

Partout dans le monde, quel que soit le type de machines utilisé (du chariot élévateur au camion de plus de 600 tonnes), nos clients manifestent des préoccupations constantes :

- augmenter leur productivité et baisser leurs coûts d'exploitation tout en préservant au maximum l'environnement ;
- maintenir, voire améliorer, le niveau de sécurité des sites, pour les hommes d'abord, pour le matériel ensuite.

Les pneumatiques ont une influence déterminante sur ces enjeux. Leur impact dans les coûts d'exploitation et la productivité des machines est généralement analysé. En revanche, les difficultés spécifiques de leur mise en œuvre, les savoir-faire permettant d'en tirer le meilleur bénéfice tout en respectant l'environnement sont encore trop souvent méconnus.

Quelles précautions et outillages pour monter des pneus pesant quelquefois plusieurs tonnes et gonflés à une pression élevée ? Quelles possibilités pour réparer ces équipements coûteux ? Quelle organisation physique du local destiné à leur entretien ? Quelle recommandation pour choisir parmi les nombreux produits et accessoires disponibles sur le marché ?

C'est à ces questions, et à beaucoup d'autres, que **Michelin** a souhaité répondre en concevant et distribuant ce Guide d'Utilisation et de Maintenance.

Vous y trouverez l'ensemble des pratiques recommandées pour une bonne mise en œuvre et un suivi efficace de vos pneumatiques. Elles vous aideront à mieux utiliser le potentiel de vos pneus, et à le faire en toute sécurité : cet aspect est en effet abordé dans chacun des chapitres qui suivent, traitant entre autres des mesures de prévention des risques associés. Ce guide est fait pour vous : n'hésitez pas à nous faire part de vos suggestions d'amélioration ou de compléments à y apporter.

Grâce à la qualité de ses produits et à l'excellence de ses équipes, Michelin est mondialement reconnu comme proposant aux utilisateurs de pneus Génie Civil la meilleure offre en termes de productivité des pneumatiques.

C'est pourquoi, en cohérence avec ses valeurs de respect des hommes, de l'environnement et des clients, **Michelin** souhaite ici partager le fruit d'une expérience acquise au fil des ans, sans cesse adaptée à l'évolution de ses produits et à celle des métiers du Génie Civil.



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION À LA SÉCURITÉ	1
	INTRODUCTION	2
	RESPECTER LES CONSIGNES !	3
	QUESTIONS À SE POSER SYSTÉMATIQUEMENT	4
	S'INFORMER AVANT D'AGIR !	5
	ATTENTION, SITUATIONS DANGEREUSES !	8
2	GÉNÉRALITÉS SUR LES PNEUMATIQUES GÉNIE CIVIL	9
	INTRODUCTION	10
	LES DIFFÉRENTES STRUCTURES DE PNEUMATIQUES	11
	CLASSIFICATION DES PNEUMATIQUES	13
	MARQUAGE DES PNEUMATIQUES	15
3	MANUTENTION ET STOCKAGE DES PNEUS	19
	INTRODUCTION	20
	MANUTENTION DES PNEUS : DES PRÉCAUTIONS INDISPENSABLES POUR ASSURER L'INTÉGRITÉ DES PNEUS	21
	STOCKAGE DES PNEUS : DES CONDITIONS À RESPECTER POUR LES PRÉSERVER	23
4	FEUX DE PNEUS ET PRÉVENTION	27
	INTRODUCTION	28
	TYPES DE FEU AUXQUELS UN PNEU PEUT-ÊTRE SOUMIS	29
	INFLAMMATION D'UN PNEU NON MONTÉ	30
	INFLAMMATION D'UN PNEU MONTÉ ET GONFLÉ	30
	ÉTEINDRE UN FEU DE PNEUS	31
	PRÉVENIR ET FORMER	32
	COMMENT RÉDUIRE LES RISQUES DE FEUX DE PNEUS EN EXPLOITATION ?	33
5	ATELIER DE MAINTENANCE DES PNEUMATIQUES	35
	INTRODUCTION	36
	ORGANISATION DE L'ATELIER	37
	ÉLÉMENTS RELATIFS À LA SÉCURITÉ	38
	PLAN TYPE D'UN ATELIER	39
6	MONTAGE ET DÉMONTAGE	41
	INTRODUCTION	42
	PRÉCAUTIONS GÉNÉRALES ET SÉCURITÉ DES OPÉRATEURS	43
	OPÉRATIONS DE MONTAGE	45
	OPÉRATIONS DE DÉMONTAGE	47
	LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE MONTAGE ET DÉMONTAGE	48
7	JUMELAGE	49
	INTRODUCTION	50
	RÈGLES DE JUMELAGE : MONTER DES PNEUS AUSSI SEMBLABLES QUE POSSIBLE	51
	CONDITIONS DE RÉALISATION D'UN JUMELAGE : RESPECTER RIGOREUSEMENT LES PRÉCONISATIONS	51
	L'INSPECTION PÉRIODIQUE DES JUMELAGES : INCONTOURNABLE !	52
	COMMENT LIMITER LES USURES RÉGULIÈRES ?	53
	MODES OPÉRATOIRES SPÉCIFIQUES AU DÉMONTAGE DE PNEUS JUMELÉS	54
8	GONFLAGE ET CONTRÔLES DE PRESSION	55
	INTRODUCTION	56
	LA PRESSION DE GONFLAGE : UN PARAMÈTRE ESSENTIEL	57
	OPTIMISER LA PRESSION EN FONCTION DES CONDITIONS D'EXPLOITATION DU VÉHICULE	59
	GONFLAGE : AIR OU AZOTE ?	62
	ADDITIFS DE GONFLAGE	64
9	INSERTS ET SOLIDES DE REMPLISSAGE	65
	INTRODUCTION	66
	CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UTILISATION	67
	INSERTS EN CAOUTCHOUC	67
	SOLIDES DE REMPLISSAGE EN ÉLASTOMÈRE DE POLYURÉTHANE	68
	SOLIDES ET INSERTS : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS	69
	POSITION DE MICHELIN RELATIVE À L'UTILISATION DE SOLIDES DE REMPLISSAGE OU D'INSERTS DANS LES PNEUS MICHELIN®	70

10	FACTEURS INFLUENÇANT LA DURÉE DE VIE DES PNEUS	71
	INTRODUCTION	72
	CHOISIR UN PNEUMATIQUE	73
	PRINCIPALES CAUSES DE DÉTÉRIORATION	74
	TEMPÉRATURE INTERNE DE FONCTIONNEMENT	76
	INFLUENCE DU VÉHICULE SUR LA DURÉE DE VIE DE SES PNEUMATIQUES.....	78
	INFLUENCE DES PISTES, FACTEURS CLÉS POUR LA LONGÉVITÉ DES PNEUMATIQUES	81
	FACTEURS D'INFLUENCE SUR LA DURÉE DE VIE DES PNEUS.....	82
11	INSPECTION DES MACHINES	83
	INTRODUCTION	84
	PARALLÉLISME.....	85
	SUSPENSIONS.....	86
12	EXAMEN DES PNEUS SUR VÉHICULES	91
	INTRODUCTION	92
	PRÉCAUTIONS PRÉALABLES	93
	MODE OPÉRATOIRE	94
	POINTS À VÉRIFIER	96
13	EXAMEN DES PNEUS DÉMONTÉS	99
	INTRODUCTION	100
	DIAGNOSTIC COMPLET ET MESURES À PRENDRE.....	101
	OUTILS NÉCESSAIRES À L'EXAMEN D'UN PNEU ET MODE OPÉRATOIRE. 102	
14	RÉPARATION DES PNEUS	105
	INTRODUCTION	106
	ORGANISATION DE L'ATELIER DE RÉPARATION	107
	MÉTHODES DE RÉPARATION	108
15	RECREUSAGE	113
	INTRODUCTION	114
	RECREUSAGE ET ADHÉRISSATION.....	115
	PRINCIPES GÉNÉRAUX	116
	PLANS DE RECREUSAGE ET D'ADHÉRISSATION	117
16	RECHAPAGE DES PNEUS	121
	INTRODUCTION	122
	LE RECHAPAGE, UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL ASSEZ COMPLEXE	123
	ORGANISATION DE L'ATELIER.....	123
	GOMME CRUE OU BANDES PRÉMOULÉES... UNE DIFFÉRENCE D'HABILLEMENT ET DE CUISSON !	124
	CONDITIONS DE RECHAPABILITÉ	125
	LA VULCANISATION, UNE ÉTAPE MAJEURE DU RECHAPAGE	126
	PERFORMANCE ET INTÉRÊT ÉCONOMIQUE	127
	ÉTAPES DU RECHAPAGE.....	128
17	RETRAIT POUR USURE ET VALORISATION DES PNEUS USAGÉS	131
	INTRODUCTION	132
	RETRAIT POUR USURE.....	133
	VALORISATION DES PNEUS USAGÉS : LES RÉGLEMENTATIONS SE RENFORCENT, LES FILIÈRES SE DÉVELOPPENT	135
	LE PNEU EN FIN DE VIE : SOURCE D'ÉNERGIE ET MATIÈRE PREMIÈRE !.....	135

18	SUPPLÉMENT MACHINES ET USAGES	137
	CONFIGURATION DES MACHINES	139
	ENGINS DE MINES DE SURFACE ET DE CARRIÈRES	140
	ENGINS POUR CHANTIERS DE TERRASSEMENT ET D'INFRASTRUCTURE. 143	
	ENGINS SPÉCIFIQUES À LA CONSTRUCTION DE ROUTES	148
	GRUES MOBILES	150
	ENGINS DE MINES SOUTERRAINES.....	152
	ENGINS DE MANUTENTION	154
	ENGINS SPÉCIAUX	161

19	GLOSSAIRE	163
20	NOTES	169

INTRODUCTION À LA SÉCURITÉ

1

2 *INTRODUCTION*

3 *RESPECTER LES CONSIGNES !*

4 *QUESTIONS À SE POSER
SYSTÉMATIQUEMENT*

5 *S'INFORMER AVANT D'AGIR !*

8 *ATTENTION, SITUATIONS DANGEREUSES !*



LA SÉCURITÉ

un état d'esprit, une préoccupation permanente et majeure

La sécurité, c'est essentiel !
C'est pourquoi nous souhaitons sensibiliser le lecteur aux risques relatifs à la mise en oeuvre des pneumatiques Génie Civil.

Conçu comme une aide active, ce chapitre y est entièrement consacré.

La sécurité doit devenir un état d'esprit, où que ce soit, dans les zones de stockage, sur les chantiers, les ports, dans les carrières et les mines.

Les règles de sécurité s'appliquent pour le travail autour de tous les pneumatiques, quelle que soit leur taille.

Elles doivent toujours s'inscrire dans le respect de la réglementation nationale.



Un pneu qui explose peut provoquer des dégâts corporels, parfois mortels, jusqu'à plusieurs dizaines de mètres du point d'explosion !

L'exemple du pneu minier, qui peut dépasser 4 mètres (4.4 yard) de hauteur et peser plus de 5 tonnes (5.5 us tons) pour un volume intérieur proche de 10.000 litres (2,600 us gal), illustre l'importance du danger potentiel.

Respecter les consignes !

Les consignes existent partout et doivent être connues préalablement à toute intervention. Dans chaque chapitre de ce Guide d'Utilisation et de Maintenance, des recommandations spécifiques de sécurité sont mentionnées.



Identification préalable obligatoire avant toute entrée sur site

Se présenter à l'entrée du site et prendre connaissance des consignes de sécurité



Prêter attention aux panneaux d'information sur les tirs de mines



Équipements de protection individuelle

Se présenter

L'entrée sur un site est généralement réglementée. Elle nécessite souvent :

- une autorisation préalable ;
- la remise d'un badge d'identification.

S'informer régulièrement

Connaître les règles en vigueur est essentiel :

- prendre connaissance formellement des consignes de circulation et de travail ;
- s'informer sur les règles particulières de sécurité (par exemple, lieux et horaires de tirs).

Attention, ces règles peuvent être modifiées en fonction de l'évolution des conditions d'exploitation.

S'équiper



Cadenas d'immobilisation

Un casque, des lunettes de protection, des chaussures de sécurité, des gants, un baudrier de signalisation (ou gilet de sécurité) sont très fortement recommandés.

Leur utilisation est généralement détaillée dans le règlement intérieur du site.

Un cadenas d'immobilisation de véhicule peut s'avérer nécessaire pour stopper un engin dont on souhaite examiner les pneumatiques.

Cette procédure est fréquente dans les plus grandes carrières, et systématique dans les mines.

Questions à se poser systématiquement



Zone de travail non plane... danger !

- > La situation est-elle dangereuse ?
- > L'utilisation des équipements est-elle potentiellement dangereuse ?
- > Quelles actions sont dangereuses, voire interdites ?
- > Les procédures de travail sont-elles connues ?

Pour bien garder la sécurité à l'esprit sur un site utilisant des pneus Génie Civil, il faut constamment répondre aux questions suivantes :

La situation est-elle dangereuse ?

Présente-t-elle des risques de chute, de renversement, d'écrasement... ?
Comment peut-on prévenir ces risques ?

Les lieux sont-ils propres et en ordre ?
Le désordre et la saleté augmentent les risques d'accident ; des sols glissants ou encombrés par des outils ou des matériaux divers favorisent les chutes.

L'utilisation des équipements est-elle potentiellement dangereuse ?

Certaines machines présentent des risques.
Les opérateurs sont-ils qualifiés pour les utiliser ?
Leurs déplacements sont-ils signalés ?

Exemple: le montage des pneus requiert l'utilisation d'engins de manutention. Les aires d'évolution sont-elles dégagées ?

Les mouvements sont-ils signalés ?



Nettoyer l'aire de travail

Quelles actions sont dangereuses, voire interdites ?

Les méthodes de travail sont-elles dangereuses ?
Quelles actions présentent un risque ?



Exemple d'interdiction stricte :
souder sur une roue sans démonter le pneu !

Les procédures de travail sont-elles connues ?

Travailler en sécurité autour des pneumatiques requiert de respecter des procédures bien définies.

Exemple: montage et démontage, gonflage...



La manutention demande des aires dégagées

S'informer avant d'agir !

Avant toute intervention sur un chantier, une mine ou tout autre site, il faut impérativement connaître les réponses aux questions suivantes.

Dans la plupart des cas, elles sont fournies à l'occasion de l'information préalable à la délivrance d'une autorisation de circuler sur le site. Certaines mines nécessitent une formation à la sécurité de plusieurs jours.

Quelles sont les règles de sécurité applicables au site ?

En complément, voir le chapitre « Généralités sur les pneus Génie Civil » qui traite de ce sujet. En l'absence (peu fréquente) de règles, se conformer à celles évoquées dans ce chapitre.

Quelles sont les règles de circulation sur le site ?

Le véhicule utilisé doit-il posséder des équipements obligatoires pour pouvoir circuler sur le site ?

Quelles sont les règles de signalisation (priorités, dépassements, vitesses limites, etc.) ?

Quelles sont les situations à risques ?

Existe-t-il des passages dangereux de manière permanente ou temporaire (pistes en cours d'entretien, déplacement de matériels lourds, etc.) ?



Dans une mine ou une carrière, circuler phares allumés



Tirs de mines

Quel est l'horaire des tirs de mines ?

Les tirs interviennent régulièrement, à des dates programmées et à une heure précise.



Prêter attention aux panneaux

À l'arrivée sur une mine ou une carrière, se renseigner systématiquement sur les modalités d'alerte et d'évacuation préalable de la zone de tir.

Dans quelles conditions est-il possible d'approcher les véhicules ?

Tous les engins présentent des risques croissants à mesure que leur taille augmente.

L'environnement immédiat d'un véhicule est toujours une zone dangereuse :

- visibilité des chauffeurs limitée en périphérie de leur engin, sur une distance d'autant plus grande que le matériel est de taille imposante ;
- pour les engins de transport en charge, risque de voir des matériaux tomber de la benne, à tout moment et plus particulièrement lors du démarrage.



L'environnement immédiat des engins est dangereux

Lorsqu'il faut s'approcher d'un véhicule :

- demander au conducteur l'autorisation de le faire ;
- respecter les périmètres de sécurité ;
- signaler ses mouvements.

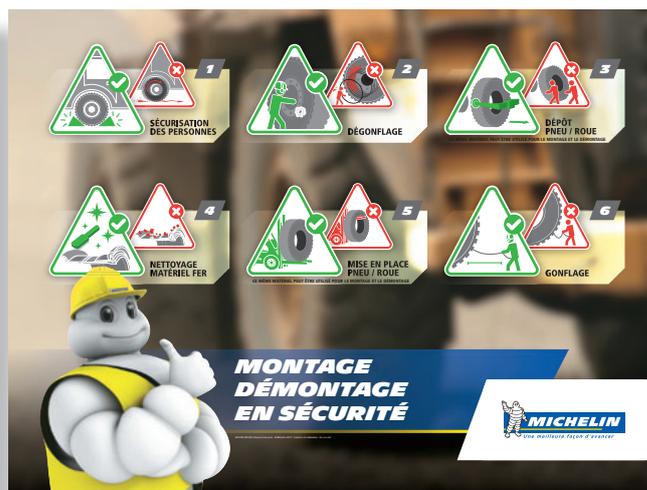
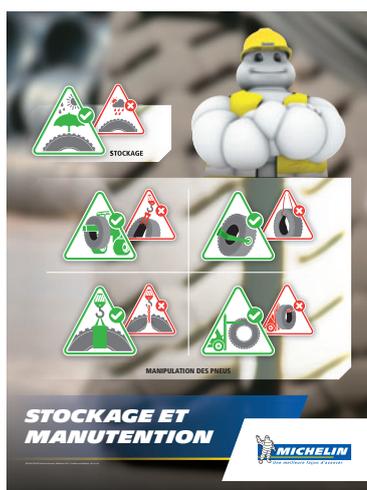
Les actions de Michelin pour la sécurité

Des kits de communication "Sécurité" pour sensibiliser et informer.

Michelin propose des kits de communication permettant d'organiser, avec la présence éventuelle de techniciens Michelin, des campagnes de sensibilisation à la sécurité dans la mise en œuvre des pneumatiques.

Exemple de "Kit Sécurité" :

- livret regroupant les règles majeures de sécurité, recueil de "bonnes pratiques", quiz de contrôle des connaissances ;
- 3 affiches "Sécurité".



ACTION	NATURE DU RISQUE	EXPLICATIONS
Pour tous renseignements, consulter les documents techniques Michelin®.		
S'assurer de la sécurité des personnes	Écrasement.	Insérer des cales devant et derrière tous les pneumatiques mêmes non concernés par l'opération de maintenance empêche le véhicule de bouger lors des opérations de remplacements des pneus ou des valves
Dégonfler les pneus	Projection.	Dégonfler les pneus avant le desserrage des écrous des roues jumelées prévient du risque d'éjection brutal de l'ensemble monté côté extérieur.
Arrimer les pneus.	Écrasement.	L'arrimage des pneus évite qu'ils ne basculent ou ne roulent pendant les opérations de manutention, de stockage, de montage ou de réparation. Voir les chapitres "Manutention et Stockage des pneus" et "Réparation des pneus"
Stocker les pneus à l'abri des intempéries, et plus généralement à l'écart des hydrocarbures et des sources d'ozone.	Éclatement suite à la détérioration du pneu.	Une exposition de longue durée aux intempéries peut provoquer un vieillissement prématuré du pneu. Par ailleurs, les gommes sont sensibles aux hydrocarbures et à l'ozone. Voir le chapitre "Manutention et Stockage des pneus"
Vérifier l'état du matériel fer (roue, jante, anneau conique, anneau de verrouillage)	Projection.	Les pièces amovibles de la roue ainsi que les parties en contact avec le pneu doivent être propres, sèches, sans déformation ni fêlure, sans trace de corrosion. Voir le chapitre "Montage et démontage"
Ne pas souder à proximité des pneus. Ne pas chauffer les écrous de serrage des roues.	Éclatement.	Voir le chapitre "Gonflage et Contrôles de pression"
Ne pas transporter un pneu en passant les fourches d'un chariot élévateur à travers le trou central du pneu.	Détérioration du talon et/ou de la tringle pouvant entraîner un éclatement (rupture, infiltration).	Transporter un pneu en le posant à plat sur les fourches d'un chariot élévateur, en le main-tenant au moyen de pinces plates ou à ergot, ou encore en utilisant un éperon passant au travers du trou central du pneu. Voir le chapitre "Manutention et Stockage des pneus"
Ne pas lever un pneu à l'aide d'élingues métalliques, de crochets, de chaînes, de câbles ou de cordes, passant à travers le trou central du pneu.	Détérioration de la tringle pouvant entraîner sa rupture. Détérioration de la gomme avec risque d'éclatement.	L'utilisation d'élingues textiles plates (ou de sangles) passant à l'intérieur du trou central ou ceinturant la bande de roulement évite ce type de dommages. Voir le chapitre "Manutention et Stockage des pneus"
Surveiller la pression de gonflage.	Éclatement suite à la détérioration du pneu.	Une pression adaptée optimise l'efficacité de travail du pneu. Un sous gonflage conduit à une usure prématurée. Un sous gonflage conduit à une usure prématurée. Voir les chapitres "Inspection des machines" et "Gonflage et Contrôles de pression"
Se tenir à l'écart du pneu pendant le gonflage.	Éclatement / Projection.	S'éloigner du pneu pendant le gonflage (se tenir à l'écart et dans l'axe de la bande de roulement). Certains pays imposent d'ailleurs une distance minimale.



Formation à la sécurité



Recommandations Sécurité
Pour accompagner les démarches Sécurité, Michelin propose à ses clients des formations sur site, intégrant des recommandations adaptées à la mise en œuvre des pneumatiques.



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin peuvent fournir de plus amples informations.

Attention, situations dangereuses !



1



2



3



5



4



6

REPÉRER LES SITUATIONS DANGEREUSES

- 1 Devant un pneu en cours de basculement.
- 2 Face au flanc pendant le gonflage.
- 3 Outillage dispersé dans l'aire de travail.
- 4 Risque de chute de matériaux au démarrage du camion.
- 5 Opérateur en équilibre instable, risque de chute.
- 6 Risque de chute de matériaux pendant le transport.

GÉNÉRALITÉS SUR LES PNEUMATIQUES GÉNIE CIVIL

10 INTRODUCTION

11 LES DIFFÉRENTES STRUCTURES
DE PNEUMATIQUES

13 CLASSIFICATION DES PNEUMATIQUES

15 MARQUAGE DES PNEUMATIQUES



LES PNEUS GÉNIE CIVIL MICHELIN®

des produits de haute technicité

Les engins utilisateurs de pneus Génie Civil se trouvent impliqués dans la grande majorité des activités économiques. Les machines sont bien souvent utilisées dans des conditions difficiles voire extrêmes. Mines, ports, infrastructures, industries, autant d'environnements exigeants qui peuvent mettre les pneumatiques à rude épreuve !

En réponse, Michelin s'attache à développer des gammes de pneumatiques adaptées à chaque type de machine et d'usage.

Ces pneumatiques évoluent en permanence pour tenir compte de l'évolution des machines et de leur utilisation. La lecture des marquages situés sur les flancs des pneus (quelle qu'en soit la marque), permet de connaître toutes les informations les concernant (structure, dimension, utilisation, capacités de charge et de vitesse, etc.).

DES CHIFFRES CLEFS :

- diamètre de 0,5 mètre (0.5 yard) à plus de 4 mètres (4.4 yard) pour le plus grand pneu au monde ;
- masse allant jusqu'à 6.300 kg (6.3 us tons) (pour une charge utile de l'engin dépassant alors 350 tonnes - 390 us tons) ;
- températures d'utilisation allant de - 50 °C à + 50 °C (-58 °F à + 122 °F) : les pneus roulent dans des zones proches de l'Arctique jusqu'aux confins de nombreux déserts ;
- des engins travaillant dans des mines à plus de 4.000 mètres (13,000 ft) d'altitude ou à plus de 4.000 mètres (13,000 ft) de profondeur.

PERFORMANCE ET ENGAGEMENT MICHELIN

Structure, choix des matériaux et des procédés de fabrication, Michelin vise l'amélioration constante des performances et veille à assurer la meilleure sécurité possible, dans un souci permanent de qualité.

Les objectifs environnementaux sont intégrés dès la conception des pneus, afin de réduire l'empreinte de leur fabrication comme celle de leur utilisation.

Les différentes structures de pneumatiques

Le pneu plein ou « bandage plein »

Constitution

Empilage de gommages ayant des propriétés différentes afin de donner adhérence et traction. Ces bandages ne sont donc pas réellement des pneus puisqu'ils ne contiennent pas d'air !

Utilisation spécifique

Principalement utilisé pour les chariots élévateurs.

Limites en utilisation intensive

Échauffement important de la gomme, risques de détérioration au passage d'obstacles. Le pneu plein peut alors se « casser ».



Pneu plein

Le pneu conventionnel ou « pneu bias »

Constitution

- Composé de nappes textiles en nylon ou en rayonne, croisées les unes sur les autres et liées entre elles par de la gomme pour créer ainsi une structure diagonale.
- Le nombre de nappes augmente avec la capacité de charge demandée au pneu.

Limites en roulage

- Les frictions entre les nappes entraînent des échauffements préjudiciables à la performance. La forte liaison flancs/sommet induit une déformation de la surface de contact au sol. Il s'ensuit une moindre adhérence et une usure rapide.
- La bande de roulement d'un pneu conventionnel est sensible aux perforations.



Pneu conventionnel

Le pneu radial : de nombreux avantages

Constitution

Il associe des nappes métalliques (ou textiles) allant d'un talon à l'autre, à une ceinture composée de plusieurs nappes en acier destinées à renforcer le sommet du pneu.

Une structure unique aux nombreux avantages

- Le découplage des fonctions flancs/sommet :
 - minimise la déformation de la surface de contact au sol ;
 - augmente l'adhérence et la traction tout en réduisant la vitesse d'usure ;
 - améliore la capacité de charge grâce à sa carcasse métallique qui supporte des pressions de gonflage plus élevées.
- La souplesse des flancs d'un pneu radial procure aussi un plus grand confort.
- La ceinture radiale apporte une meilleure résistance aux agressions et aux perforations

Des performances qui transforment celles des machines

La conception radiale inventée et parfaitement maîtrisée par Michelin permet d'augmenter sensiblement la productivité des machines de Génie Civil. Celle-ci nécessite un constant arbitrage entre les facteurs suivants : charge, vitesse, efficacité opérationnelle des engins, longévité des pneus, sécurité des opérateurs...

