- $M1/L = 6750 / 210 = 32,14 \text{ kg/cm}$

**LA CLASSE DÉPEND
DE L'AMPLITUDE CHOISIE**

A0 = 0,54	→	VT 0
A0 = 0,86	→	VT 1
A0 = 1,18	→	VT 2

Un même compacteur peut-être de différentes classes selon l'amplitude choisie.

Abaque de classification 2/4

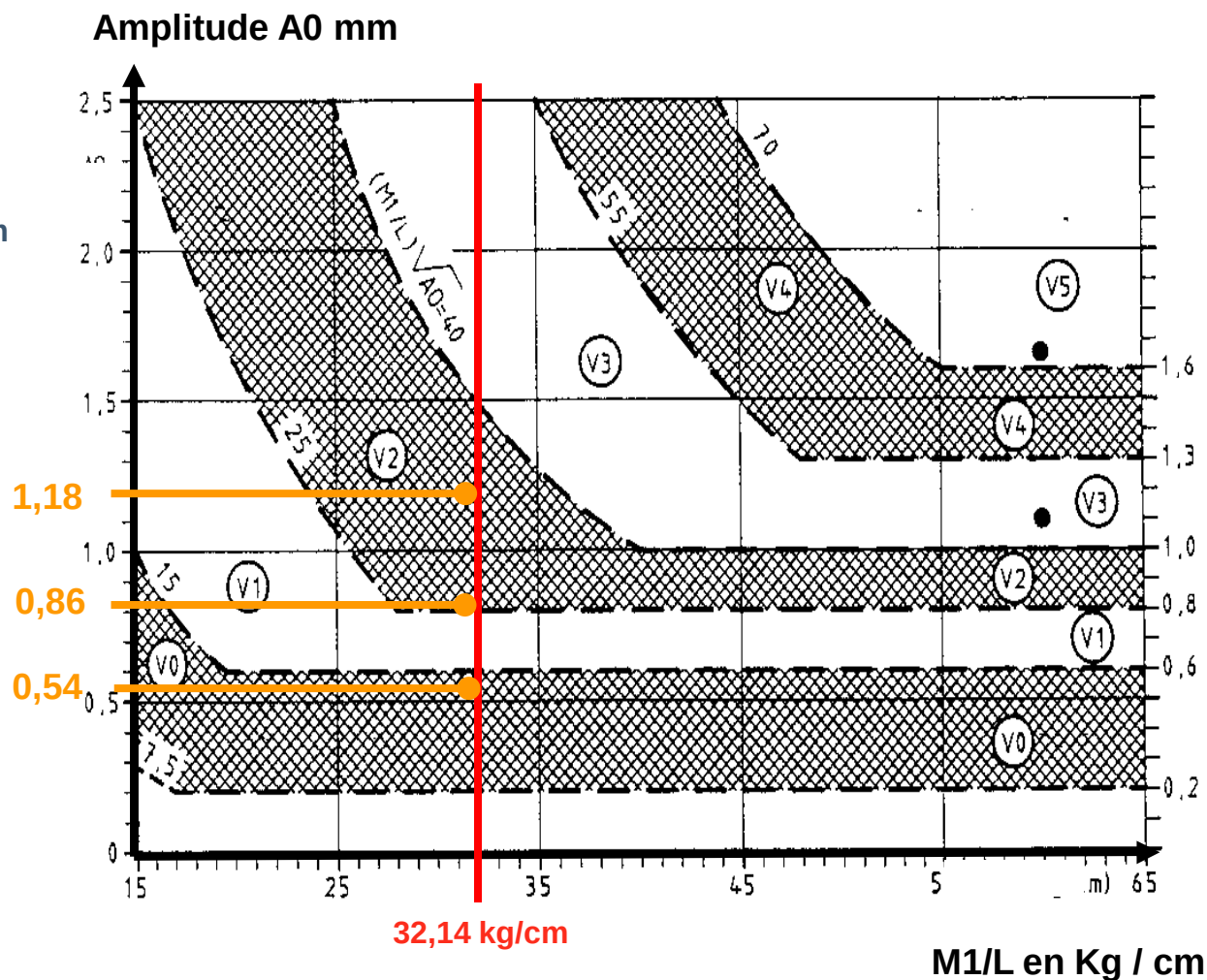




Tableau 2 : classification des compacteurs à pneus



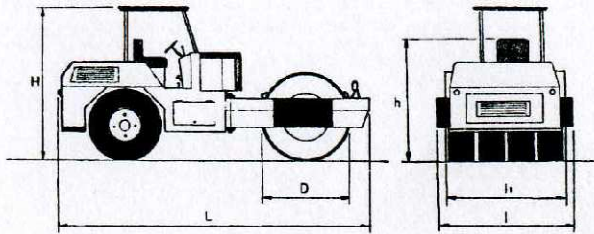


Tableau 5 : classification des compacteurs vibrants mixtes
(partie cylindre vibrant)

Classe	Conditions	
V X 0	$7,5 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 15$	et $AO \geq 0,2$
	> 15	et $0,2 \leq AO \leq 0,6$
V X 1	$15 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 25$	et $AO \geq 0,6$
	> 25	et $0,6 \leq AO \leq 0,8$
V X 2	$25 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 40$	et $AO \geq 0,8$
	> 40	et $0,8 \leq AO \leq 1,0$
V X 3	$40 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 55$	et $AO \geq 1,0$
	> 55	et $1,0 \leq AO \leq 1,3$
V X 4	$55 \leq (M_1 / L) \sqrt{AO} \leq 70$	et $AO \geq 1,3$
	> 70	et $1,3 \leq AO \leq 1,6$
V X 5	$(M_1 / L) \sqrt{AO} > 70$	et $AO \geq 1,6$

Tableau 6 : classification des compacteurs vibrants mixtes
(partie train de pneumatiques)

Classe	CR en kN
PL0	$CR < 15$
P0	$15 \leq CR < 25$
P1	$25 \leq CR < 40$
P2	$40 \leq CR < 60$
P3	$CR \geq 60$



Actions	Conséquences / Risques
Bon réglage de la fréquence	L'augmentation de la fréquence diminue l'efficacité en profondeur
Ne pas rester sur la fréquence de résonance	Destruction mécanique très rapide
Ne jamais vibrer à l'arrêt ou sur du dur	Destruction mécanique