Les entreprises qui essaient les pneus radiaux Michelin reviennent très rarement au pneu conventionnel, tant il est difficile de renoncer à ces avantages.



La structure radiale permet de dissocier le travail du sommet de celui des flancs



Utiliser un pneu radial réduit aussi la consommation de carburant et l'empreinte environnementale.

Le pneu radial tubeless : des qualités remarquables

Constitution

Le pneu radial tubeless est monté sans chambre à air, avec une jante spéciale munie d'une valve appropriée. Extérieurement, ce pneu se présente comme un pneu avec chambre («tube type») et sa structure radiale reste identique. Une couche de gomme spéciale (butyl) a été intégrée à l'intérieur du pneu pour en assurer l'étanchéité. Dans certains cas et après avoir consulté votre représentant Michelin, il est possible de monter des pneus tubeless avec chambre à air.

De nombreux avantages

- réduction des mises à plat brutales : un dégonflage lent laisse le temps de rejoindre l'atelier de maintenance pour réparation ;
- plus grande facilité de montage (absence de chambre) ;
- allègement de la masse tournante.

Galerie de portraits



**PNEU MICHELIN®
XZR**

Ex : 6.00 R 9

Diamètre : 530 mm (28.87 in)
Masse : 12 kg environ (26 lb)

Manutention industrielle
et aéroportuaire



**PNEU MICHELIN®
XZM2™+**

Ex : 18.00 R 33

Diamètre : 1.841 mm (72.48 in)
Masse : 500 kg environ (1,102 lb)

Manutention portuaire



**PNEU MICHELIN®
X-CRANE®**

Ex : 445/95 R 25

Diamètre : 1.485 mm (58.46 in)
Masse : 185 kg environ (408 lb)

Grue - Travaux Publics



**PNEU MICHELIN®
X-SUPER TERRAIN**

Ex : 29.5 R 25

Diamètre : 1.858 mm (73.15 in)
Masse : 575 kg environ (1,268 lb)

Dumper articulé - Travaux Publics



**PNEU MICHELIN®
XHA® 2**

Ex : 20.5 R 25

Diamètre : 1.486 mm (58.50 in)
Masse : 215 kg environ (474 lb)

Chargeuse - Travaux Publics et carrières



**PNEU MICHELIN®
X-TRACTION™**

Ex : 27.00 R 49

Diamètre : 2.737 mm (107.76 in)
Masse : 1.280 kg environ (2,822 lb)

Dumper rigide - Carrières



**PNEU MICHELIN®
XMINED2**

Ex : 60/80 R 57

Diamètre : 3.949 mm (155.47 in)
Masse : 5.910 kg environ (13,029 lb)

Chargeuse - Mines



**PNEU MICHELIN®
XDR™2**

Ex : 59/80 R 63

Diamètre : 4.028 mm (158.58 in)
Masse : 5.360 kg environ (11,817 lb)

Dumper rigide - Mines

Classification des pneumatiques

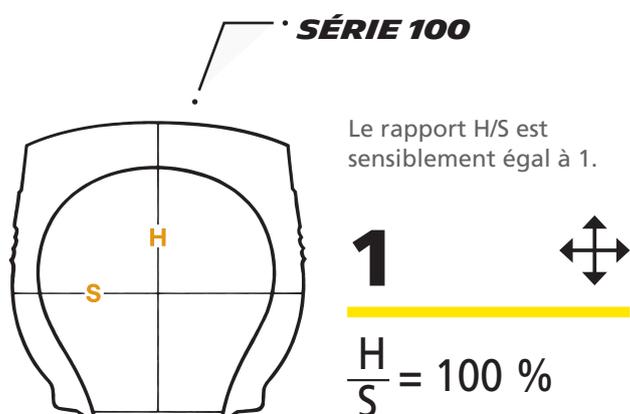
Selon leur rapport d'aspect

La grande diversité des machines Génie Civil et de leurs usages nécessite de développer de nombreuses gammes de pneumatiques.

Les pneus Génie Civil se distinguent des pneumatiques équipant les véhicules de tourisme ou commerciaux par :

- leur taille et leur masse ;
- des profondeurs de sculpture proportionnellement plus importantes ;
- des renforts plus nombreux pour répondre à des conditions d'utilisation plus agressives.

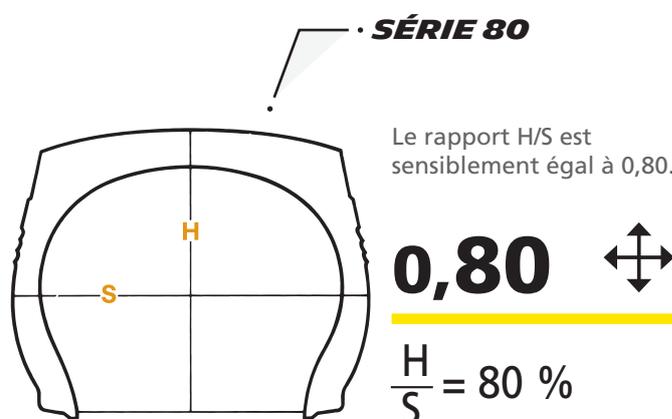
Il existe plusieurs familles de pneus Génie Civil, caractérisées par leur rapport d'aspect H/S (rapport entre la hauteur du flanc H et la largeur du pneu S).



La largeur de section est exprimée en nombre entier et en centièmes de pouces.

Exemples : 5.00 R 8, 18.00 R 33

Pneus pour camions rigides, engins de manutention...

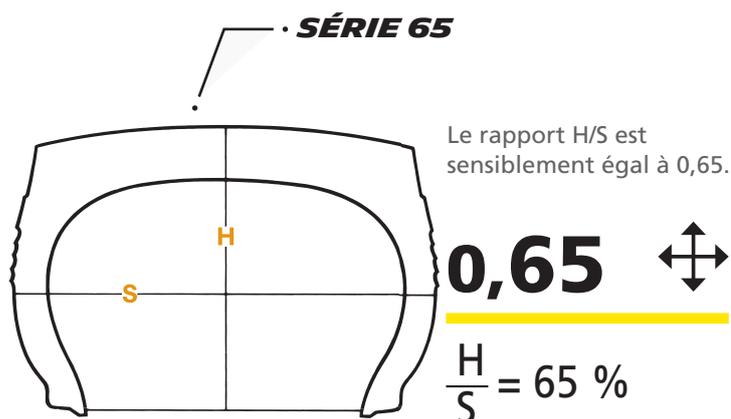


La largeur de section est exprimée en :

- pouces et fraction de pouces
Exemples : 8.25 R 15, 20.5 R 25

- nombre entier de pouces, suivi du nombre 80
Exemple : 59/80 R 63

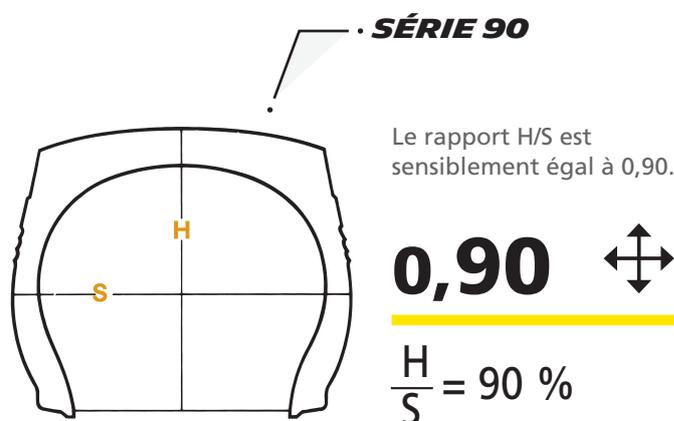
Pneus pour camions rigides, tombereaux articulés, chargeuses, engins de manutention...



La largeur de section est exprimée en nombre entier de pouces, ou en nombre entier de millimètres, suivi du nombre 65.

Exemples : 35/65 R 33, 750/65 R 25

Pneus pour grosses chargeuses, camions articulés...



La largeur de section est exprimée en nombre entier de pouces suivi du nombre 90.

Exemple : 50/90 R 57

Pneus pour camions rigides

D'autres séries de pneus existent : séries 95, 75, etc.

/// Selon les codes d'usage normalisés (ISO-ETRTO-TRA-JATMA)#

Les quatre grandes catégories de pneumatiques Génie Civil sont définies par leur usage ; l'appartenance à l'une d'entre elles est indiquée sur le flanc du pneu.

Cette classification est internationale :

- C** Compactor (compacteur)
- G** Grader (niveleuse)
- E** Earthmoving (transport)
- L** Loader and bulldozer (chargeuse et pousseur)

| ISO : International Standard Organisation
ETRTO : European Tire and Rim Technical Organisation
TRA : Tire and Rim Association
JATMA : Japan Automobile Tire Manufacturers Association

Outre la capacité de charge, cette lettre indique la condition d'usage et en particulier l'aspect cyclique des conditions de charge/vitesse.

Ainsi pour la lettre E, Transport, la machine transporte une charge du point A au point B et revient au point A à vide.



Grue automotrice équipée de MICHELIN X-CRANE

/// Choisir la sculpture d'un pneumatique en fonction des conditions d'utilisation prévues

À l'intérieur de ces catégories, il existe des profondeurs de sculpture différentes et des formes de sculpture spéciales, adaptées à des usages très spécifiques ; elles sont repérées par un chiffre.

Le choix doit être fait en fonction de la nature prévisible des sols et des conditions d'utilisation probables du pneu.

La lettre «S» caractérise une bande de roulement "smooth", c'est-à-dire lisse.

Exemple: L-5S.

- 1** Lignée (profondeur de sculpture normale)
- 2** Traction (profondeur de sculpture normale)
- 3** Normal (profondeur de sculpture normale)
- 4** Profond (sculpture profonde)
- 5** Très profond (sculpture très profonde)
- 7** Flottation (sculpture normale)

Marquage des pneumatiques

Capacité de charge et code de vitesse

Une même dimension de pneu peut être utilisée sur des engins différents qui requièrent des capacités de charge et des codes de vitesse en lien direct avec leur spécificité.

C'est pourquoi les pneus portent sur leurs flancs des informations concernant leur capacité de charge et leur code de vitesse :

- soit un indice de charge/code de vitesse ;
- soit une ou plusieurs étoile(s) ;
- ou simultanément les deux types de marquage.

Pour une catégorie d'usage, le nombre d'étoiles correspond à une capacité de charge normalisée. Lorsque le nombre d'étoiles augmente, la capacité de charge augmente.

Pour une dimension donnée, la capacité de charge est donnée en associant le nombre d'étoiles à la lettre définissant l'usage (C, E, L, G).

Exemples :

- 26.5 R 25 L3* = capacité de charge : 15.000 kg (33,070 lb) - utilisation de type chargeuse, vitesse lente.

- 26.5 R 25 L3** = capacité de charge : 18.500 kg (40,786 lb) - utilisation de type chargeuse, vitesse lente.

● Cas particulier des pneus diagonaux

Pour ces pneus, l'information sur la capacité de charge est donnée par les lettres PR suivies d'un nombre :

- PR signifie «Ply Rating» ;
- le nombre fait référence à la quantité de nappes textiles intégrées dans la structure du pneu. L'augmentation du nombre de nappes permet une plus forte pression de gonflage et donc une capacité de charge plus importante.

En cas de remplacement d'un pneu diagonal par un pneu radial, le choix peut être réalisé :

- soit en consultant les caractéristiques de la machine ;
- soit en se basant sur le nombre de PR figurant sur le flanc du pneu diagonal. Les techniciens Michelin peuvent aider à lire les tableaux de correspondance qui existent.

● Autres marquages possibles

Les pneus homologués selon les réglementations en vigueur peuvent porter des marquages additionnels.

Exemple : marquage R54 ou DOT



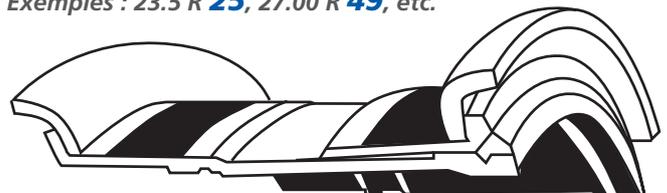
Marquage X-CRANE

● Architectures de zone basse (accrochage roue)

La grande majorité des pneus Génie Civil appartient à la famille des pneus «seat coincé à 5°».

La dimension du diamètre de jante est donnée en « nombre entier ».

Exemples : 23.5 R **25**, 27.00 R **49**, etc.

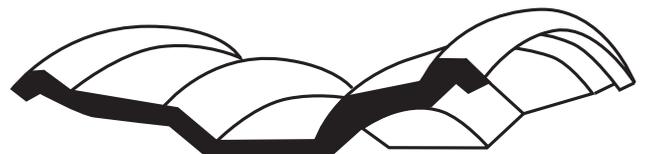


Jante « Seat conique à 5° »

Certains pneus s'apparentent aux pneus Poids Lourds et appartiennent à la famille de pneus « seat conique à 15° ».

La dimension du diamètre de jante est donnée en « demi d'un nombre décimal ».

Exemple : 310/80 R **22.5**



Jante « Seat conique à 15° »



BON À SAVOIR

Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances générales en matière de pneumatiques Génie Civil.

Tables des indices de capacité de charge (LI) et des codes de vitesse (SS)

L'indice de capacité de charge (LI) est un code numérique associé à la charge maximale qu'un pneu peut porter à la vitesse indiquée par son code de vitesse et dans les conditions d'utilisation spécifiées.

LI	LIMITE DE CHARGE		LI	LIMITE DE CHARGE		LI	LIMITE DE CHARGE		LI	LIMITE DE CHARGE		LI	LIMITE DE CHARGE	
	KG	LB		KG	LB		KG	LB		KG	LB		KG	LB
120	1 400	3 090	150	3 350	7 390	180	8 000	17 640	210	19 000	41 890	240	45 000	99 210
121	1 450	3 200	151	3 450	7 610	181	8 250	18 190	211	19 500	43 000	241	46 250	101 960
122	1 500	3 310	152	3 550	7 830	182	8 500	18 740	212	20 000	44 100	242	47 500	104 720
123	1 550	3 420	153	3 650	8 050	183	8 750	19 290	213	20 600	45 420	243	48 750	107 470
124	1 600	3 530	154	3 750	8 270	184	9 000	19 840	214	21 200	46 750	244	50 000	110 250
125	1 650	3 640	155	3 875	8 540	185	9 250	20 390	215	21 800	48 070	245	51 500	113 540
126	1 700	3 750	156	4 000	8 820	186	9 500	20 940	216	22 400	49 390	246	53 000	117 950
127	1 750	3 860	157	4 125	9 090	187	9 750	21 500	217	23 000	50 700	247	54 500	120 150
128	1 800	3 970	158	4 250	9 370	188	10 000	22 050	218	23 600	52 040	248	56 000	123 480
129	1 850	4 080	159	4 375	9 650	189	10 300	22 710	219	24 300	53 580	249	58 000	127 890
130	1 900	4 190	160	4 500	9 920	190	10 600	23 370	220	25 000	55 120	250	60 000	132 300
131	1 950	4 300	161	4 625	10 200	191	10 900	24 030	221	25 750	56 780	251	61 500	135 580
132	2 000	4 410	162	4 750	10 470	192	11 200	24 690	222	26 500	58 430	252	63 000	138 890
133	2 060	4 540	163	4 875	10 750	193	11 500	25 360	223	27 250	60 070	253	65 000	143 300
134	2 120	4 670	164	5 000	11 020	194	11 800	26 020	224	28 000	61 740	254	67 000	147 710
135	2 180	4 810	165	5 150	11 350	195	12 150	26 790	225	29 000	63 940	255	69 000	152 120
136	2 240	4 940	166	5 300	11 690	196	12 500	27 560	226	30 000	66 150	256	71 000	156 530
137	2 300	5 070	167	5 450	12 020	197	12 850	28 330	227	30 750	67 790	257	73 000	160 930
138	2 360	5 200	168	5 600	12 350	198	13 200	29 100	228	31 500	69 460	258	75 000	165 340
139	2 430	5 360	169	5 800	12 790	199	13 600	29 990	229	32 500	71 660	259	77 500	170 660
140	2 500	5 510	170	6 000	13 230	200	14 000	30 870	230	33 500	73 870	260	80 000	176 400
141	2 575	5 680	171	6 150	13 560	201	14 500	31 970	231	34 500	76 070	261	82 500	181 880
142	2 650	5 840	172	6 300	13 890	202	15 000	33 070	232	35 500	78 280	262	85 000	187 390
143	2 725	6 010	173	6 500	14 330	203	15 500	34 180	233	36 500	80 480	263	87 500	192 900
144	2 800	6 170	174	6 700	14 770	204	16 000	35 280	234	37 500	82 690	264	90 000	198 450
145	2 900	6 390	175	6 900	15 210	205	16 500	36 380	235	38 750	85 430	265	92 500	203 920
146	3 000	6 610	176	7 100	15 650	206	17 000	37 480	236	40 000	88 200	266	95 000	209 440
147	3 075	6 780	177	7 300	16 090	207	17 500	38 590	237	41 250	90 940	267	97 500	214 950
148	3 150	6 950	178	7 500	16 530	208	18 000	39 690	238	42 500	93 710	268	100 000	220 500
149	3 250	7 170	179	7 750	17 090	209	18 500	40 790	239	43 750	96 470	269	103 000	227 370

(LI : Load Index = indice de capacité de charge)

Le code de vitesse indique la vitesse maximale à laquelle un pneu peut porter une charge correspondant à son indice de charge.

CODE	A2	A3	A4	A5	A6	A8	B	C	D	E	F	G
vitesse (km/h)	10	15	20	25	30	40	50	60	65	70	80	90
vitesse (mph)	6	9	12	15	19	25	31	37	40	43	50	56

● Exemple de marquages LI/SS^(#)

445/95 R 25 TL 174F

Charge maximale de 6.700 kg (174) pour une vitesse de 80 km/h (F) - (soit 14,770 lb (174) pour 50 mph (F)).

Cette charge peut être constante tout au long de l'utilisation du pneumatique.

23.5 R 25 TL 185B CYCLIC

Charge maximale de 9.250 kg (185) pour une vitesse de 50 km/h (B) - (soit 20,390 lb (185) et 31 mph (B)).

Le terme CYCLIC indique que les pneus doivent être utilisés avec une charge proche ou égale à la charge correspondante à l'indice de charge sur la moitié du cycle et avec une charge très inférieure sur l'autre moitié.

LI : Load Index, SS : Speed Symbol = code de vitesse



Lire le flanc d'un pneu pour tout connaître sur lui !



PNEU 35/65 R33
MICHELIN®
X MINE® D2

- 1 Largeur de section nominale du pneu (en pouces) : 35
- 2 Série du pneu : H/S = 0.65
- 3 Structure radiale : R
- 4 Diamètre de la roue recommandée (en pouces) : 33
- 5 Indice de capacité de charge du pneu : **
- 6 Type d'usage : chargeuse (L) avec grande profondeur de sculpture (5)
- 7 Pneu radial
- 8 Pneu pour chargeuse (loader)
- 9 Pneu tubeless
- 10 Manufacturier MICHELIN
- 11 Forme de sculpture : X MINE® D2



PNEU 280/75 R 22.5
MICHELIN® X TERMINAL T™
TL 168 A8

- Structure Radiale
- Largeur de section nominale du pneu (en mm) : 280
- Série du pneu : H/S = 0,75
- Diamètre intérieur de la jante (en pouces) : 22.5
- Tubeless
- Marque : MICHELIN
- Forme de sculpture : X TERMINAL-T™

- 12 Vitesse maximale = 40 km/h (25 mph)
- 13 CYCLIC
- 14 - Indice de capacité de charge du pneu : 168
- Code vitesse de référence du pneu : A8
- 15 Pneu antistatique



PNEU
33.00 R 51
MICHELIN®
XDR² E4R TL **

- Radial Structure Radiale
- Largeur de section nominale du pneu (en pouces) : 33
- Diamètre intérieur de la jante (en pouces) : 51
- Tubeless
- Marque : MICHELIN
- Forme de sculpture : XDR2
- Code d'identification : E4 (transport, sculpture "profonde")
- Capacité de charge : **

MANUTENTION ET STOCKAGE DES PNEUS

20 INTRODUCTION

21 MANUTENTION DES PNEUS :
DES PRÉCAUTIONS INDISPENSABLES
POUR ASSURER L'INTÉGRITÉ DES PNEUS

23 STOCKAGE DES PNEUS :
DES CONDITIONS À RESPECTER
POUR LES PRÉSERVER



MANUTENTION ET STOCKAGE

Manipuler et stocker les pneus Génie Civil dans de bonnes conditions ne doit rien au hasard.

Les pneus Génie Civil présentent une large diversité de dimensions et de poids allant jusqu'à des tailles extrêmes, qui conditionnent le type de manutention à adopter.

Les méthodes de manutention doivent être adaptées à ces pneumatiques pour préserver leurs performances.

L'utilisation d'engins spécifiques est généralement nécessaire.

Le stockage demande la même rigueur.

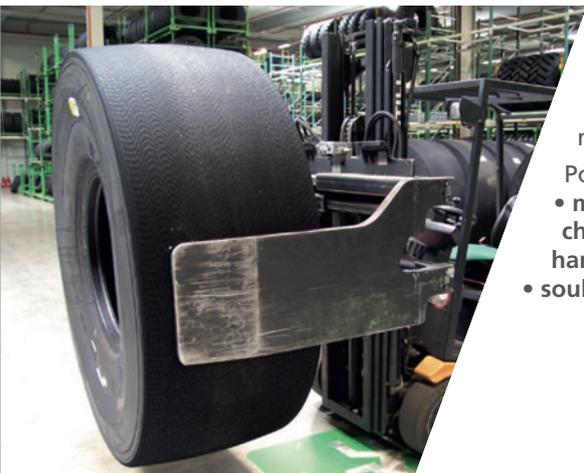
Une véritable organisation, des dispositions adéquates sont essentielles pour garantir l'intégrité des pneus, tout particulièrement face aux agressions climatiques.



Un pneu préservé est un pneu qui dure plus longtemps, en toute sécurité.

Sécurité, longévité et économie d'énergie sont des valeurs clés pour Michelin qui expose dans ce chapitre les recommandations majeures relatives à ces trois aspects connexes de la vie du pneu.

Manutention des pneus : des précautions indispensables pour assurer l'intégrité des pneus



Un serrage excessif peut déformer le pneu

La manutention des pneumatiques nécessite le respect de méthodes précises. Ne pas les appliquer risque de causer aux pneus des dommages irréparables, voire être source de dangers.

Le bourrelet est à ce titre une partie sensible du pneu. Endommagé lors des manutentions, il peut conduire à une mise aux déchets prématurée du pneumatique.

Pour limiter les risques :

- manutentionner de préférence avec des engins adaptés à ce type de travail : chariot élévateur, chargeuse ou grue équipée d'une pince à pneu (« tyre handler ») ou de sangles textiles;
- soulever le pneu par la bande de roulement.



Attention !
Un serrage excessif ou une manipulation par le bourrelet peut déformer irrémédiablement le pneu et empêcher son montage sur jante.



Si soulever et manipuler le pneu par les bourrelets est la seule possibilité, utiliser alors :

- de préférence des sangles textiles larges (élingues métalliques et chaînes proscrites à cause des risques de détérioration des talons) ;
- ou, à la rigueur, un chariot élévateur équipé d'un éperon de gros diamètre (fixé à la place de la fourche). Dans ce cas, attention aux risques de blessure aux flancs !



Une manipulation inadéquate peut causer des dégâts irréparables

Consignes de manutention des pneus Génie Civil MICHELIN à l'aide de moyens mécaniques



Les pneumatiques MICHELIN sont conçus pour apporter à nos clients la meilleure réponse à leurs besoins en fonction de leurs conditions d'utilisation.

Mais entre nos usines et le montage sur les engins, nos pneumatiques parcourent parfois des milliers de kilomètres, empruntant divers moyens de transports.

Au cours de ce périple, la mauvaise manipulation d'un pneumatique peut lui causer des dommages irréparables, le rendant inutilisable avant même sa mise en service !

Voici nos préconisations

Outils	Autorisé	Interdit
 <p>Palan</p>	<p>Elingues textiles plates (ou sangles), passant dans le trou du pneu ou ceinturant la bande de roulement</p> 	<p>Elingues métalliques, chaînes, câbles ou cordes, crochets</p> 
 <p>Fourches</p>	<p>Pneu posé sur fourches (à plat ou verticalement)</p> 	<p>Fourches passées dans le trou du pneu</p> 
 <p>Pincers à ergots</p>	<p>Par la bande de roulement (attention aux blessures pouvant être causées par les ergots)</p> 	<p>Par le flanc</p>
 <p>Pincers lisses</p>	<p>Par la bande de roulement, toléré par le flanc</p> 	
 <p>Eperon</p>	<p>Fixe ou mobile, passé dans le trou du pneu</p> 	

Un rappel de consigne est apposé sur chaque pneu concerné selon le modèle ci-dessous.



Merci de respecter ces préconisations



855 200 507 RCS Clermont-Ferrand - Edition 7403 (12-04) - Réf. 0508796



Chargeuse à pince



Positionnement avec sangles

Stockage des pneus : des conditions à respecter pour les préserver



Respecter les règles de stockage

Les gommages du pneu, à base de caoutchouc, sont sujettes à un vieillissement naturel.

Pour que le stockage ne nuise pas à la durée de vie du pneu, il doit être réalisé dans des conditions spécifiques, et être limité dans le temps.

Stockage intérieur et extérieur : des règles à suivre différentes.

Le stockage intérieur, particulièrement recommandé.

- L'humidité, les températures élevées comme les variations importantes de température, la lumière sont des facteurs d'accélération du vieillissement de la gomme ; facteurs renforcés dans les régions très ensoleillées et/ou exposées à de fréquents orages (présence d'ozone).

- La zone de stockage doit être assez vaste pour que les engins de manutention puissent circuler sans risque de frottements ou de chocs contre les pneus.

Les pneumatiques doivent donc être entreposés dans des bâtiments fermés et secs.

Le stockage extérieur, possible sous certaines conditions.

Il faut respecter les conditions suivantes :

- durée maximale de 4 mois pour un stockage extérieur ;
- sol propre et bien drainé, sans aspérité de nature à endommager les pneus. Éviter les terrains herbeux ou boueux ;
- pas de stockage à proximité de matières pulvérulentes, de produits inflammables ou d'agents polluants (huile, graisse, hydrocarbures...)
- pneus éloignés des postes de soudure électrique, des chargeurs de batteries et, en général, de toute source de production d'ozone (centrale électrique, transformateurs, etc.) ;
- couverture conseillée avec des bâches opaques, sous réserve d'une bonne aération pour éviter toute condensation.



Stockage semi-extérieur



Stockage extérieur



Dans les pays où la présence de serpents est habituelle, faire très attention à ce qu'ils ne soient pas cachés à l'intérieur des pneus, en cas de stockage à l'air libre.

Modalités de stockage des pneus :
différentes en fonction de la dimension des pneus.

SECTION DU PNEU	VERTICAL	INCLINÉ	OLYMPIQUE	HORIZONTAL
	sur la bande de roulement	sur une épaule	rang supérieur : incliné rang inférieur : vertical	sur flanc
< 355 mm (14")	OUI	OUI	OUI	≤ 2 m* (2.2 yd)
355 < pneu ≤ 680 mm (14" to 27")	OUI	OUI	OUI < seat 35"	≤ 3,8 m* (4.2 yd)
> 680 mm (27")	OUI	NON	NON	≤ 3,8 m* (4,2 yd)

* Risque de difficulté de gonflage en cas de stockage prolongé (supérieur à 1 mois), utiliser les pneus en FIFO (First In, First Out)



Stockage vertical



Stockage incliné



Stockage olympique



Stockage horizontal



Tout pneu monté sur jante doit être stocké à une pression maximale d'environ 200 kpa (2 bars, 29 PSI).

Modalités de stockage des produits associés :
chambres à air, flaps et joints

- Les chambres à air doivent être stockées dans leur emballage d'origine pour éviter qu'elles ne soient exposées à la lumière.
- Les flaps se stockent à plat sur étagères, à l'abri de la poussière, de l'humidité et de toute pollution à base de graisses.

- Les joints, généralement livrés avec les pneus (à l'intérieur de sachets plastiques fermés), ne doivent pas y séjourner lors du stockage. Les entreposer à l'abri de la lumière. Éviter tout risque d'écrasement ou de déformation, nuisibles à l'étanchéité du pneu lors du montage sur jante.



Ne jamais suspendre les flaps.

Conditions de stockage intérieur : des règles de sécurité incendie à respecter.

Les pneus sont des produits combustibles ; ils sont donc soumis à des réglementations en matière de stockage et de protection contre les risques d'incendie.

Se conformer strictement aux règlements en vigueur dans le pays, voire dans la localité du lieu de stockage.

Précautions de stockage en fonction des moyens d'extinction incendie

Les pneus doivent être stockés en îlots d'une surface maximale de 500 m² (0.12 acre). La hauteur maximale de la pile de pneus doit tenir compte des capacités des équipements d'extinction incendie du site. Toute zone de stockage doit être à au moins 20 m (22 yd) du bâtiment le plus proche.

● Équipements de lutte contre les incendies

- L'équipement minimal consiste en un extincteur positionné tous les 25 mètres pour 220 m² (27 yd pour 0,05 acre). Veiller à ce qu'il soit accessible.
- Pour des superficies plus importantes, des Robinets Incendie Armés (RIA) sont souhaitables.
- Pour des surfaces de grande capacité, un équipement d'arrosage avec détection automatique (type Sprinkler) est recommandé, voire obligatoire.
- Les produits extincteurs utilisés ne doivent pas être nocifs pour le caoutchouc afin d'éviter tout sinistre en cas de déclenchement intempestif du système d'arrosage ; le meilleur agent extincteur reste l'eau.

● Consignes d'évacuation

- Les consignes d'évacuation des bâtiments doivent être clairement affichées.
- En complément, la pratique régulière d'exercices d'évacuation est recommandée.

● Communication «Sécurité» sur les lieux de travail

Pour informer et sensibiliser chacun en matière de sécurité autour du pneu, Michelin propose des kits de communication « Sécurité ».

Ils comprennent, par exemple, un tableau mural d'information et un livret sécurité. Ces kits sont disponibles sur demande auprès des techniciens Michelin.

● Étiquette de sécurité

Tous les pneus Génie Civil portent sur leur bande de roulement (aux États-Unis) ou sur leur flanc (dans tous les autres pays du monde) une étiquette rappelant les précautions de base.



BON À SAVOIR

Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances en matière de manipulation et d'entretien des pneumatiques. Les techniciens Michelin peuvent les présenter sur demande.

FEUX DE PNEUS ET PRÉVENTION

28 INTRODUCTION

29 TYPES DE FEU AUXQUELS UN PNEU
PEUT-ÊTRE SOUMIS

30 INFLAMMATION D'UN PNEU NON MONTÉ

30 INFLAMMATION D'UN PNEU MONTÉ
ET GONFLÉ

31 ÉTEINDRE UN FEU DE PNEUS

32 PRÉVENIR ET FORMER

33 COMMENT RÉDUIRE LES RISQUES
DE FEUX DE PNEUS EN EXPLOITATION ?



FEUX DE PNEUS ET PRÉVENTION

Par la nature de ses composants, le pneu est officiellement classé comme « Produit combustible ».

Dans ses paramètres de combustion, il est assimilable à du charbon.

Ces feux de pneus sont de types différents dont certains très difficiles à déceler, les feux internes par exemple.

Les fumées sont potentiellement toxiques.

À savoir :

- *Pour des raisons différentes, en stockage comme en roulage, un pneu peut prendre feu.*
- *Un feu de pneu peut aussi être déclenché par un apport extérieur d'énergie, qu'il soit naturel (foudre) ou le fait d'autres circonstances (arcs électriques) ou encore conséquence d'une intervention humaine.*

PRÉVENTION ET FORMATION : deux actions primordiales

Un feu de pneus est difficile à éteindre.

Un pneu peut même exploser jusqu'à huit heures après le feu.

Consignes et procédures à mettre en oeuvre sont donc à suivre avec la plus grande rigueur.

LES « BONNES PRATIQUES »

En dernière page de ce chapitre sont résumés les conseils pour réduire les risques de feux de pneus en exploitation.

Types de feu auxquels un pneu peut-être soumis



Un feu de pneus dégage beaucoup de fumées...



... et met longtemps pour être éteint.



Plus de 3000 litres d'eau pour éteindre une tonne de pneus



Incendie dû à la surchauffe des freins

Feu de surface

Combustion à la surface de la bande de roulement ou des flancs, provoquée par une source extérieure de chaleur.

Feu interne

Combustion des gommages intérieures suite à un échauffement trop important du pneu en roulage. Le feu est alors indétectable.

Les accumulations de gaz inflammables (gaz d'hydrocarbure et oxyde de carbone) issus d'une combustion incomplète peuvent générer un risque d'explosion.

Auto-inflammation

Combustion survenant lorsque le pneu est en contact ou à proximité immédiate d'une source de chaleur élevée.

Sources extérieures d'énergie : foudre et arcs électriques

Foudre : susceptible de toucher tous les véhicules, au parking comme au roulage.

Arcs électriques : éviter le passage sous des lignes à haute tension ; ne pas rouler sur des lignes électriques posées au sol.

La foudre et les arcs électriques affectent tous les pneus proches du point d'impact. Ceux-ci doivent être systématiquement démontés et détruits.

Des jantes/roues touchées par un foudroiement doivent être impérativement et attentivement inspectées par des techniciens qualifiés avant une éventuelle remise en service. Dans le doute, la destruction s'impose.



Attention à la foudre



Se tenir à l'écart des lignes à haute-tension

Inflammation d'un pneu non monté

Des fumées potentiellement toxiques

Les principaux composants des fumées d'incendie de pneus sont :

- des gaz, principalement monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO₂), dioxyde de soufre (SO₂) mais aussi certains composés azotés (NO, NO₂...), aldéhydes, hydrocarbures, acides halogénés, etc. ;
- des suies (fines particules de carbone) à l'origine d'importantes fumées noires qui s'apparentent à des fumées d'hydrocarbures.

La composition des fumées dépend des conditions de combustion : la proportion de monoxyde de carbone est inversement proportionnelle à la température et à l'apport en oxygène.



Les fumées de pneus remplis de solides en polyuréthane sont particulièrement toxiques (voir le chapitre « Inserts et solides de remplissage »).

L'inhalation de fumées issues de la combustion de pneumatiques est dangereuse

Les fumées de pneus présentent un risque lorsqu'elles sont inhalées à de fortes concentrations.

Elles peuvent alors provoquer :

- l'irritation et l'encombrement des voies aériennes supérieures et des poumons (à cause de la suie) ;
- des suffocations dues aux produits irritants (vapeurs acides provenant de composés sulfurés et azotés) ;
- des intoxications au monoxyde de carbone pouvant, à forte concentration, provoquer des troubles divers allant jusqu'au coma ou au décès par asphyxie.

Inflammation d'un pneu monté et gonflé

Un apport de chaleur peut, par accident, négligence ou du fait du hasard, déclencher un feu interne, indétectable :

- soudure sur une jante montée avec un pneu (même non gonflé) ;
- freins surchauffés ;
- feux de l'engin sur lequel le pneu est monté ;

- foudroiement ;
- arc électrique : proximité de lignes électriques à haute tension, contact avec des câbles électriques (y compris s'ils reposent sur le sol) ;
- contact direct avec des sources extérieures de chaleur (flamme, scories chaudes, etc.).



**> Attention au risque de feu interne, indétectable !
> Pendant ou après un feu, un pneu peut éclater à n'importe quel moment.
Des explosions ont été rapportées jusqu'à huit heures après qu'un feu de pneu ait été éteint.**

Éteindre un feu de pneus

Les feux de pneus sont difficiles à éteindre complètement

Les pompiers ventilent fortement ce type de feu afin d'évacuer les fumées, ce qui en ralentit l'extinction.

La quantité d'eau nécessaire pour éteindre un feu de pneumatiques est importante : plus de 3.000 litres / tonne de pneus (800 gal / us ton).



Ne pas essayer d'éteindre un feu de pneus avec un extincteur

Que faire après un feu de pneus ?



Après extinction du sinistre, mettre les pneus aux déchets

Attendre 24 heures après l'extinction du feu avant d'intervenir sur le site :

- dégonfler tous les pneus concernés, les mettre aux déchets en respectant les réglementations en vigueur, et ferrailer les roues ;
- ne pas oublier d'inspecter avec attention les pneus apparemment indemnes mais qui, par leur proximité du sinistre, sont susceptibles d'avoir été touchés.

Tout pneu visuellement abîmé, ou pour lequel un doute est possible, doit être détruit.



L'inhalation des fumées issues de la combustion de pneumatiques peut être dangereuse

Prévenir et former

Tout site utilisant des pneus Génie Civil doit :

- formaliser (et mettre à jour) les procédures à suivre et les conduites à adopter en cas de feu ;
- tenir à disposition du personnel d'intervention l'équipement de secours nécessaire pour combattre un feu de pneus ;
- former le personnel travaillant sur le site ;
- procéder périodiquement à des exercices incendie ;
- vérifier régulièrement l'équipement de secours.

Conduite à tenir en cas de feu : premiers gestes et alertes

L'opérateur de l'engin doit :

- respecter les procédures et consignes en vigueur sur le site ;
- conduire sa machine sur une aire isolée, activer le frein de stationnement et arrêter le moteur ;
- enclencher le système d'extinction équipant la machine (si disponible) ;
- évacuer la machine, du côté opposé au feu. S'éloigner d'au moins 200 mètres (220 ya), distance néanmoins minimale pour assurer une totale sécurité en cas d'éclatement d'un pneu ;
- avertir le responsable du site et attendre l'arrivée du personnel de secours ;
- ne pas bloquer les voies d'accès, à moins d'en avoir reçu la consigne.

Le responsable d'équipe doit :

- alerter les pompiers et les diriger pour accéder rapidement sur les lieux du sinistre ;
- évacuer et sécuriser les environs du feu ;
- lorsque le feu est complètement éteint, maintenir un dispositif de surveillance à distance et s'assurer que personne ne s'approche de la machine pendant 24 heures ;
- analyser les causes du sinistre, en tirer les conclusions qui s'imposent et, le cas échéant, modifier le plan d'entretien des machines.



Un feu de pneus est très difficile à éteindre complètement.



Comment réduire les risques de feu de pneus en exploitation ?



*Voici une liste non exhaustive de « **bonnes pratiques** » qui peuvent contribuer à diminuer les risques d'incendie ou d'explosion de pneus.*

- **Utiliser des pneus adaptés à l'application.**
Consulter le fabricant concernant leurs limites de charge et de vitesse.
- Lors du montage, **ne pas vaporiser dans le pneu de produits contenus dans des bombes aérosol**, et s'assurer qu'aucun corps étranger n'y ait été laissé par inadvertance (cales en bois par exemple).
- Si le gonflage est réalisé à l'air, **s'assurer qu'aucune vapeur inflammable** (alcool, liquides stockés à proximité) **ne soit aspirée par le compresseur** (risque de transfert dans le pneu).
- **Gonfler les pneus** et faire les **ajustements de pression**, à l'azote plutôt qu'à l'air.
- **Maintenir la pression de gonflage** au niveau recommandé par le fabricant.
- **Équiper les machines d'un système de contrôle à distance de la pression des pneus** (TPMS).
- **Équiper les machines d'un système automatique d'extinction de feu.**
- **Ne jamais chauffer ou souder la jante sans avoir préalablement démonté le pneu.**
- **Tracer des pistes** en évitant les fortes déclivités et les virages resserrés afin de réduire l'échauffement des freins de la machine ; **adapter la vitesse en fonction de la piste.**

ATELIER DE MAINTENANCE DES PNEUMATIQUES

36 INTRODUCTION

37 ORGANISATION DE L'ATELIER

38 ÉLÉMENTS RELATIFS À LA SÉCURITÉ

39 PLAN TYPE D'UN ATELIER



ATELIER DE MAINTENANCE DES PNEUMATIQUES

*Pour une organisation rationnelle,
quelques grands principes...*

Que l'atelier de maintenance des pneumatiques soit installé chez un revendeur spécialisé ou sur site (mine, carrière, chantier, zone portuaire), son organisation doit répondre aux objectifs suivants :

- permettre de réaliser un travail de qualité ;
- contribuer à la sécurité des opérations de maintenance pneumatique qui y sont réalisées ;
- réduire les manipulations ;
- faciliter l'ordre et la propreté du lieu.

L'organisation décrite ici concerne les ateliers fixes, mais peut facilement être adaptée aux véhicules atelier.

Ces lignes guides sont à adapter en fonction des contraintes de chaque site en matière d'espace et d'organisation du travail.

L'atelier pourra éventuellement comprendre un « espace réparation » dont l'organisation est traitée dans le chapitre « *Réparation des pneus* ».

Organisation de l'atelier



Zone technique d'un atelier pneus dans une mine de surface

Un atelier pneus s'articule généralement autour de trois zones :

> Zone de stockage

Elle est organisée suivant les différentes destinations et les usages : pneus neufs, en attente de maintenance, en attente de remonte (usure partielle), en attente de recyclage, « articles associés », etc.

Chacune des aires doit être clairement identifiée afin d'éviter toute confusion.

Le stockage doit être organisé en respectant les règles présentées au chapitre « *Manutention et Stockage des pneus* ».

> Zone technique

Elle comprend les aires « lavage », « opérations » et « examen » des pneus.

> Zone administrative

Il s'agit du bureau de l'atelier, avec son équipement informatique, ses documentations techniques, les tableaux synoptiques de suivi des véhicules et de leurs pneumatiques, les fichiers pneus, etc.

Une salle destinée au personnel de l'atelier (vestiaire, repas, etc.) et une salle de réunion peuvent compléter cette zone.

Zone de stockage : ordre et identification, deux notions primordiales

● Stockage des pneumatiques

Pour simplifier les manipulations, le stock doit être proche de l'atelier pneus, et l'espace dévolu doit être suffisant pour permettre aux engins de manutention de se déplacer en toute sécurité.



Les pneus en attente d'examen, de réparation, de recreusage, voire de rechapage (ainsi que les pneus en attente de recyclage) doivent être stockés dans des îlots séparés et clairement identifiés.

Autant que possible, la destination des pneus est notée de manière évidente.

Les pneus doivent de préférence être abrités pour empêcher que :

- l'eau, la neige et la poussière ne pénètrent à l'intérieur du pneu ;
- la lumière et le soleil ne dégradent les constituants du pneu.

● Stockage des articles associés

La mise en œuvre de pneumatiques nécessite l'utilisation de nombreux éléments associés : chambres à air, flaps, joints, embases, valves, cercles, anneaux, etc.

Pour garantir leur bon état, il est recommandé de :

- les conserver dans un endroit propre et sec (voir chapitre « *Manutention et Stockage des pneus* ») ;
- les identifier soigneusement ;
- bannir de ce stock tout élément en mauvais état ou de qualité douteuse.

La performance du pneumatique dépend aussi de la mise en œuvre de ces articles. Leur stockage et leur entretien, parfois négligés, peuvent être la cause d'un retrait prématuré du roulage.

Zone technique : affecter des aires dédiées aux différentes tâches

● Aire de lavage

Consacrée au lavage des machines, des roues et des pneus, elle doit être équipée d'un réseau de collecte des eaux usées et, en fonction de la législation locale, doit respecter la réglementation en matière de stockage et d'évacuation de celles-ci.

● Aire de montage / démontage

Plane et bétonnée, elle doit être aménagée pour permettre le calage et le levage des engins, opérations préalables à toute intervention de montage et démontage.

L'espace doit être suffisant pour que les véhicules de manutention puissent évoluer autour des machines immobilisées.

Pour la sécurité des opérateurs, son périmètre doit être matérialisé au sol : peinture, présence de cônes de sécurité à ses extrémités, etc.

Le compresseur est installé à proximité de la zone de gonflage, idéalement dans un local dédié (isolation sonore, absence de polluants volatils).

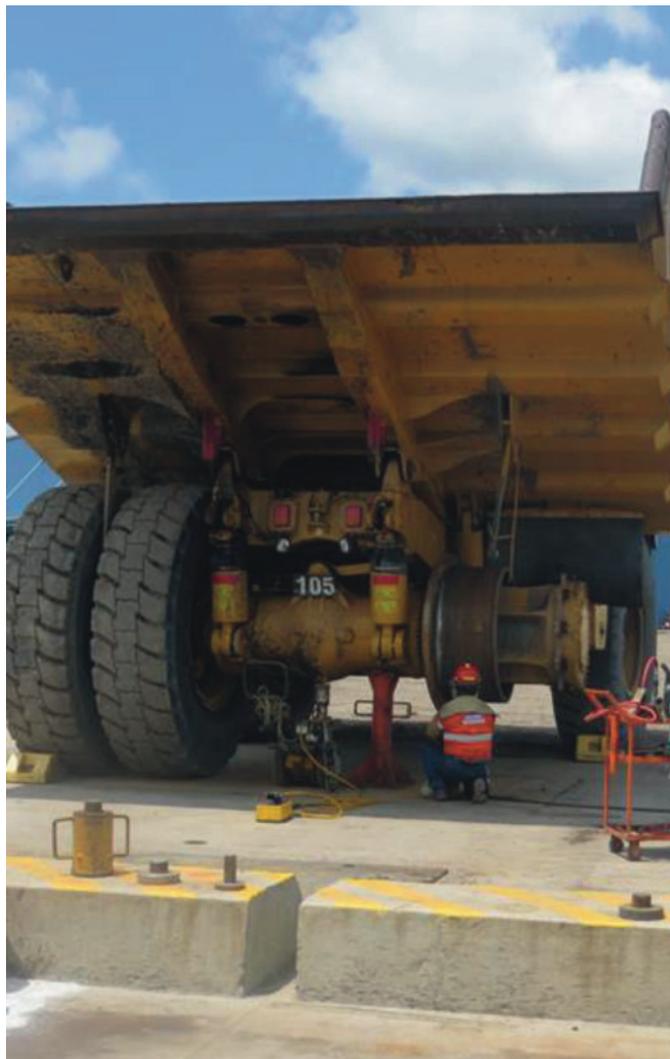
● Aire d'examen

Elle est obligatoirement couverte. L'espace disponible doit permettre la manipulation des plus gros pneus utilisés sur le site (manutention avec un chariot élévateur à pinces ou avec un palan équipé de sangles larges).

Proche de l'aire de montage / démontage, elle dispose :

- d'une excellente luminosité (éclairage naturel et électrique) ;
- de supports permettant d'examiner les pneus (prévoir un bâti capable de recevoir la plus grosse dimension utilisée sur le site) ;
- d'un système de rotation électrique dès que le poids du pneu ne permet plus sa rotation manuelle sur le support.

Le matériel nécessaire est détaillé dans le chapitre « *Examen des pneus démontés* ».



À l'extérieur : aire de montage / démontage

Éléments relatifs à la sécurité

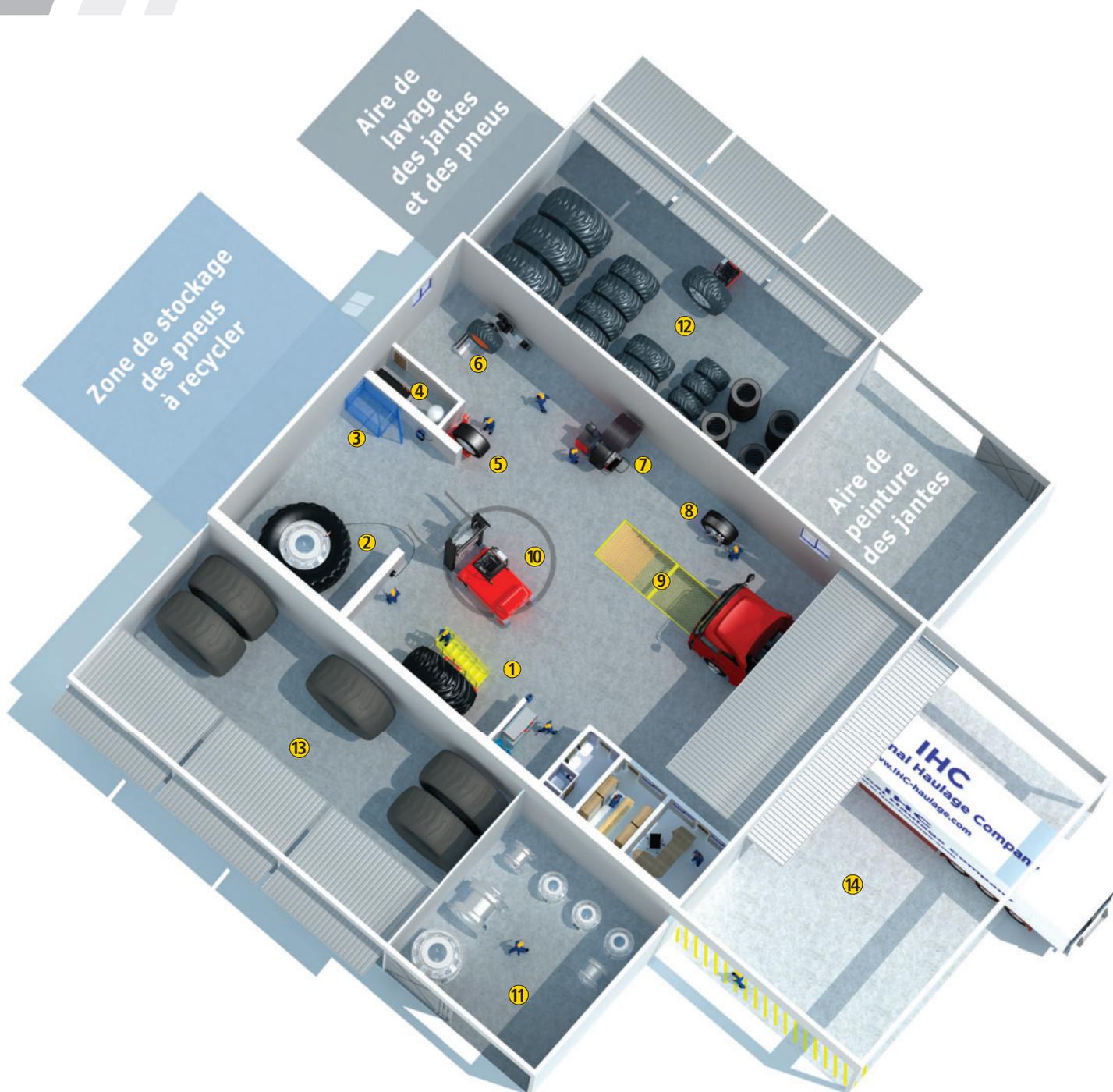
L'équipement de sécurité doit répondre aux éventuelles prescriptions particulières du site, et être conforme aux dispositions légales en vigueur.

Il couvre plusieurs aspects :

- Sécurité et protection des personnes : une trousse de secours doit être disponible et facilement accessible dans le bureau. Il est recommandé d'afficher dans la pièce les consignes de sécurité et les numéros d'appel à utiliser en cas d'urgence.
- Sécurité autour de la manutention et du stockage : voir chapitre « *Manutention et Stockage des pneus* ».

- Sécurité autour des machines : voir le chapitre « *Examen des pneus sur véhicules* ».
- Sécurité en cours de travail de maintenance pneumatique : voir les rubriques Sécurité des chapitres « *Examen des pneus démontés* », « *Montage et démontage* », « *Gonflage et Contrôles de pression* », « *Jumelage* », « *Recreusage* », « *Réparation des pneus* ».
- Sécurité incendie : l'équipement minimal doit comprendre un ou plusieurs extincteurs pour feu de type C (annuellement vérifiés par des techniciens habilités) et une bouche d'incendie. Voir aussi chapitre « *Manutention et Stockage des pneus* ».

Plan type d'un atelier



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin sont à disposition pour assurer un contact avec les spécialistes de l'organisation des ateliers.