Réglage du moment de l'excentrique	Amplitude adaptée au type de matériau et à l'épaisseur
Tandem vibrant à balourds réglables : régler les deux balourds sur la même valeur	Mauvais compactage
Ne pas persister si densité maximum atteinte Nombre de passes trop important (> 10-12)	Plan de balayage effectué dans de mauvaises conditions



Les ateliers de compactage (ateliers types-couches de roulement)

				NOMBRE DE PASSES																		
Matériau	Épaisseur (CM)	Estimation De min (Météo)		COMPACTEURS (type et classe)											ATELIERS COMPOSITES							
				statiques		pneumatique (8)			vibrants tandems			Mixtes vibrant + pneus										
		+	=	S ₀	S ₁	P ₀	P ₁	P ₂	VT ₀	VT ₁	VT ₂	VX ₁ P ₀	VX ₁ P ₁	VX ₂ P ₁	P ₁ + VT ₁	VT ₁ + P ₁	VT ₁ + P ₂	P ₂ + VT ₁				
BBUM (1)	1 à 2	5	3	10	3				3													
BBTM (1)	2 à 3	15	8	6	4				3													
BBM A/B/C	3 à 5	30	15			9 (2)	7 (2)		7	4		7	5									
BBC 0/6 (1)(3)	3	15	8			9 (4)	7 (4)		7	4		7	5									
BBC 0/10 (1)(3)	6	30	20				10 (4)			8			9	5	8 + 3	5 + 7	5 + 5					
BB Dr (5)	3 à 4	20	15	5	3				3													
BBS (6)	4 à 6	25	15									7 (4)	5 (4)			3 + 5 (4)						
BBS (6)	8	45	30										7 (4)			4 + 9 (4)	3 + 5 (4)					
BBSG 0/10 ou BBME (7)	6 à 7	30	20				10 (2)	8 (2)		8	4		9	5	8 + 3	5 + 7 (4)	5 + 5 (4)	6 + 3				
BBSG ou BBME (7)	7 à 9	40	30				10 (2)	8 (2)		8	4		9	5	8 + 3	5 + 7 (4)	5 + 5 (4)	6 + 3				
BBA Continu							10	8 (2)							8 + 3	5 + 7 (4)	5 + 5 (4)	6 + 3				
BBA Discontinu						9 (2)	7 (2)		8 (9)	8 (9)	5 (9)	8 (9)	6 (9)			4 + 6 (4)	4 + 4 (4)					
VITESSE DE TRANSLATION		km/h		5		6			4			5			6	4	4	6	4	6	6	4