- ① Inspection des pneus ≥ 33 pouces
- ② Gonflage des pneus ≥ 33 pouces
- ③ Gonflage des pneus ≤ 29 pouces
- ④ Compresseur
- ⑤ Inspection et réparation à froid des pneus ≤ 29 pouces
- ⑥ Montage des pneus ≤ 29 pouces
- ⑦ Equilibreuse Poids Lourds
- ⑧ Poste de recreusage
- ⑨ Fosse Poids Lourds
- ⑩ Zone de montage et démontage des pneus ≥ 33 pouces
- ⑪ Stockage des jantes remises en état
- ⑫ Stockage des pneus neufs
- ⑬ Stockage des pneus en partie usagés
- ⑭ Zone d'attente et de travail extérieur (éventuellement couverte)

MONTAGE ET DÉMONTAGE

42 INTRODUCTION

43 PRÉCAUTIONS GÉNÉRALES
ET SÉCURITÉ DES OPÉRATEURS

45 OPÉRATIONS DE MONTAGE

47 OPÉRATIONS DE DÉMONTAGE

48 LES DIFFÉRENTES ÉTAPES
DE MONTAGE ET DÉMONTAGE



MONTAGE ET DÉMONTAGE

Un pneu mal monté est un pneu qui s'use plus vite !
Il peut endommager le véhicule qui en est équipé, voire provoquer de graves accidents, parfois mortels.

Le montage et le démontage d'un pneu Génie Civil nécessitent une formation spécifique et une attention toute particulière car la taille des engins, et celle des pneus, rendent potentiellement dangereuse chacune des opérations à réaliser.

C'est pourquoi monter et démonter un pneu Génie Civil relève de la compétence de techniciens connaissant les modes opératoires à suivre ainsi que les précautions à prendre.

Un matériel et des équipements adaptés sont nécessaires.

Précautions générales et sécurité des opérateurs



Précautions relatives au personnel : être formé, respecter les consignes et les modes opératoires !

Le montage doit toujours être réalisé par du personnel formé conformément aux dispositions réglementaires en vigueur dans le pays concerné (lorsque celles-ci existent). Michelin met par ailleurs à disposition de ses clients :

- des modes opératoires recommandés, correspondant aux principales configurations existantes ;
- des e-training permettant aux personnels de ses clients d'avoir accès à des outils d'autoformation ;
- et, partout où ils existent, la liste des organismes agréés à délivrer des formations « Monteur Génie Civil ».

Sécurité avant tout !

Les monteurs doivent porter :

- en permanence les équipements de protection suivants : casque, lunettes de protection, gants, chaussures de sécurité ;
- dans toute la mesure du possible, un gilet fluorescent lorsque l'opérateur travaille à l'extérieur ;
- en fonction des tâches à réaliser : protections auditives (montage, démontage, etc.), masque anti-poussières (nettoyage des jantes, peinture, etc.).

Si l'intervention est assurée sur site par du personnel extérieur, la présence d'une personne attachée aux lieux est souhaitable : elle seule en connaît l'organisation et les consignes de sécurité.

En l'absence de consignes de sécurité propres au site se référer au chapitre « Introduction à la sécurité ».

En fonction de la dimension du pneu et du matériel de manipulation utilisé, intervenir à deux s'avère souvent nécessaire pour réaliser sans danger les différentes opérations.



Vérifier systématiquement l'état des sangles avant utilisation !

Intervenir avec les équipements adaptés

Les interventions sur pneus Génie Civil requièrent généralement l'utilisation d'engins de manipulation pour les déplacer et les positionner.



Dans de très nombreux pays, l'utilisation d'un engin nécessite que l'opérateur soit détenteur d'une qualification officielle pour conduire le matériel concerné.

Utiliser un matériel adapté à la taille et au poids des pneus concernés :
grue ou chariot élévateur, de préférence équipé d'une pince à pneu ou d'un palan muni de sangles.
Pour éviter d'endommager les bourrelets, ne jamais les mettre en contact avec des élingues ou des chaînes.

Sécuriser l'engin avant tout montage ou démontage des pneus

N'intervenir que sur des engins :

- déchargés ;
- stationnés à l'horizontal sur une aire dégagée, stabilisée et propre ;
- frein de parking enclenché et moteur coupé.

Sécuriser les engins en stationnement

- Machines articulées : mettre en place la/les bielle(s) de blocage.
- Tombereaux rigides : utiliser le cadenas de verrouillage (s'il existe).
- Chargeuses : baisser les bras et mettre le godet en appui sur le sol.

Procéder au calage, horizontal et vertical de l'engin.



Engins stationnés sur une aire plane, dégagée, stabilisée et propre



Calage d'une chargeuse

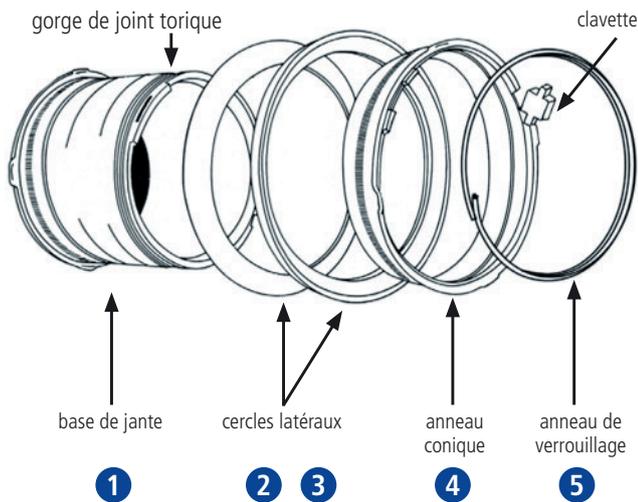


Un serrage trop important du pneu en cours de manutention avec une pince peut le déformer et empêcher ensuite un positionnement correct des talons sur la jante (ou rendre plus difficile son retrait au démontage).

Opérations de montage

Avant tout montage, inspecter chacune des pièces de l'ensemble à monter

- **Le pneu** : vérifier que le pneu n'ait aucune déformation anormale, intérieure ou extérieure ni aucune blessure visible ou potentielle. En cas de blessure avérée ou de doutes, isoler le pneu et le faire inspecter par un technicien habilité.
- **L'ensemble « pneu - jante »** : vérifier leur compatibilité (voir le cas échéant les préconisations du fabricant).
- **La jante** généralement composée d'une base de jante, de cercles latéraux, d'un anneau conique et d'un anneau de verrouillage. Vérifier la compatibilité des différentes pièces et leur état, faire disparaître les traces éventuelles d'oxydation. En cas de déformation ou de craquelures, mettre la pièce concernée aux déchets.
- **Les cercles latéraux** : vérifier que leur hauteur est adaptée à la dimension de l'enveloppe à monter (cf. documentation technique Génie Civil et Manutention, chapitre « Jantes permises »).
- **Un ou deux anneaux de verrouillage** : sa silhouette doit, d'un côté correspondre à celle de la gorge de la jante, et de l'autre à celle de l'anneau conique.
- **L'état des fixations** : vérifier l'état général des crapauds, écrous et goujons ; faire disparaître les traces éventuelles d'oxydation.



Ensemble des pièces constituant une jante 5 pièces



Nettoyer les pièces constitutives de la jante

Lors du montage, suivre systématiquement le mode opératoire conseillé

- Se référer aux instructions du fabricant de roues et/ou aux documents mis à disposition par Michelin : modes opératoires, e-training, etc.
- Lubrifier les zones du pneu qui le nécessitent. Utiliser un produit à base de graisse végétale (type « Graisse Tigre 80 » ou équivalent).
- Positionner les différents composants de la roue et vérifier visuellement leur bon positionnement.

• Dans quel sens monter un pneu ?

- lorsque le pneu comporte un sens de montage (pneu pour grue automotrice principalement), monter le pneu pour que l'inscription «outside vehicle» apparaisse du côté extérieur du véhicule ;
- lorsque le dessin de la sculpture est orienté, monter le pneu la pointe des crampons vers l'avant du véhicule ;
- dans tous les autres cas, le sens de montage est indifférent.

• Remplacer systématiquement :

- le joint torique (de dimension nécessairement adaptée à celles de l'ensemble «pneu – jante») ;
- la valve et son joint voire, si nécessaire, l'embase et la rallonge de valve.

- **Serrer les écrous** en respectant le mode opératoire fourni par le constructeur de l'engin.



Montage du pneu mention « Outside vehicle » visible



Serrer les écrous en suivant les instructions du constructeur



Respecter les modes opératoires est la première des sécurités



Les joints toriques, les joints de valves et les valves elles-mêmes ne se réutilisent jamais !



Une cale en bois oubliée dans un pneu au montage...



Vérifier systématiquement qu'aucun objet ne soit oublié dans le pneu avant son montage. Le risque de crevaison du pneu, voire d'explosion, serait alors important.



... 150 heures plus tard



... 50 mètres (55 yd) plus loin



Les graisses et huiles minérales synthétiques sont à proscrire car elles peuvent détériorer la gomme et provoquer une mise à plat rapide, voire l'éclatement du pneu.

Opérations de démontage

Avant toute intervention sur un pneumatique, dégonflage obligatoire !

Dégonfler est :

- recommandé avant toute intervention, même mineure, sur un pneu ou sur une jante ;
- obligatoire lors d'une intervention sur une monte en jumelée (dégonflage des deux pneus) ou sur une jante bi-flasque (jante dont les 2 parties qui la constituent sont boulonnées entre elles par des fixations différentes de celles qui la maintiennent sur le moyeu de l'engin).

Dégonfler nécessite de respecter une démarche de sécurité :

- plus encore qu'au montage, le port de lunettes et de protections auditives est ici impératif ;
- ne pas se tenir en face de la valve ;
- utiliser un démonte-obus et tenir l'obus en main lors du dévissage.

Lors du démontage, pour gagner du temps, respecter le mode opératoire

- Commencer par laver le pneu tant qu'il est encore sur le moyeu du véhicule.
- Dégonfler le pneu en totalité.
- Utiliser les matériels et outils conseillés : pince à pneu, détalonneur manuel ou hydropneumatique.
- Séparer le pneu de la jante.
- Extraire la jante en poussant en plusieurs points rapprochés pour ne pas déformer la tringle du pneumatique.

Se référer aux instructions du fabricant de roues et/ou aux documents mis à disposition par Michelin : modes opératoires, e-training, etc..



Nettoyer le pneu, 1^{ère} étape de son démontage

Après démontage, vérifier chaque élément avant remise éventuelle en état

- **Le pneu :** repérer les dommages éventuels et les marquer à la craie grasse pour permettre :
 - un repérage aisé lors de la mise en stockage (voir chapitre « Stockage et Manutention ») ;
 - l'inspection du pneu avant réparation ou rechapage (voir chapitres « Réparation des pneus » et « Rechapage des pneus »).
- **Les « jantes » (bases de jantes, cercles latéraux, anneaux coniques et anneaux de verrouillage) :**
 - vérifier l'absence de déformations, fêlures ou cassures ;
 - faire disparaître les traces éventuelles d'oxydation ;
 - repeindre les parties rouillées si nécessaire à l'exception des sièges de la jante.
- **L'embase et la rallonge de valve :** vérification générale d'état avant réutilisation.



Nettoyer et repeindre les parties rouillées du matériel fer



BON À SAVOIR

Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances générales en matière de montage et démontage des pneus Génie Civil.

Les différentes étapes de montage et démontage

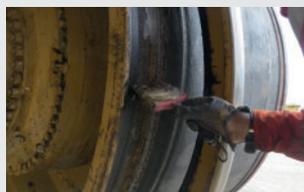
MONTAGE DIRECT (AVEC UNE PINCE À PNEU) D'UN PNEUMATIQUE SUR UNE JANTE 5 PIÈCES.



1 Enlever tout corps étranger



2 Lubrifier les bourrelets



3 Lubrifier la zone conique de l'anneau conique



4 Lubrifier le chanfrein de l'anneau conique



5 Placer le cercle latéral sur un bourrelet



6 Coincer l'anneau conique dans le bourrelet



7 Placer le pneu sur la jante



8 Lubrifier la zone conique du seat de la jante



9 Pousser l'anneau conique avec la pince à pneu



10 Placer un joint neuf



11 Placer l'anneau de verrouillage



12 Gonfler et taper légèrement sur l'anneau de verrouillage



13 Gonfler à la pression de montage, puis ajuster à la pression de travail



14 Vérifier l'étanchéité

BON À SAVOIR

Michelin met à disposition de ses clients des modules e-training présentant les modes opératoires à suivre pour monter des pneus sur les principaux types de jantes existants (et les démonter).

DÉMONTAGE DIRECT (AVEC UNE PINCE À PNEU) D'UN PNEUMATIQUE SUR UNE JANTE 5 PIÈCES.



1 Dévisser le bouchon et l'obus, puis dégonfler



2 Pousser l'anneau conique



3 Extraire l'anneau de verrouillage



4 Extraire le joint de jante



5 Pousser le cercle latéral côté châssis



6 Extraire le pneu de la jante



7 Séparer anneau conique et cercle latéral



8 Enlever anneau conique et cercle latéral

50 INTRODUCTION

51 RÈGLES DE JUMELAGE :
MONTER DES PNEUS AUSSI SEMBLABLES
QUE POSSIBLE

51 CONDITIONS DE RÉALISATION
D'UN JUMELAGE : RESPECTER
RIGOREUSEMENT LES PRÉCONISATIONS

52 L'INSPECTION PÉRIODIQUE DES JUMELAGES :
INCONTOURNABLE !

53 COMMENT LIMITER LES USURES
IRRÉGULIÈRES ?

54 MODES OPÉRATOIRES SPÉCIFIQUES
AU DÉMONTAGE DE PNEUS JUMELÉS



JUMELAGE

C'est le montage de deux pneus sur le même moyeu d'un essieu, pour en doubler la capacité de charge.

Dès lors, les deux pneus d'un jumelage se comportent comme un seul et même pneu. Il faut donc qu'ils soient aussi semblables que possible en terme de taille, de conception que de niveau d'usure.

Cette monte particulière est réservée aux engins dont la fonction même est de porter de lourdes charges (tombereaux rigides, chariots élévateurs frontaux par exemple).

Les opérations de montage et surtout de démontage de jumelés doivent être menées dans le respect de modes opératoires spécifiques. Il conditionne la sécurité des techniciens de maintenance pneumatique.

L'inspection des pneus sur les véhicules est, dès lors qu'il s'agit de jumelés, plus importante encore pour assurer la longévité des pneumatiques.

AVANTAGES

- Permettre le port de charges plus élevées avec des pneus ayant individuellement des indices de capacité de charge plus faibles.
- Limiter les effets des surcharges occasionnelles ou périodiques.
- Faciliter le dépannage en cas de crevaison car le véhicule n'est pas totalement immobilisé sur la piste : il peut être déplacé à vitesse réduite vers un endroit sécurisé.

INCONVÉNIENTS

- Interventions plus longues au montage et au démontage.
- Surveillance accrue des pneus en roulage afin de pallier tout incident d'utilisation.

Règles de jumelage : monter des pneus aussi semblables que possible



Le jumelage est utilisé pour des engins portant de lourdes charges

Pour pouvoir se comporter de manière parfaitement solidaire, les pneus d'un même jumelage :

- doivent impérativement avoir la même construction (bias ou radiale), pour se comporter de manière similaire en roulage;
- doivent être de dimension identique pour avoir les mêmes aires de contact au sol (respecter les tolérances maximales indiquées par les constructeurs d'engins) ;
- doivent avoir des pressions de gonflage comparables (la différence ne doit jamais excéder 1% sur les jumelés d'un dumper rigide).

Il est par ailleurs préférable que le jumelage regroupe sur un même essieu des pneus de :

- mêmes marque et type ;
- même niveau d'usure (profondeurs de sculpture comparables).



Le non-respect de ces règles favorise l'apparition d'usures anormales et rapides des pneus.



Pour limiter l'usure irrégulière des pneumatiques, les véhicules sont souvent équipés de différentiels permettant au jumelage de gauche de tourner à une vitesse différente de celle du jumelage de droite.

Conditions de réalisation d'un jumelage : respecter rigoureusement les préconisations

Il est très fortement déconseillé d'équiper en essieux jumelés des engins qui n'auraient pas été conçus pour ce type de monte pneumatique.



Ne jamais modifier l'écartement entre deux roues jumelées.

Respecter l'entre-axe du jumelage et les jantes recommandés par le constructeur de la machine.

Mis à part pour les activités de manutention industrielle et portuaire, les engins doivent être équipés de chasse-pierres afin de préserver les flancs intérieurs des pneus de toute rétention de corps étrangers.

Suivre les conseils de pression fournis par les responsables techniques du fabricant de pneumatiques.



Les jumelés doivent être protégés par un chasse-pierres

L'inspection périodique des jumelages : incontournable !

Les montes jumelées nécessitent une surveillance plus régulière encore que les montes en simple.



L'inspection périodique des jumelages est incontournable

Conséquences d'une inspection insuffisante des pneus :

- non-traitement des usures irrégulières ;
- apparition de blessures sur les flancs intérieurs du jumelage, provoquées par la permanence de corps étrangers entre les roues jumelées ;
- frottement répété ou continu des chasse-pierres contre le flanc des pneus : mauvais réglage et torsion provoquent un frottement, à terme générateur de perforation. L'usure transforme même le chasse-pierres en une vraie lame de couteau !
- phénomènes de « kissing » (contact entre les flancs intérieurs des pneus jumelés) alors qu'en conditions normales d'utilisation, le contact est inexistant ou léger (affleurement).



Chariot élévateur monté en jumelés



Kissing sur un jumelage de MICHELIN® XDR® 2



MICHELIN® XZM T Lmontés en jumelés



Le risque de kissing est fortement augmenté en cas de sous-gonflage des pneus ou de forte surcharge (dynamique ou statique) du véhicule.

Le frottement entre les pneus augmente alors très significativement, au point de dépasser les limites d'endurance des flancs eux-mêmes et/ou des systèmes de fixation des roues.

Comment limiter les usures irrégulières ?



Usure en cône d'un jumelé

Les pneus d'un même jumelage présentent parfois une usure « en cône » : bords extérieurs des pneus du jumelage plus usés que les bords intérieurs.

À l'extrême, ce type d'usure conduit au démontage de pneus usés aux épaules alors que l'état de la bande de roulement permettrait leur maintien sur le véhicule.

Il est donc nécessaire de retarder l'apparition et l'importance de ce type d'usure.



Un tracé adapté des pistes limite l'usure en cône

Plusieurs actions sont recommandées

Soigner les conditions de roulage des engins

- En carrières et chantiers : un tracé adapté des pistes limite considérablement l'apparition d'usures en cône (voir chapitre « Facteurs influençant la durée de vie des pneus ») ;
- En manutention : ce type d'usure, indépendant de la nature du sol, relève de la manière dont le chariot est piloté. Des manœuvres fréquentes sur de faibles rayons sont très pénalisantes.

Intervertir périodiquement les pneus d'un même jumelage

La permutation des pneus intérieur et extérieur du jumelage (accompagnée d'un retour sur jante), réalisée avant que la différence d'usure entre les deux bords du pneu ne soit trop prononcée, équilibre le profil d'usure de chacun d'entre eux.

Modes opératoires spécifiques au démontage de pneus jumelés

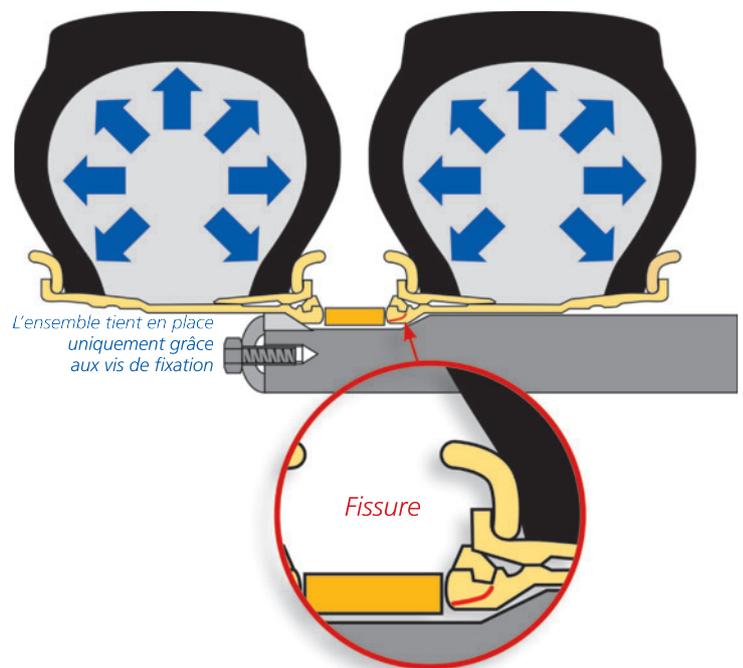
Des pierres coincées entre deux pneus jumelés peuvent, lors du démontage, être projetées sous l'effet de la pression et blesser grièvement les opérateurs ou leur voisinage.



Attention aux projections de pierres lors du démontage de jumelés !

Le montage en jumelé ne permet pas de s'assurer du bon état de la jante intérieure.

Si celle-ci est détériorée (fêlure ou cassure circumférentielle), seul le serrage des crapauds maintient les pièces en place. Au démontage, il y a donc un risque de projection des pièces cassées, voire des pneus eux-mêmes.



Avant toute intervention sur un pneu jumelé, le dégonflage total de l'autre pneu du même jumelage est conseillé. Avant tout démontage d'un pneu jumelé, il est obligatoire de procéder au dégonflage complet des deux pneus du jumelé.

GONFLAGE ET CONTRÔLES DE PRESSION

56 INTRODUCTION

57 LA PRESSION DE GONFLAGE :
UN PARAMÈTRE ESSENTIEL

59 OPTIMISER LA PRESSION
EN FONCTION DES CONDITIONS
D'EXPLOITATION DU VÉHICULE

62 GONFLAGE : AIR OU AZOTE ?

64 ADDITIFS DE GONFLAGE



GONFLAGE ET CONTRÔLES DE PRESSION

Assurer au pneumatique une pression optimale tout au long de sa vie est essentiel pour lui garantir performance et longévité.

Vérifier régulièrement la pression des pneus est donc un aspect primordial de la gestion opérationnelle des pneus en roulage.

Respecter les recommandations des constructeurs ainsi que les pressions maximales fournies par les manufacturiers est aussi un élément majeur de sécurité.

Pour autant, la recommandation de pression de travail peut varier dans le cadre de ces préconisations, en fonction de l'environnement, des conditions d'exploitation du site et de l'usage de l'engin.

Gonfler un pneu est, pour des professionnels, une opération du quotidien. Ce n'est pourtant jamais une opération anodine : les modes opératoires et les consignes de sécurité doivent être suivis de manière stricte. Les accidents au gonflage sont rares, mais généralement dramatiques.

Si le gonflage à l'air est la technique la plus largement utilisée, le recours à l'azote peut être une solution intéressante dans des conditions particulières.

La pression de gonflage : un paramètre essentiel



Respecter la pression de gonflage préconisée

Respecter les préconisations données par les manufacturiers de pneumatiques et les constructeurs d'engins

Un pneu gonflé est rempli d'air sous pression qui génère une mise en tension des câbles composant la carcasse. Cette tension permet au pneu de porter la charge dans de bonnes conditions.

C'est pourquoi maintenir la pression de travail préconisée par le manufacturier est capital.

Une pression insuffisante, ou à l'inverse excessive, accélère l'usure du pneumatique. Elle peut même conduire à la dégradation progressive de sa structure, voire à son éclatement.

La documentation technique (tableaux « Charge/Pression ») publiée par Michelin définit en particulier les pressions maximales à ne pas dépasser.

Le gonflage, une opération toujours potentiellement dangereuse

- Gonfler un pneu nécessite l'utilisation d'équipements adaptés et en état :
 - compresseur (débit à 12 bars - 174 psi) : 40 m³/h (50 yd³/h) au minimum (compresseur embarqué), # 120 m³/h (160 yd³/h) (compresseur en poste fixe) ;
 - tuyau de gonflage : 6 mètres au minimum (7 yd).
- Par sécurité, se tenir face à la bande de roulement ce qui, en cas d'éclatement, permet d'éviter de se trouver dans la trajectoire du souffle d'air et des projections éventuelles d'éléments métalliques.



Se tenir à 6 mètres (7 yd) de la valve

Protections individuelles

Lors du gonflage, du dégonflage et des contrôles de pression, les opérateurs doivent être équipés de chaussures ou bottes de sécurité, de gants, de lunettes de protection et porter un casque.

Il est recommandé aux opérateurs de ne pas porter de protections auditives pour pouvoir entendre les fuites éventuelles d'air à la valve après contrôle de pression.



Gonfler des pneus nécessite le port de protections individuelles de sécurité

Sécurité lors du gonflage

Lors du gonflage, l'opérateur doit obligatoirement se tenir face à la bande de roulement du pneu, à une distance minimale de 6 mètres (7 yd) de la valve de celui-ci.

Le gonflage d'un pneu non monté sur véhicule doit être réalisé dans une zone dégagée et dénuée d'outillages pour éviter leur projection éventuelle. Le gonflage peut être réalisé :

- en position verticale : pneu arrimé pour prévenir tout risque de chute, pièces mobiles (susceptibles d'être projetées par la pression) dirigées vers un mur (mais à distance de celui-ci) ou vers toute autre protection.
- en position horizontale : pièces mobiles orientées vers le bas.



Gonflage en position verticale, environnement protégé en cas de projection des parties mobiles

Procédure de gonflage

• 1^{ère} étape

Gonfler à une pression minimale (# 1 bar, 14.5 psi) tout en :
- vérifiant le centrage progressif du pneu sur la jante ;
- observant la mise en place régulière du cordon de centrage moulé sur la zone basse du pneu.

• 2^{ème} étape

Poursuivre le gonflage jusqu'à :
- une pression de montage de 5,5 bars (80 psi) si la pression de travail recommandée par Michelin est inférieure ou égale à 4,5 bars (65 psi);
- une pression de 7,5 bars (110 psi) si la pression de travail recommandée par Michelin est supérieure à 4,5 bars (65 psi).

Important : Vérifier que la roue est capable de résister à la pression de montage (la pression maximale autorisée est gravée sur la jante). Dans le cas contraire, gonfler à la pression maximale admissible par la roue.

Remarque : lorsque les pneus d'un engin ont des pressions recommandées différentes en fonction de leur position sur la machine, la pression recommandée de référence (c'est-à-dire celle à prendre en compte) est la plus élevée.

• 3^{ème} étape

Ajuster la pression de montage à la pression de travail recommandée par Michelin.

• 4^{ème} étape

Visser le mécanisme intérieur de valve puis le bouchon.

• 5^{ème} étape

Rechercher d'éventuelles fuites, au niveau de la valve, de son embase et, plus particulièrement au niveau du joint de jante.