(1) Pas de mise en oeuvre si météo -

(2) Effectuer 3 passes de S₀ après passage du compacteur à pneumatiques

(3) Effectuer 1 passe de S₀ ou S₁ avant le compactage indiqué (peut être effectué le cas échéant par le tandem vibrant sans vibration).

(4) Effectuer quelques passes de S₀ pour effacer les traces laissées par le compacteur à pneumatiques.

(5) Le compactage des joints doit être réalisé avec soin, les joints ne sont pas badigeonnés.

(6) Le compactage pneus en tête est à éviter.

(7) Les températures de fabrication et de fin de compactage sont plus élevées pour le BBME que pour BBSG

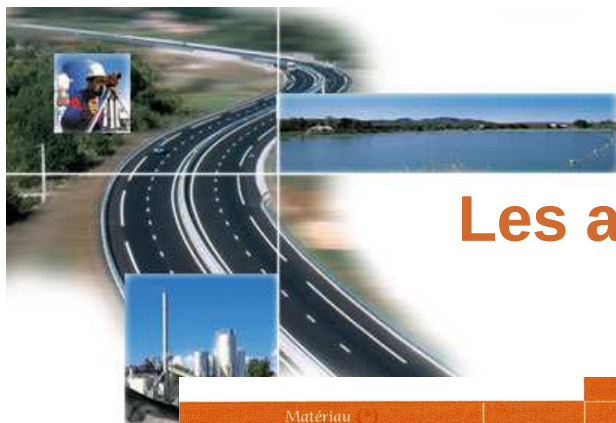
(8) Ces compacteurs à pneumatique ne peuvent pas être utilisés sur les enrobés au bitume polymère.

(9) Effectuer 2 à 4 passes de P₁, voire de P₂, en fin de compactage à la température de fin de compactage.

Atelier inadapté



(4) Effectuer quelques passes de S_0 pour effacer les traces laissées par le pneu.



Les ateliers de compactage (ateliers types-couches d'assises)

Matériau				Épaisseur (cm)	COMPACTEURS (type et classe)					NOMBRE DE PASSES							
NATURE	GRANULO- MÉTRIE	CLASSE	Vibrants tandems			Mixtes		ATELIERS COMPOSITES									
			VT ₁		VT ₂	VT ₃	VX ₁ P ₁	VX ₂ P ₁	VX ₃ P ₁	P ₁ + S ₀	P ₂ + S ₀	VT ₁ + P ₁	P ₁ + VT ₁	VT ₁ + P ₂	P ₂ + VT ₁	VT ₂ + P ₂	VT ₃ + P ₂
Grave	0/14	1 (1)	8 à 12		18	9										9 + 15	6 + 15
		2			15	8	30	20					11 + 15		7 + 12		
		3			15	8	30	20					11 + 15		7 + 12		
	VITESSE DE TRANSLATION (km/h)				4	4	5	5					4 6		4 6	4 6	
Bitume	0/20	1 (1)	10 à 15			18			25								11 + 15
		2			25	15		25	18					11 + 15	8 + 12		
		3			25	15		25	18					11 + 15	8 + 12		
	VITESSE DE TRANSLATION (km/h)				3	3		4	4						3 6	3 6	
enrobé	0/10	1	6 à 10		16	9										9 + 15	
	0/14	1	7 à 12		15		30	20					11 + 15				
	VITESSE DE TRANSLATION (km/h)				4	4	5	5					4 6		4 6		
	à module	0/20	1	10 à 15		25	15		25	18							11 + 15
VITESSE DE TRANSLATION (km/h)				3	3		4	4							3 6	3 6	
0/10		2	6 à 10				9	5		10 + 3	8 + 3	5 + 7 (4)	8 + 3	5 + 5 (4)			4 + 3 (4)
0/14		2	7 à 12				9	5		10 + 3	8 + 3	5 + 7 (4)	8 + 3	5 + 5 (4)			4 + 3 (4)
VITESSE DE TRANSLATION (km/h)						5	5		6 4		4 6	6 4	4 6				4 6
élevé	0/20	2	10 à 15	13	9		18	12				7 + 15		7 + 7 (4)			
	VITESSE DE TRANSLATION (km/h)			3	3			4	4			3 6		3 6			

(*) Compte tenu de l'épaisseur des couches les contraintes de temps de compactage n'existent pratiquement pas.

(1) Ces matériaux peuvent avoir un comportement au compactage relativement variable, l'atelier proposé ici convient au compactage d'une grave bitume réalisée avec un granulat entièrement concassé.

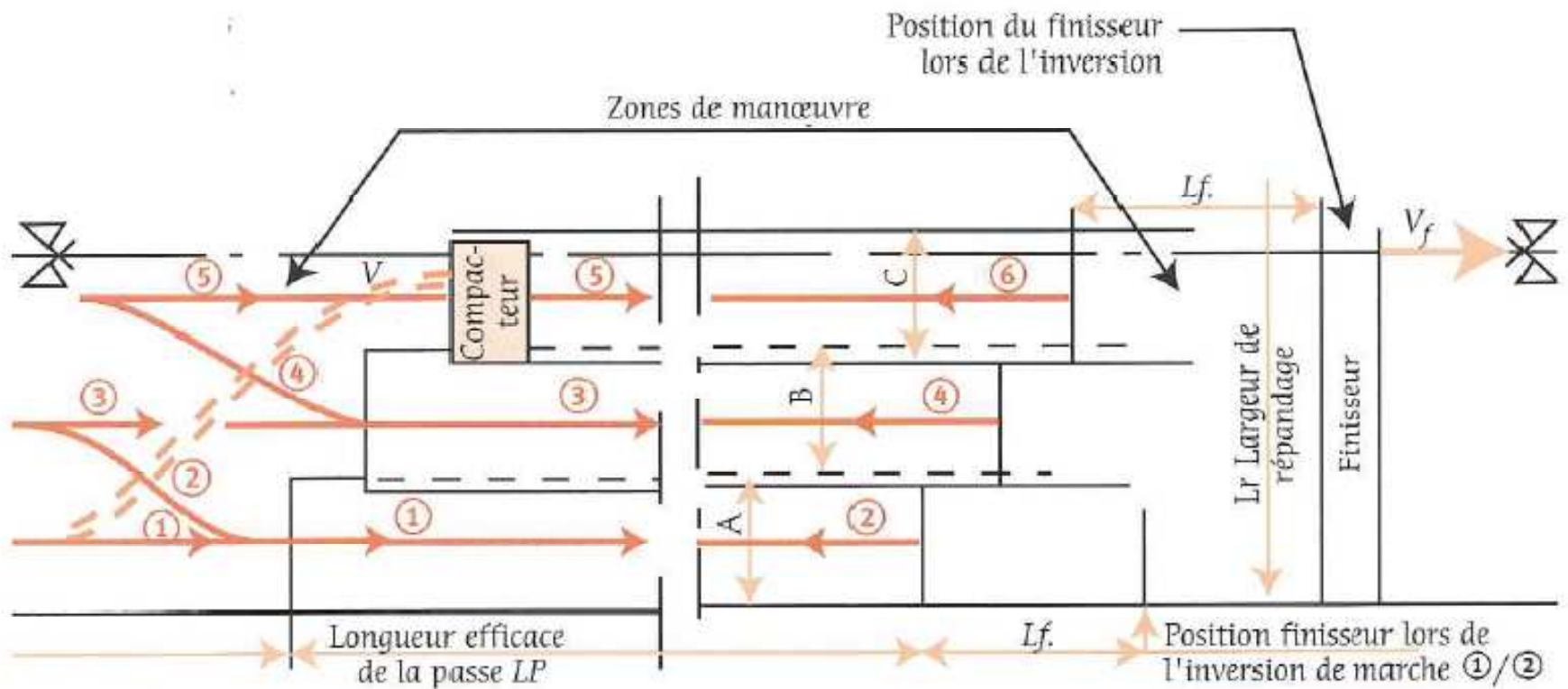
(4) Effectuer quelques passes de S₀ pour effacer les traces de pneu.