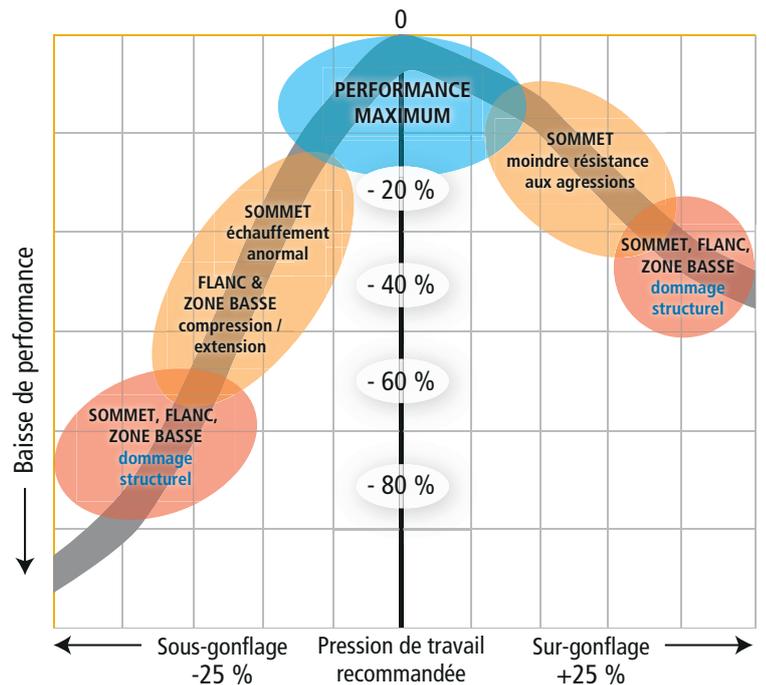
Lors du gonflage, se tenir toujours face à la bande de roulement

Mauvais gonflage = durée de vie réduite, chiffres à l'appui !

La courbe ci-contre représente les conséquences d'une pression de travail inadaptée sur la performance des pneumatiques.

Il s'agit là de tendances moyennes observées. Les pressions recommandées par les constructeurs correspondent à des conditions standards d'utilisation des véhicules.

Des conditions particulières d'utilisation peuvent conduire à moduler ces recommandations.



Baisse de performance due au sous-gonflage ou sur-gonflage (%) et risques potentiels associés

Optimiser la pression en fonction des conditions d'exploitation du véhicule

Charge réelle de l'engin



Pesée des ponts arrière d'un tombereau articulé

Pour évaluer la pression de travail adaptée aux pneumatiques Michelin, la démarche la plus rigoureuse consiste à :

- peser les engins en charge, pneu par pneu ou essieu par essieu ;
- déterminer, en se référant à la Documentation technique des pneumatiques Michelin, la pression de travail adaptée à la charge portée et à la vitesse de l'engin.



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin peuvent vous aider à réaliser une campagne de pesées et, à l'issue de celle-ci, vous donner un conseil de pression adapté.

Conditions spécifiques de roulage

Des conditions particulières d'utilisation conduisent à moduler les recommandations des constructeurs, dans les limites de pression définies dans la Documentation technique du manufacturier.

Besoin de "flotation" pour le roulage sur des sols faiblement portant

La flotation est l'aptitude de la machine à rouler sur des sols de faible consistance.

Baisser la pression permet de diminuer la résistance du sol meuble à l'avancement du pneu (en tenant compte des charges à porter).



Sur sol de faible consistance, adapter la pression

Préservation des pneus en roulage sur sols très caillouteux

Lorsque les machines évoluent en permanence sur des sols caillouteux, voire rocheux, le risque d'arrachement des pains de gomme peut être élevé.

- Baisser la pression limite la sensibilité des pneus aux agressions (en tenant compte des charges à porter).



Les surfaces caillouteuses favorisent les arrachements de pains de gomme

- Baisser la pression peut nécessiter de réduire la vitesse de l'engin pour ne pas pénaliser la performance des pneumatiques.

Recherche d'une meilleure stabilité pour les chargeuses

Elle concerne les chargeuses qui travaillent en front de taille, manipulant des matériaux très denses. Augmenter la pression à l'avant (jusqu'à 1 bar de plus, 14.5 psi) améliore leur stabilité (recommandations TRA*). Seuls les pneus de l'essieu avant peuvent bénéficier de cette augmentation de pression.



Augmenter légèrement la pression à l'avant

* Tire Rim Association

Conditions climatiques

Les pressions de gonflage recommandées par les constructeurs, comme celles préconisées dans les Documentations techniques des manufacturiers, correspondent à un environnement climatiquement tempéré.

Lorsqu'un pneu gonflé est soumis à d'importantes variations de température, sa pression de gonflage varie: toute augmentation de la température ambiante entraîne une augmentation de la pression de gonflage et vice-versa.

Pour limiter les déformations de la carcasse, la pression de travail doit toujours rester égale (ou légèrement supérieure) à la pression recommandée. Celle-ci doit donc prendre en compte les évolutions de température (diurnes/nocturnes et d'une saison à l'autre). Les pressions recommandées

- ne sont utilisables que si le véhicule est à l'arrêt depuis un laps de temps proportionnel à la taille des pneus (environ 3 heures pour un 25" et 15 heures pour un 63");
- sont calculées pour une température ambiante de référence de 18 °C (65 °F) et ne nécessitent pas d'adaptation tant que la température extérieure se situe entre 10 °C (50 °F) et 25 °C (77 °F).

Hors de cette plage de température, des corrections, parfois importantes, sont nécessaires.

● Température ambiante lors du gonflage supérieure à la température de référence

Si, à température ambiante (supérieure à 25 °C - 80 °F) le pneu est gonflé à la pression recommandée, lorsque la température baisse, la pression devient inférieure à la pression recommandée. Le pneu est alors sous-gonflé. Anticiper au gonflage l'impact de cet écart de température en se référant au tableau ci-dessous.

Exemple :

Pression recommandée : 6 bars (90 psi).

Température ambiante au gonflage : 35 °C (95 °F).

Si la température ambiante chute à 20 °C (68 °F), la pression de gonflage sera de 5.5 bars (6*100/108), inférieure à la pression recommandée.

Température ambiante au gonflage	Augmentation de la pression recommandée
+25 °C et +29 °C (77 °F à 84 °F)	4 %
+30 °C et +34 °C (86 °F à 93 °F)	6 %
+35 °C et +39 °C (95 °F à 102 °F)	8 %
+40 °C et +45 °C (104 °F à 113 °F)	10 %



Adapter la pression des pneus aux conditions climatiques



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin peuvent aider à déterminer les corrections de pression à appliquer selon l'environnement dans lequel évoluent les machines.

● Température ambiante lors du gonflage inférieure à la température de référence

• Gonflage réalisé dans un atelier chauffé

La machine va travailler dans un air ambiant plus froid; la pression de gonflage doit donc être supérieure à la pression de référence.

• Procédure pour corriger les pressions de gonflage

Le tableau ci-dessous donne la correction de pression nécessaire pour un gonflage en atelier en fonction de la pression recommandée et de la différence de température entre l'atelier et l'extérieur.

Pour utiliser ce tableau, respecter les étapes suivantes :

- 1-Calculer la différence de température entre l'atelier et l'extérieur (T° atelier - T° extérieure) ;
- 2-Chercher dans la ligne d'en-tête la valeur la plus proche en nominal de la différence de température calculée ;
- 3-Sélectionner dans la colonne de gauche la pression de gonflage recommandée ;
- 4-La valeur à l'intersection des ligne et colonne sélectionnées donne la pression à laquelle le pneu doit être gonflé.

Pression recommandée		Différence entre T° de l'atelier et la T° ambiante extérieure									
bar	psi	10 °C	50 °F	20 °C	68 °F	30 °C	86 °F	40 °C	104 °F	50 °C	122 °F
4.0	58	4.2	61	4.4	64	4.6	67	4.8	70	5.0	73
4.5	65	4.7	68	5.0	73	5.2	75	5.4	78	5.6	81
5.0	73	5.2	75	5.5	80	5.7	83	6.0	87	6.2	90
5.5	80	5.8	84	6.0	87	6.3	91	6.6	96	6.8	91
6.0	87	6.3	91	6.6	96	6.9	100	7.2	104	7.4	107
6.5	94	6.8	99	7.1	103	7.4	107	7.7	112	8.0	116
7.0	102	7.3	106	7.7	111	8.0	116	8.3	120	8.6	125
7.5	109	7.8	113	8.2	119	8.5	124	8.9	129	9.2	133

Exemple :

Température de l'atelier : 17 °C (63 °F),

Température extérieure : -20 °C (-4 °F).

Pression de travail recommandée pour le pneu : 6 bars (87 psi). Pour que la pression de travail du pneu soit de 6 bars (87 psi), celui-ci doit être gonflé à 7 bars (102 psi).

• Gonflage réalisé à l'extérieur

Si la température ambiante est proche de la température la plus basse, gonfler le pneu à la pression recommandée et, lorsque la température remonte, revoir le gonflage pour diminuer la pression.

Si la température ambiante est supérieure à la température la plus basse, se reporter au premier cas.

Gonflage : air ou azote ?

Gonflage à l'azote : adapté aux conditions extrêmes d'utilisation

Cette technique, qui revient à désoxygéner le mélange de gonflage, est particulièrement conseillée en cas d'utilisation des pneumatiques en conditions difficiles ou dangereuses.

Avantage majeur : réduction des risques d'explosion

Lorsque la température interne du pneu devient anormalement élevée (de l'ordre de 250 °C - 480°F), le caoutchouc entre en auto-combustion (phénomène de pyrolyse), ce qui entraîne :

- des émanations de vapeurs inflammables (méthane, hydrogène) ;
- une brutale montée du pneu en pression pouvant, en présence d'air (oxygène), conduire à son explosion.

De telles températures ne peuvent être atteintes qu'avec un apport extérieur d'énergie :

- environnement extérieur particulièrement chaud : aciérie, fonderie, etc. ;
- foudre ou arc électrique touchant le véhicule ;
- échauffement excessif d'organes mécaniques : transmission des moteurs électriques, freins, etc. ;
- soudure réalisée sur un pneu monté sur jante et gonflé ;
- surchauffe accidentelle mais de longue durée du pneumatique : sous gonflage, surcharge, dépassement de la limite de vitesse ou une association de ces trois causes.

(voir chapitre « Feux de pneus et prévention »).



Gonfler à l'azote nécessite un équipement adapté



Les cycles longs augmentent les risques de surchauffe (à chargement et vitesse comparables)

Autres avantages du gonflage à l'azote

- Limitation des risques d'oxydation des constituants du pneu (gommages, câbles...) et du matériel fer.
- Baisse de la pression de gonflage plus lente à l'usage.

Dans quels cas conseiller le gonflage à l'azote ?

Pour d'évidentes raisons de sécurité, ce gonflage est systématiquement conseillé dans les conditions suivantes :

- atmosphère à risques d'explosion ;
- contact avec (ou proximité de) matières incandescentes (fonderies, aciéries, verreries, etc.) ;
- risques d'arcs électriques (proximité de lignes ou de câbles à haute tension, foudre, etc.) ;
- conditions de travail pouvant entraîner un échauffement important des pneus suite à une transmission de chaleur du moteur, des moyeux, des freins, etc.



La projection de tous composants du pneu et de la jante a des effets bien plus dangereux et dévastateurs qu'un simple éclatement

Gonflage de pneus à basse pression

- Lorsque la pression d'utilisation est inférieure à 5,0 bars (73 psi), il est nécessaire de purger le pneu (ou de le mettre sous vide) pour que la proportion d'oxygène soit significativement abaissée. La mise en œuvre d'un tel système est généralement compliquée.
- Le gonflage à l'air désoxygéné peut constituer une alternative à l'utilisation d'azote pur, abaissant la proportion d'oxygène dans l'air ambiant de 20 % à moins de 5 %.

Précautions complémentaires

L'utilisation de bouteilles de gaz comprimé est impérativement réservée aux opérateurs ayant suivi une formation appropriée. Ne jamais utiliser de bouteilles d'azote sans détendeur, et toujours respecter les règles de sécurité indiquées par le fournisseur.

Additifs de gonflage

Position officielle de Michelin concernant l'utilisation d'additifs liquides dans les pneus Génie Civil, Travaux Publics et Manutention.

- Des additifs liquides sont parfois utilisés par les services de maintenance des pneus. Les principaux avantages revendiqués sont de diminuer l'oxydation des jantes des ensembles montés et d'assurer une maintenance préventive des roues.

- Michelin n'approuve pas l'utilisation de ces additifs dans ses pneus : introduits dans un pneumatique avec ou sans réparation, ils peuvent affecter de manière sensible la performance des produits Michelin.

Certains clients peuvent néanmoins prendre la responsabilité d'utiliser ces additifs dans les pneumatiques Michelin.

Dans ces conditions, Michelin ne peut en aucun cas être tenu pour responsable d'un dommage survenu à l'un de ses produits, dès lors qu'il serait consécutif à l'utilisation d'additifs liquides. Ces derniers peuvent en effet dégrader l'intégrité des produits Michelin et, par exemple, conduire notamment à la mise à plat rapide d'un pneumatique.

- Afin de préserver les jantes de l'oxydation sans altérer la performance des pneumatiques, l'utilisateur de pneus Michelin peut, sous certaines conditions, avoir recours à l'azote comme gaz de gonflage (se référer à la page 62).



BON À SAVOIR

Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances générales en matière de gonflage des pneus Génie Civil.

INSERTS ET SOLIDES DE REMPLISSAGE

66 INTRODUCTION

67 CARACTÉRISTIQUES
GÉNÉRALES D'UTILISATION

67 INSERTS EN CAOUTCHOUC

68 SOLIDES DE REMPLISSAGE
EN ÉLASTOMÈRE DE POLYURÉTHANE

69 SOLIDES ET INSERTS :
AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

70 POSITION DE MICHELIN
RELATIVE À L'UTILISATION DE SOLIDES
DE REMPLISSAGE OU D'INSERTS
DANS LES PNEUS MICHELIN



INSERTS ET SOLIDES DE REMPLISSAGE

Les inserts et les solides de remplissage sont parfois utilisés pour gonfler les pneumatiques, en remplacement de l'air ou de l'azote.

Cette technique est adoptée pour des usages spécifiques dans lesquels les crevaisons peuvent poser de réelles difficultés (exploitation de mines souterraines) ou pour lesquels la fréquence de crevaison peut être particulièrement élevée (manutention dans les aciéries, chargement de camions dans les décharges).

Les performances intrinsèques des machines ainsi équipées sont réduites (moindre vitesse d'exploitation) et le confort du conducteur de l'engin sensiblement diminué.

L'utilisation d'inserts ou de solides de remplissage doit donc être considérée comme un dernier recours. Leur mise en œuvre demande un personnel qualifié.

De part la nature de leurs composants, la destination après usage des inserts et des solides de remplissage s'avère généralement difficile.

Caractéristiques générales d'utilisation



Les inserts sont souvent utilisés en exploitation minière souterraine

Assurer les mêmes fonctions que celles du pneu gonflé

Les matériaux utilisés pour remplacer l'air ou l'azote doivent :

- être chimiquement compatibles avec les gommes constitutives du pneu ;
- assurer une fonctionnalité identique à celle du même pneu gonflé, particulièrement s'agissant de :
 - la capacité à porter une charge : équivalence de rigidité ;
 - la motricité : aires de contact au sol comparables ;
 - la capacité de l'ensemble à transmettre le couple : pression de contact identique entre le bourrelet du pneu et la base de la jante.



Il est impératif que les opérations de mise en œuvre de ces solutions soient exécutées par un personnel qualifié.

Inserts en caoutchouc

Pour chaque type de pneu, une référence d'insert déterminée

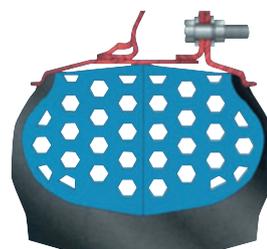
Les inserts sont constitués de caoutchouc inséré dans la cavité intérieure du pneumatique. Leur forme doit donc correspondre de manière aussi parfaite que possible au volume et au profil de la cavité du pneu.

Conséquence de cela, un insert donné correspond généralement à un pneu déterminé (marque, dimension, sculpture).

Il est très rare qu'un insert soit adapté à plusieurs types de pneus différents.

Il existe plusieurs technologies d'inserts, les plus répandues étant :

- les boudins alvéolés ;
- les bandes de gomme empilées.



Boudins alvéolés



Bandes de gomme empilées

Installation : des équipements spécifiques nécessaires

Pour être parfaitement adapté au volume intérieur du pneu, l'insert doit, au repos, remplir totalement le volume de celui-ci. Installer l'insert dans le pneu implique donc qu'il soit tout d'abord comprimé, puis introduit de force dans la cavité du pneumatique.

Le montage et le démontage des inserts dans les pneus nécessitent un équipement constitué d'une presse, spécifique à chaque marque d'inserts.

Au retrait pour usure du premier pneu dans lequel il a été monté, l'insert peut être utilisable une seconde fois (se conformer aux recommandations du fabricant de l'insert).

Lors du second montage, il est néanmoins nécessaire de vérifier que l'insert est en contact en tous points de la surface interne du pneumatique.

Remonter un insert qui n'épouse pas parfaitement la forme de la cavité aurait des conséquences identiques à celles du montage d'un insert non adapté au type de pneu concerné.



Monter un insert non adapté au pneu, c'est prendre le risque d'un échauffement important au roulage, pouvant conduire à un endommagement majeur du pneumatique, voire à son auto-inflammation.

Solides de remplissage en élastomère de polyuréthane

L'élastomère de polyuréthane se présente sous la forme de plusieurs liquides différents qu'il faut mélanger avant injection dans le pneumatique. L'introduction d'une certaine proportion de billes de polyuréthane issues du broyage de solides extraits de pneus usés est parfois possible (se conformer strictement aux recommandations des fabricants).

La solidification des liquides commence immédiatement après qu'ils aient été mélangés, et peut se poursuivre pendant plusieurs jours.

Mode opératoire de montage

- Respecter le mode d'emploi communiqué par le fabricant du produit utilisé.
- Monter le pneumatique de manière habituelle (voir chapitre « Montage et Démontage »).
- Le gonfler pour que les talons se mettent en place sur la jante, puis le dégonfler complètement.
- Percer un trou au centre de la bande de roulement pour permettre l'évacuation de l'air au cours du remplissage avec du polyuréthane.
- Remplir le pneu par la valve après en avoir préalablement retiré le mécanisme (l'équipement de la jante avec une valve de remplissage « air - eau » n'est pas obligatoire, mais néanmoins conseillé).
- Continuer le remplissage jusqu'au débordement du liquide par le trou préalablement percé.
- Obturer le trou à l'aide d'une vis taraudeuse.
- Poursuivre l'injection jusqu'à la pression désirée.



Solide de remplissage en élastomère de polyuréthane



La pression de remplissage recommandée est d'environ 60 % du conseil de gonflage donné par Michelin pour un gonflage traditionnel à l'air (à conditions de charge comparables).



Les carcasses radiales se déformant peu, la pression augmente très rapidement. Pour cette raison, leur remplissage requiert une vigilance particulière.

Démontage et recyclage

La séparation du pneu et du solide de remplissage est difficile mais obligatoire, les organismes de collecte des pneus à recycler refusant de collecter autre chose que les pneus eux-mêmes.

Il faut donc découper le pneu pour en extraire le solide et le broyer. Les normes relatives à l'élimination de déchets de polyuréthane dépendent des réglementations locales qui peuvent rendre difficile leur destruction.

En fonction des fabricants, la réutilisation d'une petite proportion de broyat est possible lors du remplissage d'un pneu.



L'inflammation d'un pneu rempli d'un solide en polyuréthane dégage des fumées particulièrement toxiques.

Solides et inserts : avantages et inconvénients

Avantages

- Augmentation de la capacité de charge.
- Amélioration de la stabilité de l'engin (plus grande rigidité de l'ensemble pneu / corps solide).
- Absence de contrôle de pression pour les pneumatiques.
- Mobilité conservée en cas de perforation / agression de l'enveloppe (moins de fréquence des interventions, moins d'interruption d'activité).



Inserts et solides améliorent la stabilité de l'engin, sous réserve de respecter les précautions normales d'usage du véhicule

Inconvénients

Liés à la mise en œuvre des solutions

- Coût des composants utilisés équivalent à celui du pneu lui-même.
- Risque d'endommagement du pneumatique :
 - au montage des inserts, si le matériau inséré n'est pas adapté,
 - au remplissage du polyuréthane, en cas de pression excessive.
- Recyclage difficile du matériau inséré (de part sa nature et le volume qu'il représente).

Liés à l'utilisation des véhicules

- Alourdissement de l'ensemble tournant (jante + pneu + composant), avec une usure plus rapide des pièces mécaniques majeures du véhicule (essieux, transmission, freins).
- Disparition (ou forte diminution) de la fonction « suspension » du pneu, avec un fort impact sur la fiabilité du véhicule dans le temps, sur son confort et sur la productivité des opérateurs.
- Réduction impérative de la vitesse (maximum et moyenne) de déplacement pour limiter l'échauffement.
- Augmentation de la consommation de carburant (plus grande inertie à l'accélération, résistance au roulement plus élevée).

Liés à la mise en œuvre du pneumatique

- Dégradation de la capacité de traction.
- Moindre longévité du pneumatique : température de fonctionnement plus élevée et plus forte occurrence d'endommagements prématurés.



L'utilisation de solides ou d'inserts conduit à très fortement baisser la vitesse d'exploitation des engins. Consulter systématiquement le fournisseur du produit utilisé pour déterminer les nouvelles conditions d'utilisation des véhicules.

Position de Michelin relative à l'utilisation de solides de remplissage ou d'inserts dans les pneus MICHELIN®

- Inserts et solides constituent un dernier recours dans des conditions très spécifiques d'utilisation : perforations fréquentes, gerbages de grande hauteur, etc.
- Néanmoins, si réduire la fréquence de perforation des pneus à carcasse radiale de types L2 ou L3 est l'objectif principal, il est recommandé d'utiliser des pneus de type L5 (MICHELIN® X MINE® D2 ou MICHELIN® XSM® D2+) gonflés à l'air ou à l'azote plutôt que d'utiliser des inserts ou des solides.
- Dans certains cas, Michelin est à même de communiquer des **Restrictions d'usage** pour ses pneumatiques équipés d'inserts précisément identifiés. Il est alors impératif de respecter ces consignes, données par Michelin et le fabricant de l'insert concerné.
- Les caractéristiques techniques des pneumatiques MICHELIN® peuvent évoluer au cours de leur commercialisation. C'est pourquoi il est nécessaire, avant toute utilisation d'inserts, de s'assurer auprès du technicien Michelin de la compatibilité des pneus avec la solution envisagée.
- Il est par ailleurs impératif que les opérations de mise en œuvre de ces solutions soient exécutées par des personnels formés et qualifiés.
- Michelin ne peut être tenu responsable d'un dommage survenu à l'un de ses pneus dès lors qu'il serait consécutif à l'utilisation d'inserts ou de solides de remplissage.



La responsabilité de Michelin ne saurait être engagée ni pour le matériau utilisé ni pour sa mise en œuvre, qui relèvent de la responsabilité directe et exclusive du fournisseur.

FACTEURS INFLUENÇANT LA DURÉE DE VIE DES PNEUS

72 INTRODUCTION

73 CHOISIR UN PNEUMATIQUE

74 PRINCIPALES CAUSES DE DÉTÉRIORATION

76 TEMPÉRATURE INTERNE
DE FONCTIONNEMENT

78 INFLUENCE DU VÉHICULE
SUR LA DURÉE DE VIE DE SES PNEUMATIQUES

81 INFLUENCE DES PISTES, FACTEURS CLÉS
POUR LA LONGÉVITÉ DES PNEUMATIQUES

82 FACTEURS D'INFLUENCE
SUR LA DURÉE DE VIE DES PNEUS



PRÉSERVER

*la durée de vie des pneumatiques :
un enjeu économique et
environnemental !*

Bien choisir un pneumatique et exploiter correctement tout son potentiel permet d'optimiser les budgets « Pneumatiques » et « Carburants », deux postes majeurs du compte d'exploitation.

C'est aussi contribuer à travailler dans les meilleures conditions de sécurité.

Respecter des règles simples d'utilisation des pneus suffit bien souvent à en accroître la longévité. Pour cela, il est nécessaire de comprendre leur fonctionnement pour pouvoir porter plus d'attention à leurs conditions d'utilisation.

L'optimisation de la durée de vie des pneumatiques passe, partout où les conditions de travail le permettent, par un grand soin accordé au tracé des pistes et des aires de travail, ainsi qu'à leur entretien régulier. Le mode de conduite des engins impacte aussi la durée de vie du pneu.

Bien exploiter les pneumatiques, c'est aussi contribuer à économiser les ressources naturelles de la planète.

Choisir un pneumatique, c'est arbitrer entre performances attendues et contraintes subies



L'entretien régulier des aires de chargement favorise la durée de vie des pneus

Un pneu doit être adapté avec précision à l'usage auquel il est destiné. Choisir un pneu implique donc d'arbitrer entre toutes les contraintes d'utilisation pour identifier celui qui sera le plus adapté à l'environnement de travail.



Le pneu, unique élément de contact entre l'engin et le sol



Travail d'un pneu de chargeuse en front de taille

Les critères de performance d'un pneu

- Une réelle adaptation aux différentes conditions d'exploitation : capacité de charge et vitesse associées à l'adhérence, stabilité, traction, flottation ;
- une excellente résistance aux agressions : usure, chocs et coupures ;
- une moindre consommation de carburant, obtenue en limitant la masse du pneu et sa résistance au roulement ;
- un potentiel de réparabilité, voire de rechapabilité de la carcasse ;
- un bon niveau de confort et d'ergonomie pour l'opérateur.

De nombreuses contraintes d'utilisation

Le pneu est le seul élément de contact entre la machine et le sol. La grande diversité des facteurs auxquels il est soumis joue un rôle déterminant sur ses fonctionnalités :

- nature du sol ;
- état des pistes ;
- température extérieure ;
- pression ;
- charge ;
- vitesse.

Conditions d'exploitation modifiées : changement de monte ?

Tout changement des conditions d'exploitation d'un site (nature de sol, longueur des cycles, profil des pistes, etc.) peut rendre inadapté un pneu qui donnait jusqu'alors entière satisfaction, et nécessiter le changement de monte des véhicules concernés.

Principales causes de détérioration d'un pneu

Causes exogènes

Conditions climatiques

Climat sec ou humide, température plus ou moins élevée influent aussi sur l'intégrité du pneu.

(Voir chapitre « Gonflage et Contrôles de pression ».)

Forces mécaniques

Des dommages peuvent être engendrés ou aggravés par :

- le martèlement lié à l'impact régulier des pains de sculpture sur un sol lisse et très dur, parcouru à vitesse élevée ;
- la force centrifuge, liée à la courbure des virages et à la vitesse à laquelle ils sont abordés ;
- des chocs sur sols mal entretenus (mauvais nivellement, présence de pierres, de trous, d'ornières, etc.).



Rouler sur des pierres diminue fortement la durée de vie des pneus

Détériorations liées à l'utilisation des pneus

Pression de gonflage

Elle affecte directement la durée de vie d'un pneu, qui peut être considérablement modifiée en cas de sous-gonflage ou de sur-gonflage :

- sous-gonflage : augmentation de la flexion des flancs du pneu provoquant une élévation de sa température intérieure et une usure irrégulière ;
- sur-gonflage : usure prématurée de la bande de roulement, plus grande sensibilité aux chocs et aux coupures, usure irrégulière.

(Voir chapitre « Gonflage et Contrôles de pression ».)

Autres causes

- Surcharge : élévation anormale de la température, augmentation de la flexion et fragilisation des flancs du pneu pouvant conduire à une mise aux déchets prématurée même si la bande de roulement est encore très peu usée.
- Vitesse excessive : élévation anormale de la température intérieure du pneu jusqu'à la surchauffe de ces constituants, entraînant alors une détérioration irréversible de la structure du pneu.
- Chocs importants, répétés et violents.
- Combinaison des éléments ci-dessus.



Un sous gonflage est néfaste à la longévité du pneu



Blessure au bourrelet due à une surcharge du véhicule

Détériorations thermiques

Rappel : la température de fonctionnement du pneu, un paramètre déterminant

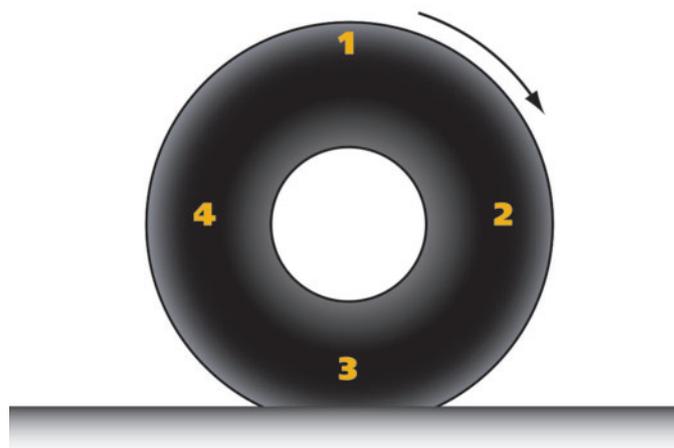
Le fonctionnement thermique du pneu est fondamental car il est le facteur explicatif clé de la majorité des dommages.

Pour en comprendre la raison, il faut avoir en mémoire le cycle de travail d'un pneu :

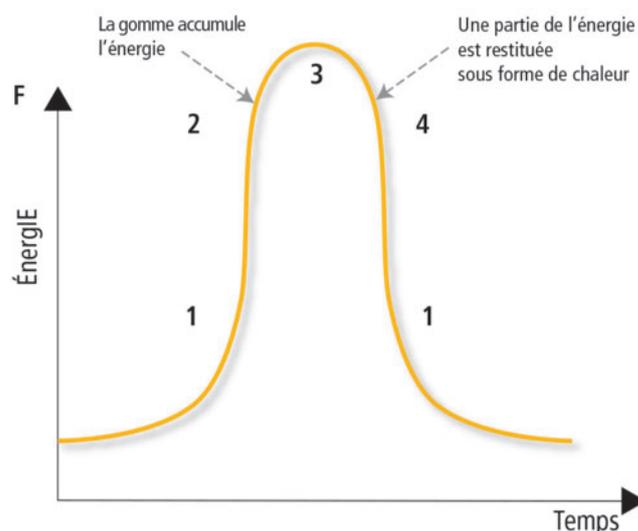
Position 1 : pneu sans contrainte de charge.

Position 2 : à mesure que le pneu tourne, les flancs s'écrasent entraînant l'échauffement de ses constituants internes.

Position 3 : au contact du sol, l'intensité de l'échauffement est maximale ; elle diminue ensuite progressivement (position 4) jusqu'au retour à la position initiale (position 1).



Si ce cycle est répété de manière trop rapide, la température optimale de fonctionnement du pneu est dépassée, entraînant une dégradation irréversible de ses constituants.



Séparation des constituants

Une séparation des constituants des pneumatiques (bande de roulement et carcasse) est généralement le résultat d'un échauffement excessif, provoqué par l'une ou l'autre des causes précédemment décrites.

Les conséquences de telles séparations peuvent être dangereuses. C'est pourquoi lorsqu'elles apparaissent il est impératif de procéder à un examen approfondi du pneu afin d'en comprendre les causes pour pouvoir y remédier.

Garantir une pression toujours adaptée

Il faut donc vérifier :

- régulièrement la pression (voir chapitre « Examen des pneus sur véhicules ») et toujours l'ajuster si nécessaire ;
- périodiquement les charges et leur centrage ;
- les cycles de déplacement et la vitesse réelle d'exploitation ;
- les organes de freinage du véhicule.



Séparation des constituants dans un pneu

Température interne de fonctionnement

Un élément majeur de contrôle des pneus en roulage

Pourquoi la température de l'air interne s'élève-t-elle ?

L'augmentation de la température est due :

- à l'échauffement du pneu lui-même ;
- au transfert partiel de l'échauffement des freins et des réducteurs.



Seuil critique de température interne = 80° C ou 176° F

Seuil critique de température

La température critique de l'air à l'intérieur du pneu est la limite à partir de laquelle le niveau d'échauffement constitue un danger pour le pneu.

En l'absence de sources thermiques extérieures au pneu, il est admis que cette température critique est atteinte lorsque l'air à l'intérieur du pneu est de 80° C ou 176° F.

Lorsque l'air interne atteint cette température, celle des constituants du pneu est encore plus élevée, jusqu'à être très proche de la température de réversion du caoutchouc.

Surveiller régulièrement et fréquemment la température interne

Une surveillance, à intervalles réguliers et fréquents, de la température des pneus est nécessaire afin de détecter rapidement toute élévation anormale.

Les TPMS : outils de contrôle de la température

Pour ces contrôles, il existe des TPMS, ou « Tire Pressure Monitoring System », basés sur deux approches différentes :

- un contrôle de température de l'air à la valve du pneu ;
- un contrôle de température et de pression par mise en place d'un capteur à l'intérieur du pneu. Ce système, plus coûteux, est plus performant que le précédent ; c'est pourquoi il est généralement retenu pour les pneus destinés aux camions utilisés dans les carrières et les mines.

Le MEMS : système de contrôle Michelin dédié aux véhicules miniers



Le MEMS (Michelin Earthmover Management System) est le premier système de surveillance à distance de la pression et de la température des pneus d'engins miniers.

Le système MEMS fournit aux sites d'exploitation minière un outil permanent de gestion de ces paramètres.

Il envoie par ailleurs des signaux d'alerte lorsque température et/ou pression sortent des fourchettes de valeurs préétablies.

Au-delà de la prise de données et des fonctions de simple alerte, ce système transfère les informations au centre de commandement, pour traitement et analyse.



Le MEMS est un outil reconnu d'amélioration de la performance des pneumatiques.

Calculer l'élévation de la température de fonctionnement d'un pneu après roulage

L'élévation de température interne de l'air du pneu se calcule en mesurant sa pression « P₀ » avant et « P₁ » après roulage. La température d'un pneu augmente au roulage, impliquant une élévation de la pression. Une méthode simple de calcul permet de suivre cette augmentation pour prévenir les risques encourus et éviter de dépasser le seuil critique (T₁ = 80 °C - 176°F).

Pe : pression externe (pression atmosphérique)		
À FROID AVANT ROULAGE	À CHAUD APRÈS ROULAGE	VARIATION
P ₀ : pression interne du pneu	P ₁ : pression interne du pneu	P ₀ < P ₁
T ₀ : température de l'air interne du pneu	T ₁ : température de l'air interne du pneu	T ₀ < T ₁

Formule permettant d'évaluer T₁ : la température interne du pneu après roulage

$$T_1 = \frac{(P_1 + 1)}{(P_0 + 1)} \times (T_0 + 273) - 273$$


P₀ et P₁ exprimées en bar

1 = valeur fixe de « 1 bar » (14.5 psi) correspondant à la pression atmosphérique « Pe »

273 = coefficient de Mariotte (en °C)

Cette formule découle de la loi des gaz parfaits :

- P = Pression (en Pa)
- V = Volume intérieur du pneu (en m³)
- T = Température absolue (en °K) ou 273 + T (en °C).

Il existe une relation $\frac{[P \times V]}{[T]} = R$ (R étant une constante).

Cette relation s'applique selon la formule :

- à froid (0)

$$R = \frac{(P_0 + Pe) \times V_0}{273 + T_0}$$

- à chaud (1)

$$R = \frac{(P_1 + Pe) \times V_1}{273 + T_1}$$

Dans la formule ci-dessus, les pressions sont données en bar et la pression atmosphérique Pe retenue est de 1 bar (14.5 psi).

Par définition, les volumes intérieurs du pneu V₀ avant roulage et V₁ après roulage ne changent pas. La formule des gaz parfaits permet, en mesurant une augmentation de pression, de calculer l'élévation de la température de l'air interne du pneu.

Exemple :

Soit un pneu pour lequel le fabricant a défini, pour un fonctionnement optimal de celui-ci, une température maximale de l'air interne de 80 °C (176 °F).

Si avant roulage, la température de l'air interne T₀ est de 27 °C (59 °F) et la pression P₀ de 6 bars (87 psi) et si, après roulage, la pression passe à 7,5 bars (109 psi), la température de l'air interne du pneu après roulage est de :

$$T_1 = \frac{(7,5 + 1)}{(6,0 + 1)} \times (27 + 273) - 273 = 91^\circ\text{C} (196^\circ\text{F})$$

Dans cet exemple, la température interne T₁ après roulage est de 91 °C (196 °F).

Il est donc nécessaire d'examiner les différents paramètres ayant entraîné l'élévation de température du pneu et de les modifier afin de revenir en-deçà de cette limite de 80 °C (176 °F).



Les pressions respectives des pneus à froid (avant roulage) et à chaud (après roulage) doivent être mesurées avec le même manomètre.

Influence du véhicule sur la durée de vie de ses pneumatiques

Position des pneus et usage de l'engin

Les pneus montés sur roues motrices ont généralement une durée de vie inférieure d'environ 25 % à celle des pneus équipant les roues directrices.

Pour les chariots élévateurs et les reach stackers, l'inverse se produit souvent, à cause du rayon de braquage de l'engin.

Les pneus montés sur les roues directrices sont alors les plus durement sollicités, sauf pour des machines effectuant de longs trajets en ligne droite.



Sur les reach stackers, les roues directrices (arrières) sont les plus sollicitées, même en charge

Pneus de diamètres différents (ou de niveaux d'usure différents) montés sur un même véhicule

Un diamètre différent (pneus de types ou de marques différents, niveaux d'usure sensiblement différents) entre deux pneus d'un ensemble jumelé (pour les engins de transport) ou entre essieux avant et arrière (pour les chargeuses) génère une usure irrégulière et plus rapide de l'ensemble des pneumatiques.

(voir aussi le chapitre « Jumelage »)



Sur un jumelé, ne pas monter de pneus d'usures différentes

Des tolérances sont néanmoins acceptées.

Pour les chargeuses, une différence de diamètre :

- de 6 % entre les essieux avant et arrière ;
- de 3 % entre les deux pneus d'un même essieu.

Tolérances définies dans la norme SAE J2204.

Certains constructeurs préconisent des valeurs différentes ; consulter la fiche technique de la machine concernée.

Pour les tombereaux rigides, une différence maximale de diamètre :

- de 3 % entre les montes gauche et droite ;
- de 1 % entre deux pneus jumelés.

Pour les tombereaux articulés, une différence maximale de diamètre :

- de 2 % entre les essieux avant et arrière ;
- de 1,5 % entre les deux essieux arrière ;
- de 1,5 % entre les pneus d'un même essieu.

Entretien mécanique des véhicules

Le mauvais état mécanique d'un engin influe sur la durée de vie des pneus qu'il utilise.

Par exemple :

- des freins défectueux font chauffer les roues de manière excessive, provoquant une usure des pneus plus rapide que la normale ;
- un mauvais parallélisme des roues directrices d'un engin de transport entraîne une usure anormale, rapide et différente, des épaules interne et externe du pneu (voir chapitre « *Inspection des machines* »). Une permutation des pneus sur un même essieu est alors nécessaire en cours de vie, faute de quoi un retrait prématuré est inéluctable ;
- des suspensions mal réglées, du jeu dans les fusées, les rotules, les pivots entraîne des usures irrégulières qui peuvent limiter les performances du pneu voire entraîner son retrait prématuré.



Vérifier régulièrement l'état mécanique de l'engin

Surcharge des machines

Fréquentes en exploitation, elles peuvent provenir :

- de la nature et/ou de l'état du matériau travaillé (densité, taille des fragments transportés) ;
- d'un mauvais chargement ou d'une répartition inégale des charges sur les différents pneus.

Influence du niveau de surcharge sur la durée de vie du pneu (à titre indicatif) :

Surcharge en %	Réduction de durée de vie en %
10	15
20	30
30	50



Un chargement non centré provoque une surcharge latérale ponctuelle

Surcharge permanente

Si le matériau travaillé a une densité plus élevée que d'habitude, la charge emportée dans le godet est plus lourde ; il est alors nécessaire de réduire le nombre de godets chargés dans le tombereau afin d'en éviter sa surcharge.

Surcharge ponctuelle

Elle est souvent liée à un chargement non uniforme faisant porter la plus grande partie de la charge sur un essieu, un côté, un pneu, etc.

Conduite des engins

La manière de conduire les engins peut réduire notablement la durée de vie des pneus comme :

- une conduite inadaptée : accélérations brusques, freinages puissants et répétitifs, virages pris à grande vitesse ;
- le patinage des roues motrices (scrapers lors du chargement, chargeuses en front de taille).



Une conduite inadaptée dégrade les pneus

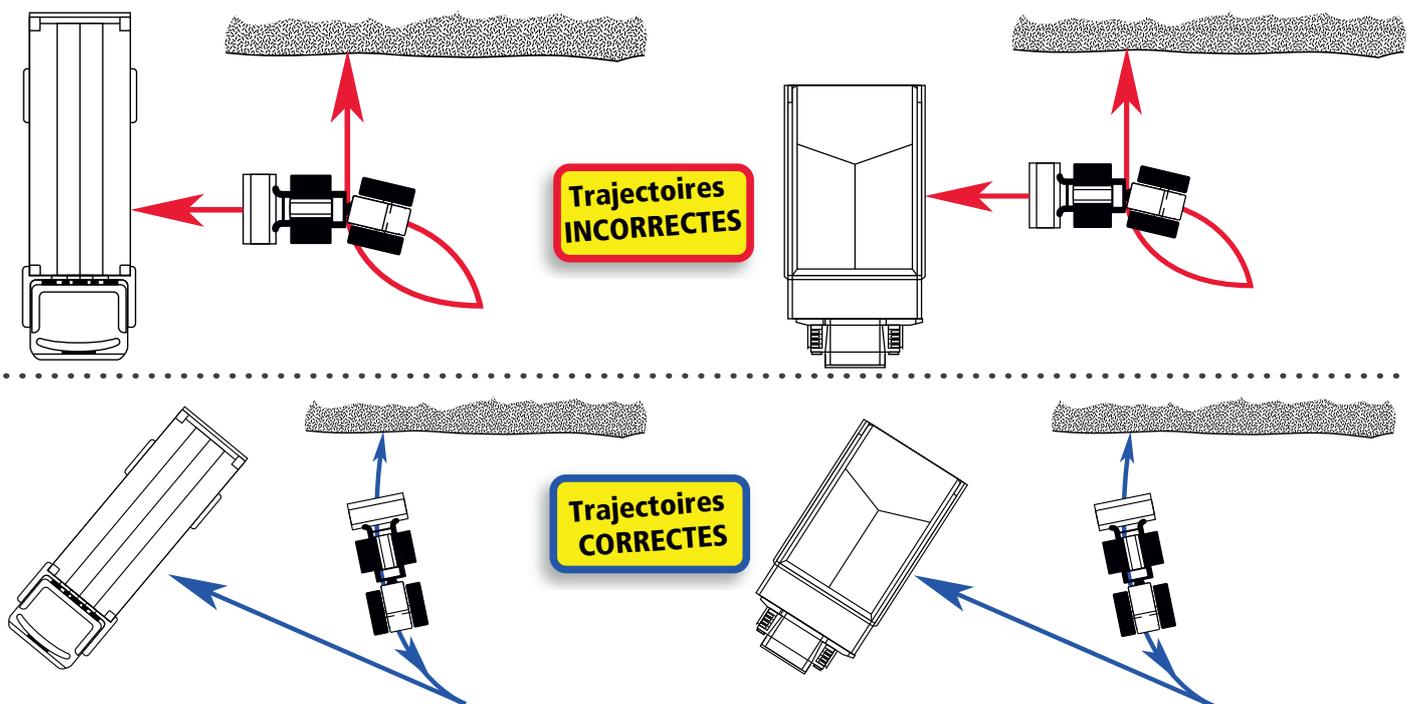
Conduire et charger des machines selon les règles

Former les opérateurs et veiller à la qualité de leur travail sont des éléments déterminants quant à la conduite des machines et au bon chargement des engins de transport.

Il est nécessaire que les opérateurs :

- optimisent le positionnement des différents engins lors des chargements front de taille ;
- s'adaptent aux conditions du site ou de chaque partie de celui-ci.

Chargeuse opérant entre les points de chargement et de déchargement



Chargement en front de taille

Influence des pistes, facteurs clés pour la longévité des pneumatiques

Tracé et entretien des pistes

Concevoir des pistes adaptées

Le profil des pistes (en longueur comme en largeur), la forme et le relevé des virages, l'importance des pentes ont une influence significative :

- sur la surcharge ponctuelle en roulage, lors des montées ou descentes en charge ;
- sur le ripage des pneus, favorisant la séparation entre la bande de roulement et la carcasse.

Par exemple :

- une pente abordée en descente par un engin de transport chargé augmentera la charge sur l'essieu avant dans des proportions équivalentes à la valeur de la pente ;
- une piste droite mais bombée augmente significativement :
 - la charge supportée par les pneus situés du côté externe ;
 - les efforts de dérive sur l'essieu avant.

Entretenir régulièrement les pistes

Le nettoyage des aires de chargement, l'enlèvement de tout obstacle (roches tombées pendant le transport, débris, etc.) limitent les risques de blessure des pneus (chocs, coupures, perforations, etc.).

Construire des pistes

Lors de la construction des pistes, il faut relever correctement les virages dont les rayons et l'inclinaison doivent être compatibles avec les vitesses habituelles de passage des tombereaux.

Pour des roulages sur courbes non relevées, suivre les indications du tableau suivant :

Rayon minimum		Vitesse maximale	
15 m	50 ft	8 km/h	5 mph
25 m	80 ft	10 km/h	6 mph
50 m	165 ft	15 km/h	9 mph
75 m	245 ft	20 km/h	12 mph
100 m	330 ft	25 km/h	15 mph
200 m	655 ft	30 km/h	20 mph



Pistes avec virages relevés

Choisir les pneumatiques adaptés à l'usage

Les meilleurs pneus ne pourront donner entière satisfaction que si :

- leur choix est adapté à la fois au véhicule et aux conditions d'utilisation ;
- leur mise en œuvre et leur utilisation respectent les préconisations du manufacturier.



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin peuvent, sur demande des exploitants d'engins, pratiquer des études de sites et préconiser les montes de pneus les plus adaptées à chaque type de matériel présent.

Longueur et durée des cycles

Des cycles longs favorisent des vitesses élevées (surtout sur pistes bien aménagées) et donc des élévations importantes de température à l'intérieur des pneus.

Il en est de même lorsque le temps de roulage est important comparé au temps de repos du véhicule (attente, chargement).

Facteurs d'influence sur la durée de vie des pneus

APPLICATIONS

- Conditions climatiques
- Nature et pente de la piste
- Longueur des cycles
- Tracé des pistes
- Tracé des virages
- Type et taille des engins
- Vitesse en courbe
- Vitesse moyenne
- Densité des matériaux transportés
- Répartition de la charge
- Position de la roue sur le véhicule

PROCESS

- Modes opératoires
- Fréquence des surcharges
- Vitesse maximale
- Habilité de l'opérateur
- Conduite de la machine

VIE DU PNEU

- Structure du pneu
- Type de sculpture
- Profondeur de sculpture
- Choix des pneus

TYPE DE PNEU

- Entretien des pistes
- Entretien des aires de chargement
- Entretien des aires de déchargement
- Contrôle des pressions de gonflage
- Inspection des machines
- Examen périodique des pneus
- Réparation des pneus
- Recreusage
- Rechapage

MAINTENANCE

INSPECTION DES MACHINES

84 INTRODUCTION

85 PARALLÉLISME

86 SUSPENSIONS



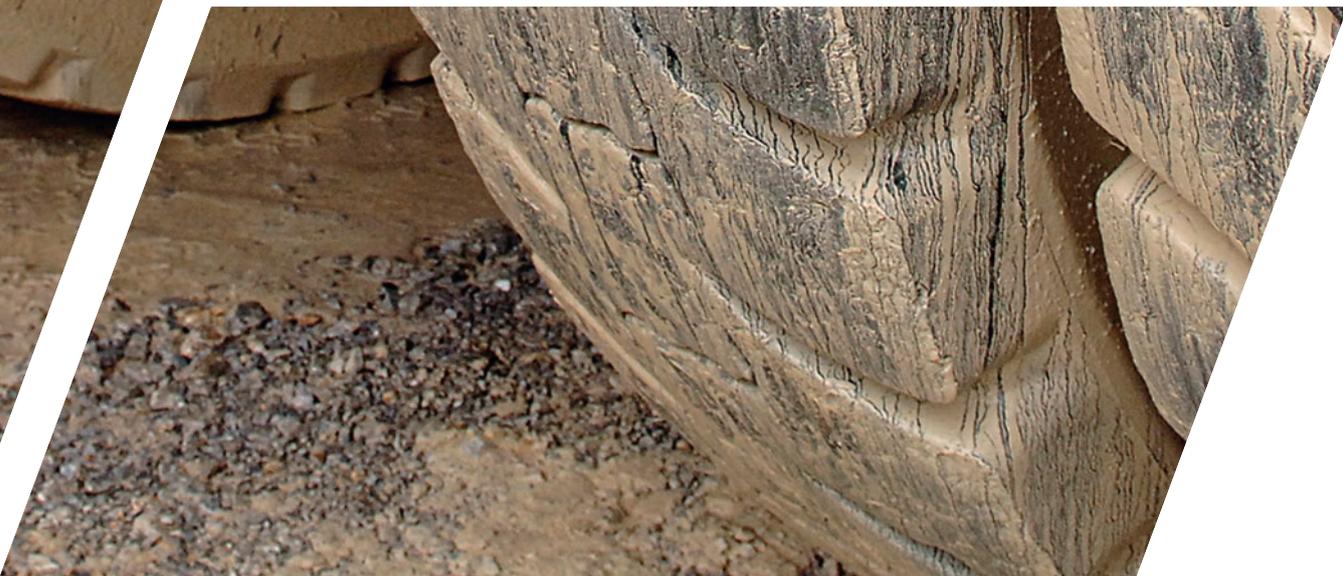
INSPECTION DES MACHINES

Un pneumatique subit les contraintes qui lui sont imposées par la machine sur laquelle il est monté, et par les pistes empruntées.

Au même titre que l'entretien des voies de circulation, l'entretien des engins a un impact direct sur la performance des pneumatiques.

Géométrie des essieux (parallélisme, carrossage), réglage et état de la suspension sont des paramètres de première importance.

Le carrossage n'étant généralement pas directement réglable sur les engins de Génie Civil, ce chapitre est consacré au réglage du parallélisme et à celui des suspensions.



Parallélisme

Le parallélisme, c'est quoi ?

Le parallélisme fait référence à l'angle (vu du dessus) formé par les roues d'un même essieu.

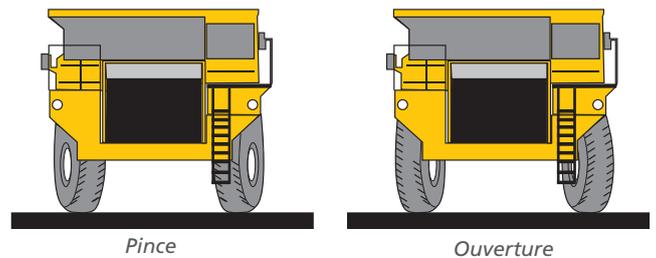
Pour optimiser leur durée de vie, les pneus doivent, en roulage, rester aussi parallèles que possible, à la fois à vide et en charge.

Il y a :

- « pince » ou « pincement » lorsque la distance entre l'avant des roues est plus faible que celle entre l'arrière des mêmes roues ;
- « ouverture » dans le cas contraire.

La valeur de pince préconisée par le constructeur est mentionnée dans le manuel d'entretien de chaque machine. Elle n'est pas forcément « 0 » car :

- les mesures de parallélisme se font à l'arrêt, de préférence à vide et si possible roues pendantes ;
- la valeur de pince ou d'ouverture peut résulter d'un compromis entre usure du pneu et comportement du véhicule, ou entre parallélisme à vide et en charge.



Le réglage du parallélisme se fait roues pendantes

Conséquences d'un défaut de parallélisme

Pince et ouverture entraînent une usure irrégulière et accélérée du pneu aux épaules : épaule extérieure en cas de pince, épaule intérieure en cas d'ouverture. On parle alors d'usure « en cône », avec la présence caractéristique d'arêtes vives dans le sens transversal des sculptures.

Cette usure est d'autant plus rapide que le sol est adhérent et abrasif. C'est pourquoi les tolérances sont plus faibles pour les machines évoluant sur route que pour celles travaillant sur pistes ou sur sols meubles.



Usure en cône

/// Réglage du parallélisme

Le parallélisme **ne se règle que sur les essieux directeurs** ; il est par nature fixe pour un essieu rigide.