Atelier inadapté





Plan de compactage



① ②.... N° de la passe

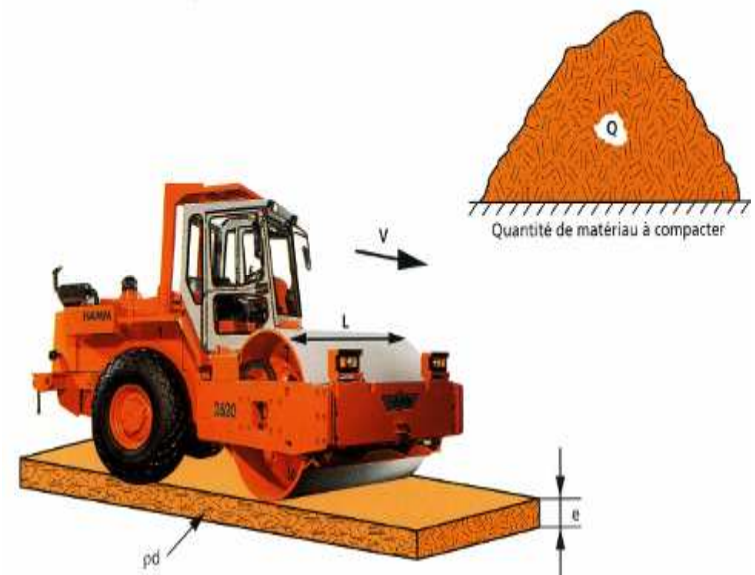
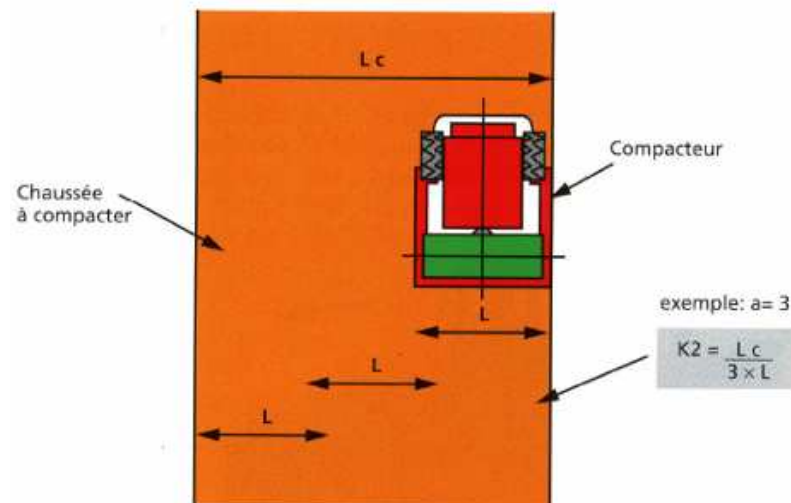
A B C Bandes de compactage



Les ateliers de compactage (dimensionnement)

◎ Tonnage horaire réel compacté : t/h

- ◆ K1 : coefficient de rendement (0,5-0,85)
- ◆ K2 : coefficient de rendement (nbre de passes)
- ◆ ρ_d : masse volumique apparente après n passes



$$Q = \frac{L \times V \times e \times \rho_d}{n} \times K_1 \times K_2$$



Les ateliers de compactage (dimensionnement)

Exercice

⊙ Données chantier:

- ◆ Béton bitumineux 0/10
- ◆ Largeur de voie au finisseur : $L_c = 3,50 \text{ m}$
- ◆ Epaisseur : $e = 6 \text{ cm}$
- ◆ Débit centrale 150t/h
- ◆ Qualité P.C.G. soit $p_d = 2,28 \text{ t/m}^3$
- ◆ Temps de refroidissement de l'enrobé en 6cm d'épaisseur: 30 min (T_{150} à 100°C)

⊙ Données matériel:

- ◆ Compacteur HAMM DV 8.42 tandem classe VT0
- ◆ $M1/L = 27,7 \text{ kg/cm}$
- ◆ $m.e = 2,66 \text{ m.kg}$
- ◆ $AO = 0,4 \text{ mm}$
- ◆ $F = 50 \text{ Hz}$
- ◆ $L = 1,68 \text{ m}$
- ◆ $V = 4 \text{ km/h}$



 **Surface compactée**

$$= \frac{K_1 \times K_2 \times L \times V}{n} = \frac{0.9 \times 0.7 \times 1.68 \times 4000}{6} = 706 \text{ m}^2 / \text{h}$$

🎯 **Nombre de compacteurs nécessaire:** $\frac{\text{Surface répandue}}{\text{Surface compactée}} = \frac{1096}{706} = 1.55$

Soit 2 compacteurs



- ⊙ **Compacter “au plus près” surtout pour les couches minces,**
- ⊙ **Ne pas s’arrêter sur les enrobés chauds (fin de journée, remplissage des réservoirs,...),**
- ⊙ **Changer de bandes sur la partie déjà compactée,**
- ⊙ **Compacter en montant.**





Épaisseur en cm	1 à 2	2 à 3	3 à 4	4 à 6	6 à 7	7 à 9	>9
$\Theta^{\circ} \text{ ext} = 5^{\circ}\text{C}$	3'	8'	15'	15'	20'	30'	45'
$\Theta^{\circ} \text{ ext} = 15 \text{ à } 20^{\circ}\text{C}$	5'	15'	20'	25'	30'	40	60'





- | | |
|---------------|--------------|
| Bitume 20/30 | 115°C |
| Bitume 35/50 | 110°C |
| Bitume 50/70 | 105°C |
| Bitume 70/100 | 100°C |

- ⊙ D'une manière générale, on prend Θ_{TBA} de la norme (ou de la fiche produit) + 50°C.
- ⊙ La remise en circulation est interdite si la température de l'enrobé est >60°C.



- ◆ Débit de l'atelier de compactage insuffisant,
- ◆ Refroidissement lié aux arrêts du finisseur,
- ◆ Refroidissement lié au délai de compactage,
- ◆ Plan de balayage non respecté,
- ◆ Mauvais réglage des dameurs et de la vibration de la table,
- ◆ Mauvais réglage des compacteurs.

- ◆ **Surcompactage,**
- ◆ **Température de l'enrobé trop élevée.**

- ◆ **Pneus trop près du bord.**



Plan de la présentation

- ① 1^{ère} partie : Principes généraux sur l'organisation des chantiers d'enrobés
- ② 2^{ième} partie : le finisseur
- ③ 3^{ième} partie : le compactage des enrobés