Le réglage du parallélisme se fait en général en modifiant la longueur de la (des) bielle(s) de direction, généralement filetée(s) à cet effet.

La valeur de pince préconisée par le constructeur est mentionnée dans le manuel d'entretien de chaque machine. Pour les véhicules comportant plus de deux essieux (certaines grues, enjambeurs), le réglage du parallélisme passe par la vérification du bon alignement des essieux les uns par rapport aux autres.



Le réglage du parallélisme passe par la vérification de l'alignement des essieux

/// Suspensions

Parmi les engins de Génie Civil, seuls les tombereaux rigides et articulés, les enjambeurs et les grues sont pourvus de suspensions.

Différentes technologies sont employées pour donner une raideur verticale à la suspension : ressorts à lame ou à spires, vérins (hydro) pneumatiques, etc.

Seule une suspension hydropneumatique permet un réglage de la raideur en modifiant la pression de gonflage. Toute fuite de gaz ou d'huile modifie les caractéristiques de la suspension.

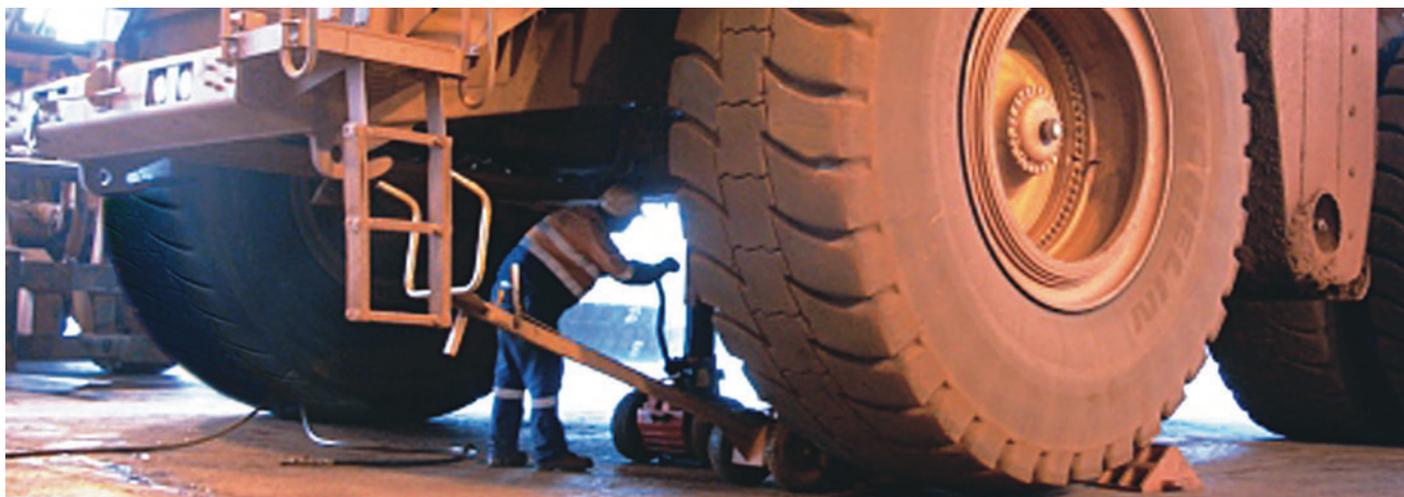
/// Réglage des suspensions

La méthode varie selon la marque et le type d'engin ; elle est précisée dans le manuel d'entretien de celui-ci.

Elle comporte généralement les étapes suivantes :

- mise de l'engin sur cales, roues pendantes ;
- vidange du gaz sous pression dans les éléments de suspension ;
- appoint d'huile jusqu'à un niveau défini par le constructeur ;
- remise sous pression des éléments de suspension jusqu'à la valeur préconisée, par ajout de gaz (azote en général) ;
- pose de l'engin au sol.

Un réglage correct ne peut être fait qu'en atelier, et en utilisant le matériel adapté.



Régler les suspensions nécessite une mise sur cales du véhicule

Détection d'un mauvais réglage des suspensions

Méthode générale : observer les parties visibles des tiges des vérins de suspension

La différence de longueur entre les parties visibles des tiges des vérins de suspension d'un même essieu et/ou la présence de traces d'huile sur ces vérins peut donner une indication sur l'état des suspensions.

Cette méthode n'est pas toujours fiable : une fuite de gaz ne se voit pas forcément ! C'est pourquoi le manuel d'entretien de la machine peut également indiquer une méthode plus sûre de détection d'un mauvais réglage.

Méthode adaptée aux tombereaux rigides : recourir à des pesons pour contrôler la répartition des charges sur chaque pneu

Cette méthode, très précise mais complexe consiste à :

- mesurer la charge portée par chacun des pneus (ou des jumelés) de l'engin, à vide et en charge,
- puis à observer la répartition de celle-ci.

1^{re} étape : vérifier la pression des pneumatiques.

2^e étape : procéder à la pesée de l'engin.

3^e étape : déterminer la charge théorique portée par chaque pneumatique ou jumelé.

Méthode de calcul de la charge portée par chaque pneu ou jumelé

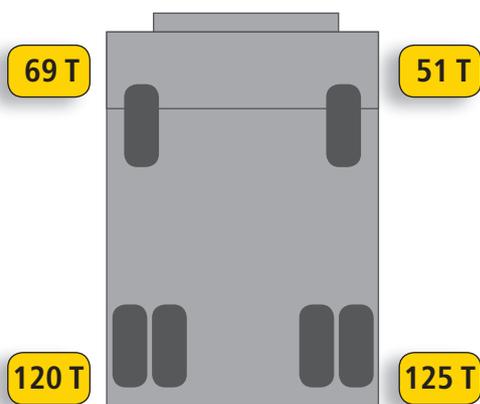
Pour une charge totale donnée, on a :

$$\text{Charge portée par chacun des pneus ou des jumelés} = \frac{\text{Charge portée par l'essieu} \times \text{Charge portée par le côté}}{\text{Charge totale}}$$

Un écart entre cette charge théorique (calculée) et la charge mesurée indique un défaut de réglage de suspension.

Exemple

Les schémas ci-dessous sont donnés à titre d'exemple : pour chaque position, les nombres indiquent les charges mesurées.



En appliquant la formule décrite plus haut, on détermine la répartition théorique de charge :

• **pneu avant gauche :**

$$\frac{(69+51) \times (69+120)}{(69+51+120+125)} = 62 \text{ tonnes vs. } 69 \text{ tonnes mesurées}$$

• **pneu avant droit :**

$$\frac{(69+51) \times (51+125)}{(69+51+120+125)} = 58 \text{ tonnes vs. } 51 \text{ tonnes mesurées}$$

• **jumelé arrière gauche :**

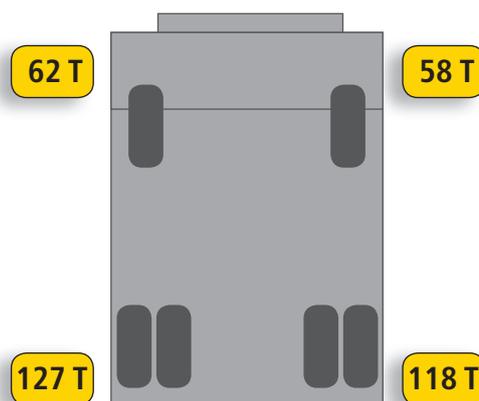
$$\frac{(120+125) \times (69+120)}{(69+51+120+125)} = 127 \text{ tonnes vs. } 120 \text{ tonnes mesurées}$$

• **jumelé arrière droit :**

$$\frac{(120+125) \times (51+125)}{(69+51+120+125)} = 118 \text{ tonnes vs. } 125 \text{ tonnes mesurées}$$

Les charges théoriques ne correspondent pas aux charges mesurées : la suspension est donc mal réglée.

Le schéma ci-contre correspond au même camion après réglage : charges mesurées et charges calculées sont identiques.



BON À SAVOIR

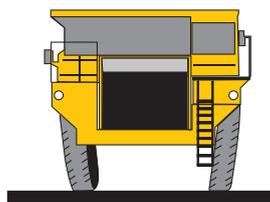
Les techniciens Michelin peuvent vous aider à organiser une campagne de pesées et vous conseiller sur la méthode à employer.

Conséquences d'un mauvais réglage des suspensions

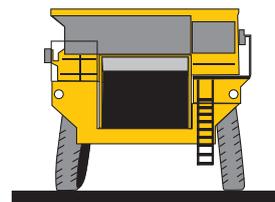
Un réglage inadapté des suspensions peut conduire à la surcharge de certains pneumatiques.

Bien que l'usure des pneus apparaisse visuellement assez semblable à celle du défaut de parallélisme, la différence est notable au toucher : absence d'arêtes vives.

Même si un mauvais carrossage (ou un mauvais réglage des suspensions) induit une baisse notable de la durée de vie des pneus, la dégradation est moins pénalisante que celle issue d'un défaut de parallélisme.



Carrossage positif
(ou contre-carrossage)



Carrossage négatif



Pesée d'un tombereau rigide



Pesons installés



Machine en cours de pesée

Exemples de réglages possibles pour chaque type d'engin

MACHINE	ESSIEU	PARALLÉLISME	CARROSSAGE	SUSPENSION (RAIDEUR)	COMMENTAIRES
CHARGEUSE 	Toutes positions				
CHARIOT ÉLÉVATEUR 	Toutes positions	*			* excepté l'essieu avant, non directeur
DÉCAPEUSE 	Toutes positions				
GRUES TC ET AT 	Toutes positions	*			Ajustement de l'alignement des essieux habituellement possible * excepté les essieux non directeurs
NIVELEUSE 	Avant				Une commande permet d'ajuster le carrossage de l'essieu pour compenser la dérive induite par le travail de la lame
	Arrière				
REACH STACKER 	Toutes positions	*			* excepté l'essieu avant, non directeur
STRADDLE CARRIER 	Toutes positions			*	* possible, si la suspension est de type hydro-pneumatique
TOMBREAU ARTICULÉ 	Toutes positions			*	* possible, si la suspension est de type hydro-pneumatique
TOMBREAU RIGIDE 	Toutes positions	*			* excepté l'essieu arrière, non directeur

 Réglage facile

 Réglage nécessitant un retour en atelier et une immobilisation plus longue

 Réglage impossible

EXAMEN DES PNEUS SUR VÉHICULES

92 INTRODUCTION

93 PRÉCAUTIONS PRÉALABLES

94 MODE OPÉRATOIRE

96 POINTS À VÉRIFIER



EXAMEN DES PNEUS SUR VÉHICULES

L'examen des pneus doit faire partie de l'inspection périodique des machines ; il en est même l'un des aspects majeurs.

Des véhicules immobilisés à cause d'un arrêt non programmé font perdre de la production, et engendrent un coût d'immobilisation non négligeable.

Le meilleur moyen d'éviter ces incidents est de vérifier l'état des véhicules, et au cours de ce contrôle, d'examiner systématiquement les pneus, les roues ainsi que les accessoires liés au gonflage (valves, bouchons de valve, rallonges de gonflage, etc.).

Cet examen doit être mené dans le respect des règles de sécurité. Sa pertinence et son efficacité passent par le respect du mode opératoire conseillé.

CET EXAMEN CONSISTE À :

- repérer les blessures et amorces de blessures pour réparer les pneus pendant qu'il en est encore temps ;
- estimer l'usure des pneus pour planifier les éventuelles interventions (permutation, réparation, recreusage, rechapage, etc.) ;
- décider de démonter le pneu s'il est jugé usé ou dangereux ;
- détecter, par observation des formes d'usure, le dérèglement de la géométrie du véhicule (parallélisme, carrossage, etc.) ;
- et, systématiquement avant nouvelle mise en route, vérifier la pression de gonflage.

Chacune de ces questions est traitée dans ce chapitre.

Précautions préalables



Repérer les blessures et amorces de blessures

Sécurité des opérateurs : ne rien oublier !

Tout opérateur effectuant l'examen d'un véhicule doit être équipé des protections individuelles suivantes :

- un casque ;
- des lunettes de protection ;
- un baudrier ou un gilet de sécurité à bandes réfléchissantes ;
- des gants ;
- des chaussures ou des bottes de sécurité.



Ne jamais porter de protections auditives lors de l'inspection des pneus sur véhicules, afin de pouvoir entendre la mise en route éventuelle du moteur de l'engin, ou l'arrivée d'un autre véhicule.



L'examen des pneus sur véhicules nécessite le port de protections individuelles de sécurité

Examen des pneus

Dispositions préalables : véhicule vide, à l'arrêt et freins de parking enclenchés

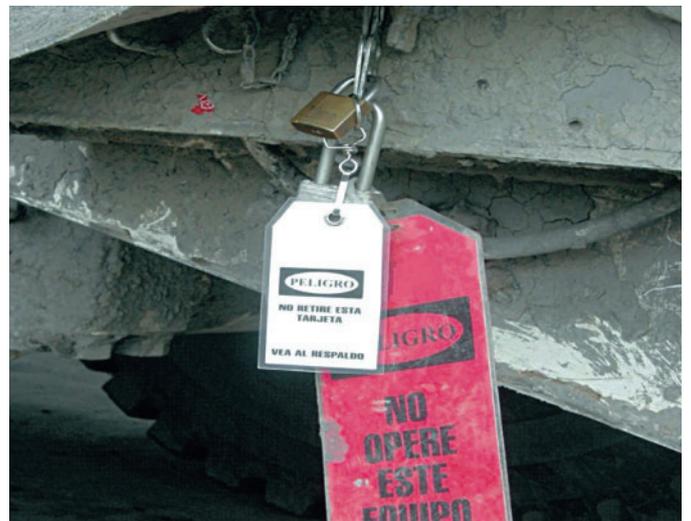
- Quel que soit le type d'examen pratiqué, il est préférable d'opérer autour d'un véhicule vide.

S'il est nécessaire d'intervenir autour de véhicules en charge (par exemple pour des pesées), les opérateurs doivent se tenir à une distance suffisante pour se protéger d'éventuelles chutes de matériaux, en particulier lors de l'arrêt et du redémarrage de l'engin.



- L'examen du véhicule doit être réalisé moteur arrêté et freins de parking serrés.

Le cadenas de sécurité doit être verrouillé. Si le véhicule n'en est pas équipé, il est impératif que le conducteur descende de la machine avant toute intervention sur les pneumatiques.



S'il existe, verrouiller le cadenas de sécurité

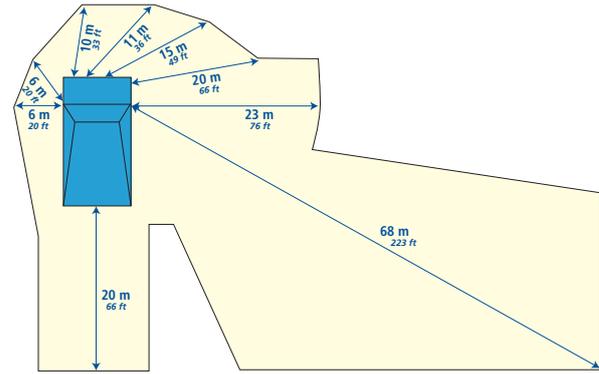
Pendant l'examen : attention aux angles morts !

Les angles morts sont potentiellement sources de danger. La zone de non visibilité augmente avec la taille du véhicule; elle est proportionnellement plus étendue que la taille de l'engin ne le laisse imaginer.

Lorsque l'examen des pneus des plus gros engins (utilisés dans les mines et dans les carrières) nécessite le déplacement de ceux-ci, l'opérateur est amené à opérer hors du champ de vision du conducteur. C'est pourquoi il est alors préférable d'avoir recours à une équipe de deux techniciens :

- l'examineur procède à l'observation ;
- le coordinateur se tient en permanence devant le véhicule, bien en vue du conducteur pour lui transmettre les informations lorsque des déplacements sont nécessaires.

À la fin de l'examen, les deux opérateurs se regroupent à gauche du véhicule (du côté de la cabine). Le coordinateur peut alors signifier au conducteur que le véhicule est prêt à repartir.



Zones de non visibilité autour des gros dumpers



Le véhicule est libéré, les deux examinateurs sont sur le côté



Le règlement des sites d'exploitation définit généralement le protocole de sécurité à suivre lors de l'inspection des véhicules. Il est impératif de le respecter strictement.

Mode opératoire

Outils indispensables



L'examen du véhicule doit être réalisé moteur arrêté et freins de parking enclenchés

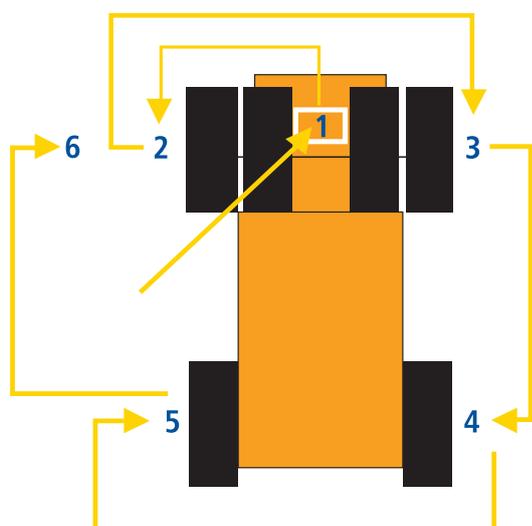
Le matériel nécessaire pour examiner un véhicule est le suivant :

- une lampe de poche ;
- une craie grasse ;
- un mètre à ruban ;
- une jauge de profondeur ;
- un manomètre étalonné ;
- une pince multiprise ;
- une pince à écarter ;
- un poinçon (ou un tournevis pour inspecter des pneus de grande taille).

Tour du véhicule : respecter strictement la procédure !



Chariot élévateur à mât télescopique



Examen des pneus sur un chariot élévateur à mât télescopique

Pour que l'examen soit complet, le tour du véhicule se décompose en trois étapes à suivre systématiquement et dans l'ordre indiqué :

Étape A :

Sécuriser et identifier le véhicule.

Se conformer avant tout au protocole défini dans le règlement intérieur du site.

En l'absence ou en complément de celui-ci, se référer aux préconisations décrites au paragraphe précédent, concernant la sécurisation du véhicule.

① Identifier le véhicule (n°, plaque d'immatriculation, etc.), et relever son kilométrage (ou le compteur horaire) ainsi que les informations disponibles dans l'habitacle (contrôle des voyants de surveillance des fonctions vitales de la machine).

Étape B :

Examen des pneus aux différentes positions.

En fonction du type de véhicule, chaque position est équipée en simple ou avec des jumelés.

Par exemple :

- Un dumper rigide est monté en simple à l'avant et avec des jumelés à l'arrière ;
- Un reach staker l'est à l'inverse : jumelés à l'avant et pneus en simple à l'arrière.

L'examen est réalisé en tournant autour du véhicule dans le sens des aiguilles d'une montre. À chaque position, la roue (jante + pneu) ou l'ensemble jumelé est examiné attentivement, sans oublier de regarder les organes de suspension du côté opposé.

- ② Commencer par l'examen de la position avant gauche ;
- ③ Passer ensuite à l'avant droit ;
- ④ Puis à l'arrière droit ;
- ⑤ Terminer par l'arrière gauche.

Étape C :

Fin de l'examen.

⑥ Vérifier qu'autour du véhicule aucun objet n'ait été laissé au sol puis

- S'en éloigner du côté de la cabine du conducteur ;
- Se placer à une distance suffisante du véhicule afin d'être parfaitement visible du chauffeur ;
- Informer celui-ci de la fin de l'examen.



Commencer par la roue avant gauche puis faire le tour du véhicule

Points à vérifier

Sur le pneu

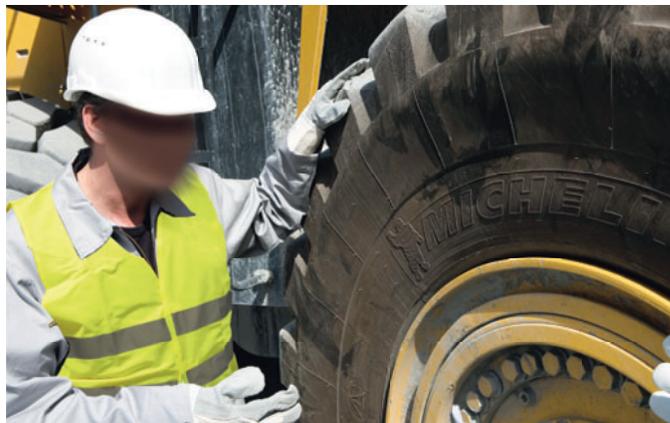
Étape 1 : Examiner le flanc extérieur et noter le matricule du pneu.

Étape 2 : Vérifier la pression (le constat d'une pression inadéquate peut aider dans l'analyse de l'étape suivante).

Étape 3 : Observer la bande de roulement, son aspect, la régularité de son usure, la présence éventuelle de blessures pouvant atteindre les nappes sommet.

Étape 4 : Vérifier la profondeur de sculpture, en faisant des mesures au centre de la bande de roulement ainsi que sur les épaules intérieure et extérieure du pneu.

Étape 5 : Examiner le flanc intérieur du pneu.



Vérifier l'aspect de la bande de roulement

Pour les pneus jumelés

Le protocole d'examen est identique à celui décrit précédemment, en commençant par le pneu extérieur.

Voir aussi chapitre « Jumelage » (en particulier : les aspects liés à la sécurité).

Pour retirer un objet coincé entre deux pneus jumelés, il est impératif de dégonfler les deux pneus.

Le démontage des roues peut parfois s'avérer nécessaire.



Tout objet coincé dans un jumelé présente un risque : il peut à tout moment être violemment expulsé par la pression exercée par les pneus.



BON À SAVOIR

Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances en matière d'inspection et de réparation des pneumatiques.



S'assurer qu'il n'y a pas d'objet coincé entre les deux pneus d'un jumelé

Que faire d'un pneu blessé ?

La réponse à cette question dépend de l'usure du pneumatique et de la gravité de la blessure. C'est pourquoi l'inspection doit être effectuée par un technicien formé pour cela :



Choisir de réparer un pneumatique légèrement blessé ou de le laisser en roulage ? Procéder à une réparation préventive est d'autant plus intéressant économiquement que le pneu est coûteux à l'achat et/ou qu'il est encore faiblement usé.

- blessure grave (nappes carcasses visibles) : envoi immédiat en réparation ou, si le pneu est trop usagé, mise aux déchets sans délai.
- blessure bénigne sur la gomme (nappes carcasses non visibles) :
 - si le pneu est déjà assez usagé, le laisser en roulage, sous réserve d'une inspection régulière de la blessure : une aggravation progressive ou rapide est en effet toujours possible ;
 - si le pneu est encore relativement neuf, faire procéder à une réparation préventive (voir chapitre « Réparation des pneus »).

Sur la roue

Vérifier :

- l'absence de criques ou de déformations importantes de la jante ;
- le bon serrage des écrous.



Noter les traces éventuelles d'huile : elles peuvent être révélatrices de fuite.



Vérifier la roue

Sur le véhicule

Si le véhicule est muni de chasse-pierres, vérifier que le dispositif ne frotte pas exagérément sur le flanc des pneus. En contrôler l'état général (chasse-pierres non tordus, tranchants non acérés).



Vérifier les chasse-pierres

Vérification de la pression de gonflage

Avant de procéder au contrôle, débarrasser la valve de la gangue de terre pouvant l'entourer et dégager son extrémité pour éviter que le mécanisme intérieur (l'obus de la valve) ne soit bloqué par des petits cailloux tombant dans le conduit de valve.

Pour vérifier la pression de gonflage, l'opérateur doit porter des lunettes de protection et utiliser un manomètre étalonné.



Avant de procéder au contrôle de pression, nettoyer la valve

Normalement, l'opération doit être effectuée pneumatiques froids

Sont considérés comme froids tous pneumatiques vérifiés après un arrêt prolongé de la machine, le temps d'arrêt nécessaire augmentant avec la taille du pneumatique.

Si la pression mesurée présente un écart supérieur à 10 % par rapport à la pression conseillée, le réajustement doit être effectué le plus rapidement possible.

Dans le cas d'une pression anormalement basse, procéder à une détection de fuite en répandant de l'eau savonneuse sur les parties suspectes, notamment la valve et l'embase. S'assurer de la présence, de l'état et du serrage (à la main) du bouchon de valve. Le changer s'il est défectueux car c'est l'un des éléments garantissant l'étanchéité du pneu.



À froid, la pression doit respecter la recommandation à +/- 10 %

Si l'opération est effectuée pneumatiques chauds

Sont considérés comme chauds tous pneumatiques vérifiés alors que le véhicule est en cours d'utilisation.

La pression mesurée doit être supérieure à la pression conseillée pour le même pneumatique à froid.

Si le véhicule a été, avant son arrêt, utilisé dans des conditions normales, la différence entre la pression mesurée et la pression conseillée ne doit pas être supérieure à 25 % de la pression conseillée.

Signaler immédiatement au responsable de la maintenance des pneumatiques du site tout dépassement de cette limite.

Si la pression est inférieure à la valeur conseillée, procéder à une recherche éventuelle de fuite.



Ne jamais dégonfler un pneu chaud.

Vérifier les pressions à distance

Équiper les pneus d'un capteur de pression permet des contrôles à distance (sans avoir à stopper l'engin).

Michelin a développé son propre système de contrôle de température et de pression, principalement destiné aux véhicules miniers : le **MEMS (Michelin Earthmover Management System)**.

(Voir le chapitre « Facteurs influençant la durée de vie des pneus »)



Avec le MEMS, vérifier la pression des pneus à distance sans avoir à stopper les engins

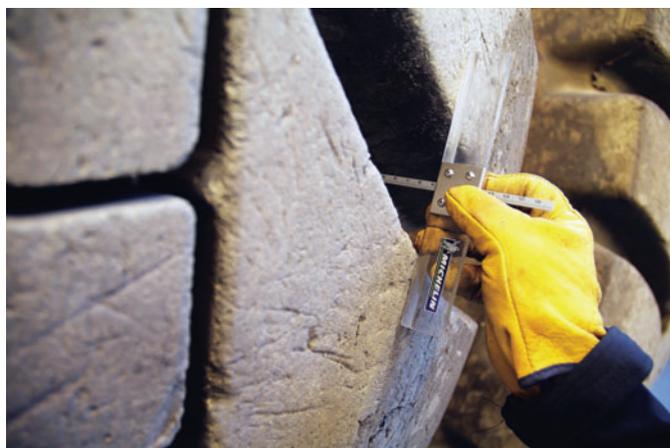
Mesure de l'usure d'un pneu

Elle doit être réalisée aux points spécifiés par le manufacturier. Attention, les emplacements peuvent être différents d'une sculpture à une autre.