➡ 4. Le traitement des joints



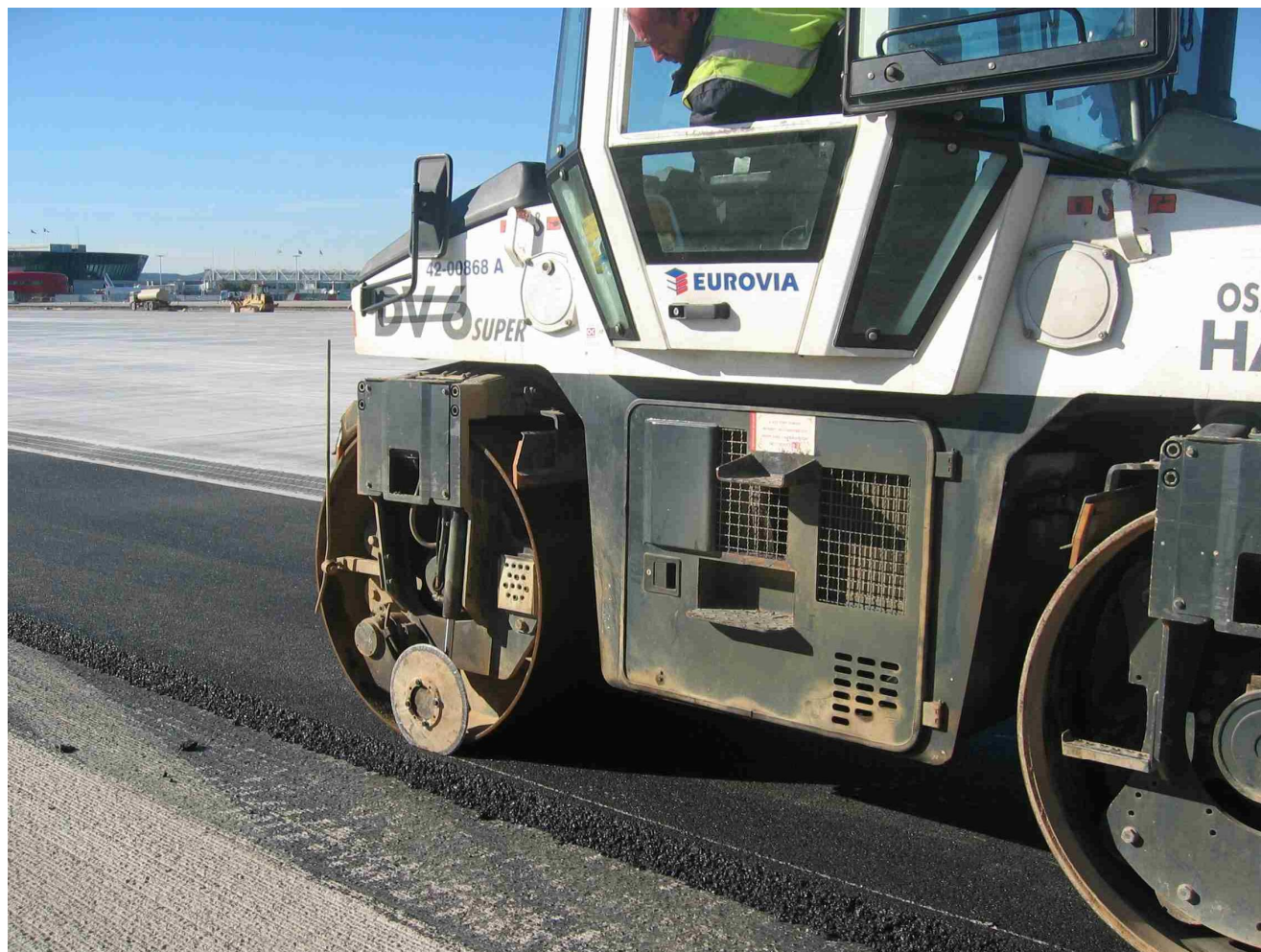
🎯 Pourquoi traiter les joints :







La découpe des joints

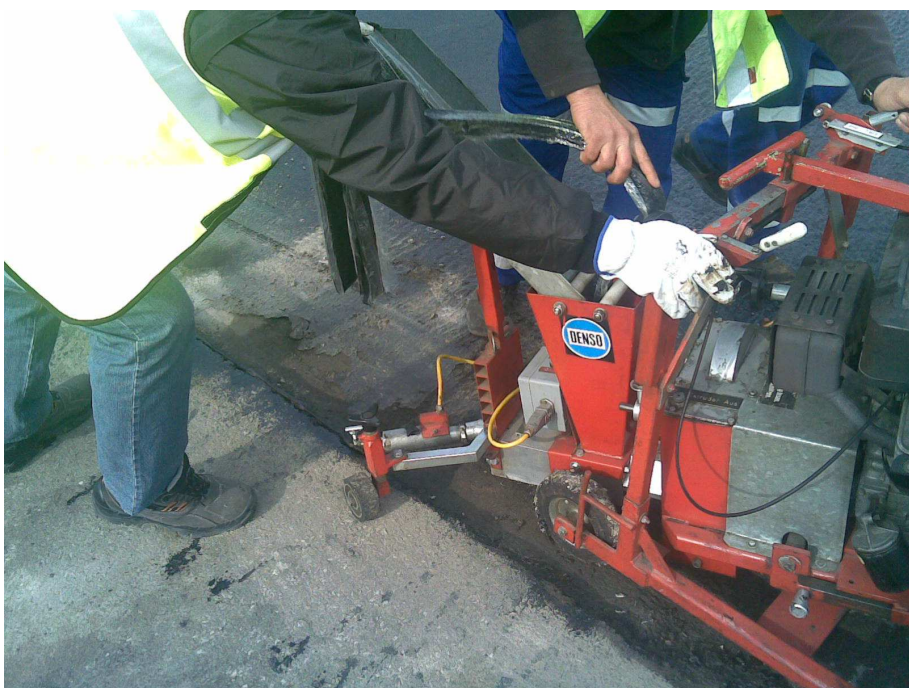








Le collage des joints froids : les bandes bitumineuses



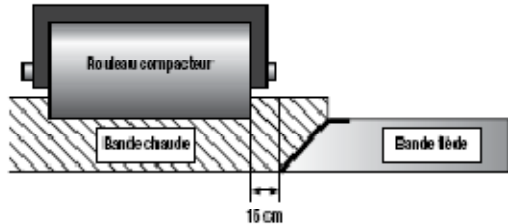
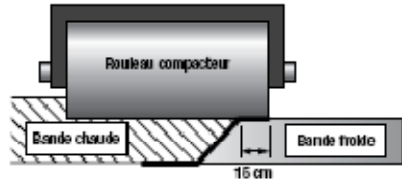
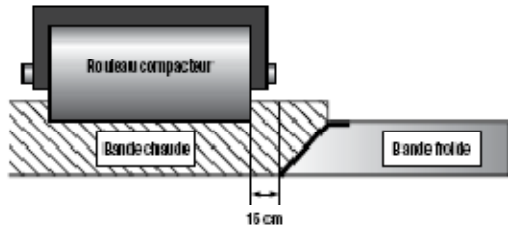
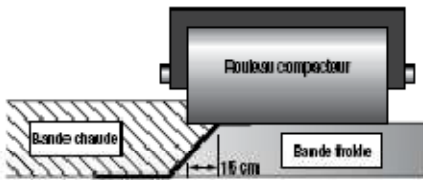




- ② **Compactage du côté chaud avec recouvrement de 10 à 20 cm sur la bande froide**
 - ◆ Vibration du cylindre (2 passes)
- ② **Compactage du côté froid**
 - ◆ Avec un débord de 10 à 20 cm sur la couche venant d'être répandue
 - ◆ Première passe en statique
 - ◆ Seconde passe en mode vibration

Le compactage du joint longitudinal

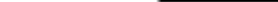
Tableau 6.7
Différentes méthodes de réalisation des joints longitudinaux avec et sans confinement

TYPE JOINT		MÉTHODE	DESCRIPTION	DESSIN
NON-CONFINÉ (ENROBÉS/ENROBÉS)	CHAUD (140°C) - TIÈDE (≥85°C)	# 1 COMPACTAGE DU CÔTÉ CHAUD, À 15 cm DU JOINT	La première passe du rouleau compacteur est effectuée en mode vibration, le rouleau compacteur reposant sur la bande chaude, à 15 cm du joint. La seconde passe est effectuée aussi en mode vibration, le rouleau compacteur reposant sur la bande chaude avec un recouvrement de 15 cm du côté de la bande tiède.	
		# 2 COMPACTAGE DU CÔTÉ CHAUD AVEC UN RECOUVREMENT SUR LA BANDE FROIDE	Deux passes du rouleau compacteur avec vibration sont effectuées, le rouleau compacteur reposant sur la bande chaude avec un recouvrement de 15 cm sur la bande froide.	
	CHAUD (140 °C) – FROID (0 °C)	# 1 COMPACTAGE DU CÔTÉ CHAUD, À 15 cm DU JOINT	La première passe du rouleau compacteur est effectuée en mode vibration, le rouleau compacteur reposant sur la bande chaude, à 15 cm du joint. La seconde passe est effectuée avec vibration, le rouleau compacteur reposant sur la bande chaude avec un recouvrement de 15 cm sur la bande froide.	
		# 3 COMPACTAGE DU CÔTÉ FROID	La première passe du rouleau est effectuée en mode statique, le rouleau reposant sur la bande froide, avec un recouvrement de 15 cm sur la bande chaude. La seconde passe est effectuée en mode vibration, le rouleau reposant sur la bande chaude avec un recouvrement de 15 cm sur la bande froide (méthode #2).	



- ### ① Découpe transversale à la chaussée



- 



-





- ⊙ Perpendiculairement au sens d'application
- ⊙ Au cylindre vibrant uniquement
- ⊙ Contrôle à la règle de 3 m :