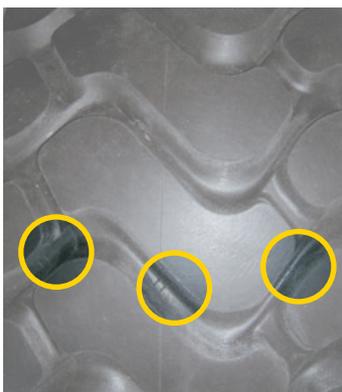
Pour faire un relevé précis de l'usure d'un pneu, les mesures de la profondeur de sculpture doivent être effectuées en plusieurs points équidistants répartis sur toute la circonférence de la bande de roulement, tant au centre qu'aux épaules.

Une profondeur de sculpture très différente (écart supérieur à 10 %) entre les deux côtés de la bande de roulement peut révéler un dérèglement de la géométrie du train concerné (voir le chapitre « Inspection des machines »).

Des usures irrégulières sur la circonférence peuvent être l'indice d'une anomalie mécanique.



Mesurer la profondeur résiduelle de sculpture aux emplacements prévus, et en plusieurs endroits



Localisation des témoins d'usure sur un pneu MICHELIN® XHA® 2



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin maîtrisent le processus d'examen des véhicules. Contactez-les pour bénéficier de leurs conseils.

EXAMEN DES PNEUS DÉMONTÉS

100 INTRODUCTION

101 DIAGNOSTIC COMPLET
ET MESURES À PRENDRE

102 OUTILS NÉCESSAIRES À L'EXAMEN
D'UN PNEU ET MODE OPÉRATOIRE



EXAMEN DES PNEUS DÉMONTÉS

Examiner régulièrement les pneus est impératif tant en terme de sécurité que de réduction des coûts d'exploitation.

Profiter systématiquement des opérations de permutation des pneus sur les engins pour les inspecter avec attention et en détail permet d'améliorer leur durée de vie.

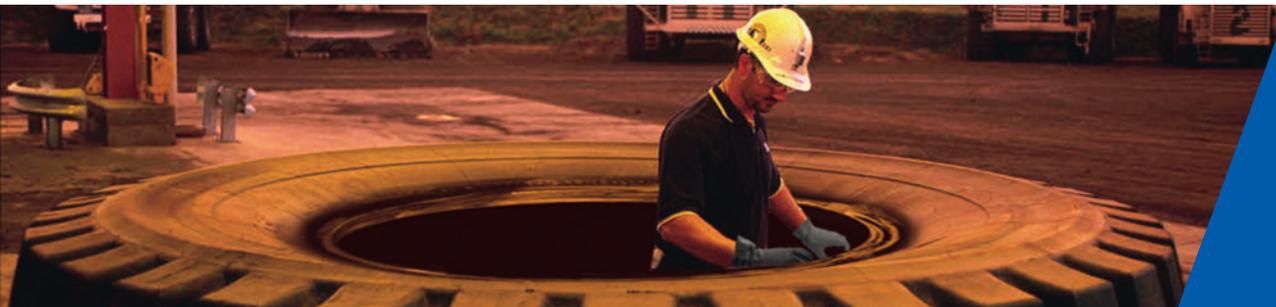
L'examen d'un pneu doit suivre une méthode rigoureuse ; il doit être réalisé par un technicien par ailleurs équipé des protections individuelles adaptées.

Selon l'état des pneus, les conclusions s'imposent comme :

- *orienter les pneus vers la réparation ou le rechapage ;*
- *choisir des pneus neufs mieux adaptés aux conditions d'usage ;*
- *prendre des mesures d'amélioration des conditions de roulage, pour réduire la fréquence et la gravité des dommages.*



Diagnostic complet et mesures à prendre



Inspection du talon d'un pneu minier

Quand retirer un pneu ?

Les pneus doivent toujours être démontés lorsque :

- leur limite d'usage est atteinte ;
- détériorés, ils présentent un risque potentiel pour les personnes et les matériels.

L'utilisation de matériels de manutention adaptés à la taille du pneu est fortement recommandée pour démonter le pneu du véhicule.



Profiter des permutations pour inspecter les pneus

Que faire du pneu après son observation approfondie ?

Si le pneu est en bon état et n'a pas encore atteint sa limite d'usage, effectuer :

- soit un remontage direct sur véhicule ;
- soit une mise en stock.

Si le pneu est abîmé :

- le démonter de la jante ;
- l'envoyer à l'atelier de réparation ou de rechapage ;
- le mettre aux déchets avec recyclage éventuel, dans le respect des réglementations environnementales en vigueur localement.

Quelles sont les causes des dommages ?

Demander à un technicien qualifié d'examiner attentivement les pneus démontés permet souvent de comprendre la cause des dommages.

Identifier cette cause permet d'y remédier ou d'en amoindrir les effets par la mise en place d'un plan d'amélioration.



Bien que parfois contraignant, l'examen systématique des pneus démontés est donc une opération indispensable à la bonne gestion d'un parc de pneumatiques.

Outils nécessaires à l'examen d'un pneu et mode opératoire

Le matériel de manutention

Par mesure de sécurité, la plupart des manipulations nécessitent un matériel de manutention adapté.

Selon la taille du pneu et les engins disponibles sur le site, il est recommandé d'utiliser :

- un chariot élévateur ;
- une chargeuse ;
- une grue fixée sur le plateau d'un camion.

Il est préférable d'équiper les matériels d'une pince à pneu (dite « tyre-handler »).



Chargeuse équipée de pinces



Chariot élévateur équipé de pinces



Examen d'un pneu par un technicien



Examen de l'intérieur du pneu, une étape indispensable



Lors de la manutention et de l'examen de pneumatiques, porter systématiquement les équipements individuels de protection (casque, lunettes, gants et chaussures de sécurité).

Les outils

Pour effectuer un examen, prévoir le matériel suivant :

- lampe de poche ;
- mètre à ruban ;
- jauge de profondeur de sculpture ;
- pince à écarter ;
- poinçon (ou tournevis pour inspecter des pneus de grande taille) ;
- craie grasse.



Poinçon



Pince à écarter

« Le tour du pneu » en 7 étapes

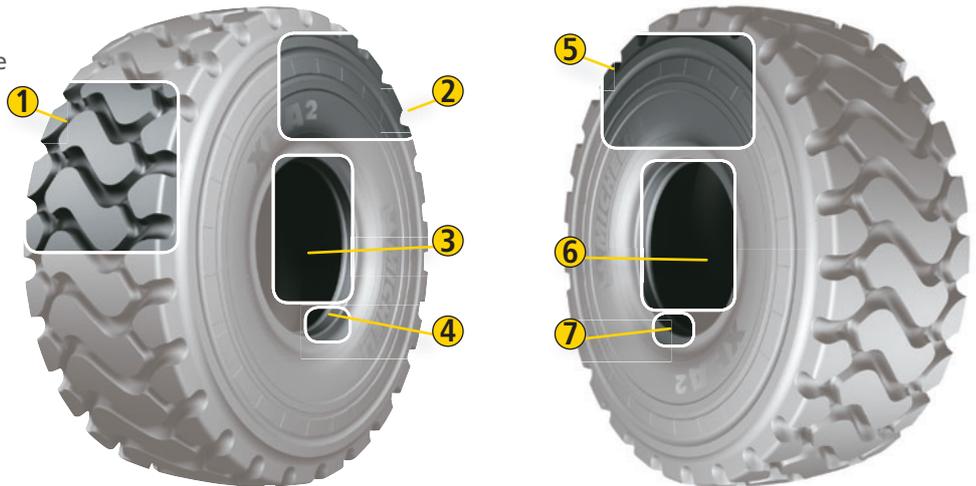
Préliminaire :

Pour pouvoir examiner correctement toutes les zones du pneu, le nettoyer avant toute inspection.

À chaque étape, réaliser une observation visuelle et tactile, à la recherche d'éventuelles déformations, arrachements, fentes, blessures, arêtes vives (rugueuses au toucher), etc.

ÉTAPES

- 1 La bande de roulement et l'épaule du pneu, pour connaître ses conditions d'utilisation.
- 2 L'extérieur du premier flanc.
- 3 L'intérieur du flanc opposé. (jusqu'au centre de la bande de roulement)
- 4 Le bourrelet du premier flanc.
- 5 L'extérieur du deuxième flanc.
- 6 L'intérieur du premier flanc. (jusqu'au centre de la bande de roulement)
- 7 Le bourrelet du flanc opposé.



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin peuvent, sur demande, fournir toutes informations complémentaires.

Découper un pneu pour l'examiner

La découpe du pneu peut s'avérer nécessaire pour déterminer l'origine exacte d'un dommage.



Cette opération, qui peut être dangereuse, ne doit être pratiquée que par un technicien qualifié, équipé de protections spécifiques et disposant des outils adéquats.

RÉPARATION DES PNEUS

106 INTRODUCTION

107 ORGANISATION
DE L'ATELIER DE RÉPARATION

108 MÉTHODES DE RÉPARATION



RÉPARATION

En Génie Civil, les conditions d'utilisation des pneumatiques génèrent de fréquentes agressions, et parfois même de sévères dommages.

Les pneus Génie Civil MICHELIN peuvent, sous certaines conditions, être réparés ; cette possibilité a été prévue dès leur conception.

Réparer un pneu est une affaire de professionnels. Le réparateur est toujours l'unique responsable de la qualité de l'intervention sur le pneu.

Réparer un pneu est une affaire de professionnels.

Le réparateur est toujours l'unique responsable de la qualité de l'intervention sur le pneu.

Des Réseaux de Réparateurs Accrédités sont en cours de développement dans de nombreux pays.

L'accréditation y est accordée de manière conjointe par Michelin et un fabricant reconnu de produits de réparation.

Elle porte sur l'équipement de l'atelier, le professionnalisme des réparateurs, le strict respect des méthodes de réparation, l'utilisation des produits adaptés et la qualité technique des réparations effectuées.

AVANTAGES

Économie réelle et préservation de l'environnement

La réparation prolonge la vie d'un pneu qui, sans cette intervention, irait au rebut.

Deux conséquences essentielles :

- l'économie notable réalisée sur le poste pneumatique ;
- la contribution à la préservation de l'environnement en retardant la mise aux déchets.

Organisation de l'atelier de réparation

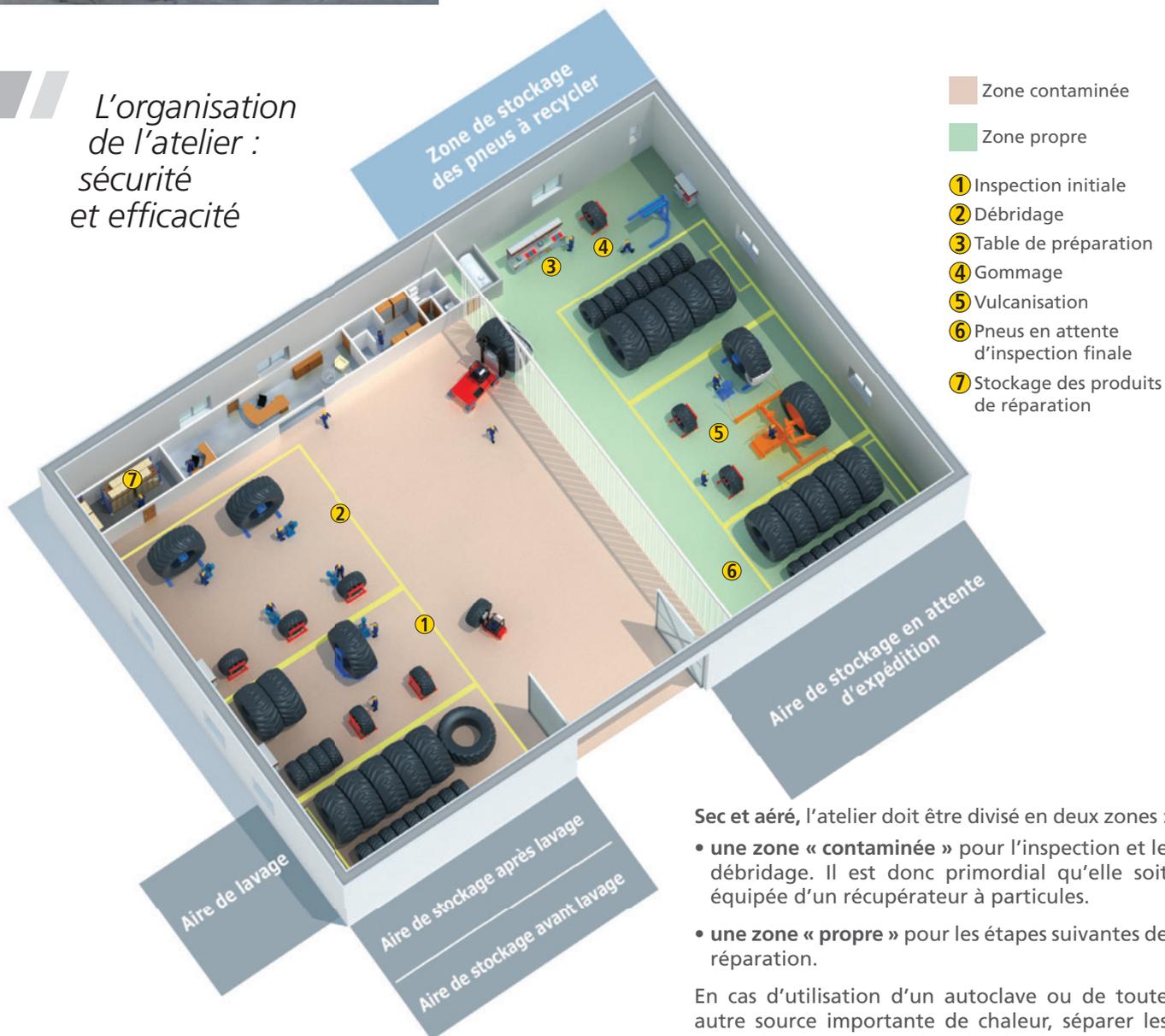


L'implantation des équipements

Elle doit permettre :

- une **productivité et une sécurité optimales** grâce à la limitation du déplacement des opérateurs, à l'optimisation des stocks intermédiaires ou encore au choix de l'éclairage, de la ventilation...
- une **organisation en deux flux** séparés pour éviter tout risque de pollution des pneus en cours de réparation :
 - flux des matériaux entrants : carcasses propres, produits de réparation
 - ← flux des matériaux sortants : pneus réparés, déchets matériaux

L'organisation de l'atelier : sécurité et efficacité



Sec et aéré, l'atelier doit être divisé en deux zones :

- une zone « **contaminée** » pour l'inspection et le débridage. Il est donc primordial qu'elle soit équipée d'un récupérateur à particules.
- une zone « **propre** » pour les étapes suivantes de réparation.

En cas d'utilisation d'un autoclave ou de toute autre source importante de chaleur, séparer les zones de gommage et de vulcanisation.

Méthodes de réparation



Réparation à froid ou à chaud : quels produits utiliser ?

Réparer un pneu nécessite l'utilisation :

- de gomme de bourrage pour colmater les blessures ;
- de gommes de liaison pour assurer une bonne cohésion entre les produits de réparation et le pneu réparé ;
- d'emplâtres et de pièces de réparation de dimensions adaptées aux blessures. Ils servent à renforcer la structure du pneu et à restituer son étanchéité à la carcasse ;
- de pièces de type « champignon », spécifiquement utilisées pour obstruer les blessures par perforation ;
- de produits de dissolution pour faciliter l'adhérence entre les différents produits.

- **N'utiliser que des produits compatibles entre eux. Le mieux est alors d'associer des produits du même fabricant.**
- **Respecter le sens et l'orientation de pose des emplâtres.**

Les réparations sont réalisées « à froid » ou « à chaud ».

Chacun de ces procédés implique l'utilisation de produits spécifiques, non compatibles pour une utilisation croisée ou simultanée (mélange de gommes par exemple).

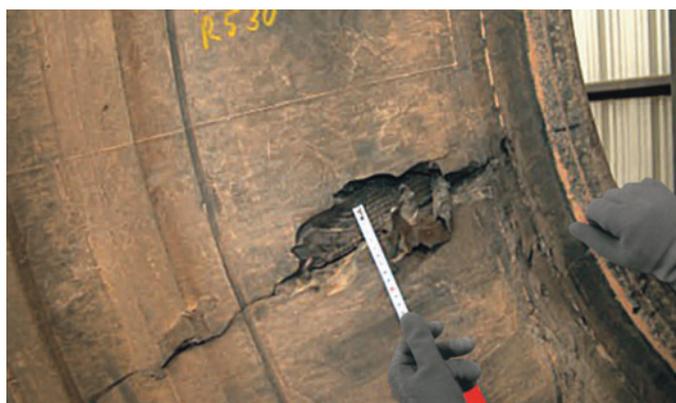
La réparation est dite « à froid » ou par autovulcanisation lorsqu'elle ne nécessite pas d'autre source extérieure de chaleur que celle apportée par le milieu ambiant (dès lors que celui-ci est à une température égale ou supérieure à 18°C - 64°F).

La réparation est dite « à chaud » lorsqu'elle nécessite un apport extérieur de chaleur pour la vulcanisation des gommes et la réalisation des liaisons entre les différents composants. Les produits doivent être adaptés aux équipements utilisés et les températures préconisées doivent être strictement respectées.



BON À SAVOIR

Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances générales en matière de réparation des pneumatiques Génie Civil.



Avant réparation



Après réparation

Les cotes de réparation

• Étude de la blessure : faisabilité de la réparation

La nature de la blessure et sa position dans le pneumatique, la proximité avec d'autres blessures déterminent la faisabilité d'une réparation.

Les emplâtres à utiliser varient en fonction de la taille de la blessure.

• Taille de la blessure : réparabilité du pneu

La taille de la blessure, définissant les cotes de réparation, conditionne la réparabilité du pneu et, s'il est réparable, les matériaux et produits à utiliser.

• Les cotes de réparation : déterminantes pour le choix des emplâtres

Elles sont toujours mesurées après débridage.

Le temps de vulcanisation de la zone réparée dépend du procédé utilisé (température, pression), des caractéristiques des produits utilisés et de leur épaisseur. En l'absence d'indication, consulter le fournisseur des produits concernés.

L'outillage

● Pour la vérification :

- lampe de poche ;
- pince à écarter ;
- pince coupante ;
- craie grasse ou marqueur indélébile ;
- réglét.

● Pour le débridage :

- meuleuse pneumatique à vitesse de rotation rapide (pour les câbles) ;
- meuleuse pneumatique à vitesse de rotation lente (pour les gommages) ;
- jeu de fraises ou de meules adaptées.

● Pour la réparation :

- couteau ;
- ciseaux ;
- roulette.

● Pour la vulcanisation, l'outillage nécessaire dépend de la méthode utilisée.



Démontage impératif : toutes les opérations de réparation doivent impérativement être effectuées sur un pneu dégonflé, démonté et retiré de sa jante.

Maintien du pneu : avant toute opération, le pneu doit être calé de manière à l'empêcher de rouler ou de basculer. **Vérification du calage :** systématiquement après toute manutention et périodiquement pendant la réparation.



Vulcanisation avec une thermopresse



Vulcanisation en autoclave



Inspection initiale

1 Inspection initiale : réparation envisageable ?

Une réparation est envisageable si :

- la blessure est située sur une partie réparable du pneu (voir le chapitre « Examen des pneus démontés ») ;
- sa taille reste dans les cotes de réparabilité définies par les fabricants de produits de réparation ;
- aucune autre blessure n'est trop proche de celle-ci.



Débridage

2 Débridage : nettoyage de la blessure

Objectif : supprimer les câbles détériorés et toute coupure de gomme.

Se pratique à l'intérieur et à l'extérieur du pneu, dans la blessure et aux alentours de celle-ci.

Après débridage, préparer la zone pour recevoir les produits de réparation (profil, grain, etc.).



Vérification et mesures

3 Vérification : après débridage, pneu réparable ?

Ultime vérification pour statuer sur la réparabilité du pneu : mesurer les cotes de la blessure pour s'assurer qu'elles s'inscrivent dans les limites maximales données par les fabricants de produits de réparation.



Application d'un produit de dissolution

4 Dépoussiérage et dissolution

La zone débridée est dépoussiérée puis dissoutionnée (application d'un mélange à base de gomme + solvant).



Préparation des produits de réparation

5 Préparation des produits de réparation

- Choix des produits de réparation en fonction :
- de la méthode de réparation employée ;
 - des cotes de la blessure.

Ils sont préparés et adaptés à la taille de la blessure.

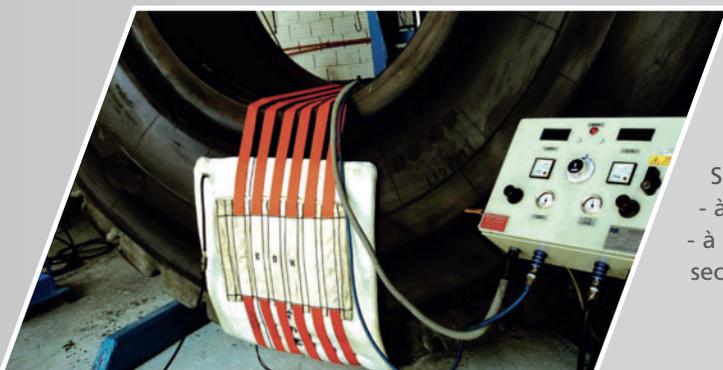


Application

6 Application

L'emplâtre (ou le champignon) est positionné puis appliqué par rouletage sur la surface intérieure de l'enveloppe. Si nécessaire, la face externe de la blessure est recouverte de gomme de réparation.

Respecter les indications de pose imprimées sur l'emplâtre par le fabricant (sens de la pose).



Vulcanisation par presse sectorielle

7 Vulcanisation : à froid ou à chaud

Selon la méthode retenue, la vulcanisation s'effectue :

- à froid, à température ambiante ;
- à chaud, dans une étuve, un autoclave ou par chauffage sectoriel.



Protection des opérateurs

À chaque étape opératoire (de la maintenance des pneus à leur réparation), l'opérateur doit porter des équipements de protection individuelle : chaussures de sécurité, gants, lunettes, masque et protections auditives.



Ne jamais réparer les pneus présentant des dommages tels que :

- tringle apparente ou déformée ;
- détérioration par des corps gras, des solvants ou des produits corrosifs ;
- blessures hors des zones de réparation indiquées par le fabricant et/ou hors des tolérances communiquées par le fabricant des produits de réparation.

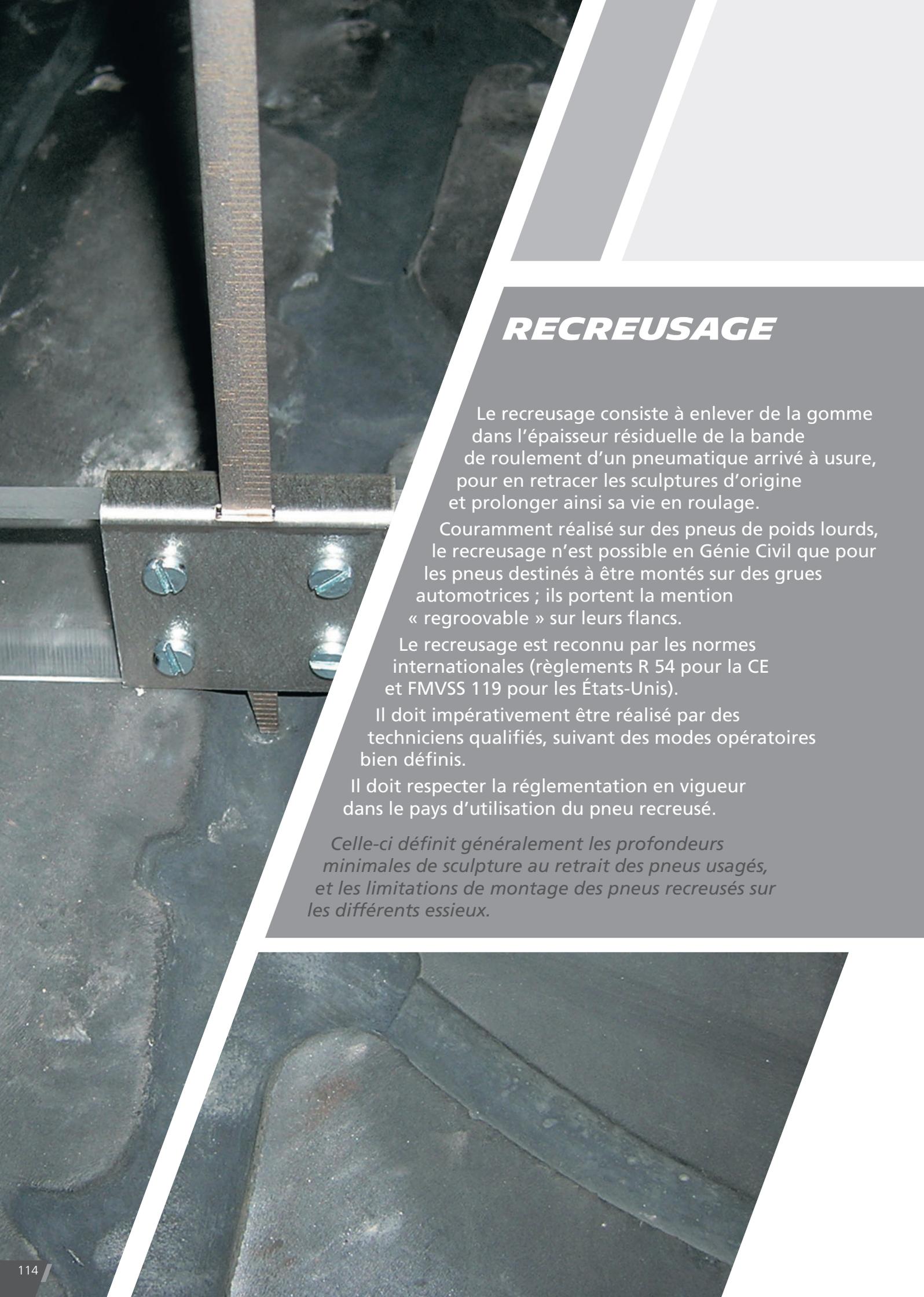
RECREUSAGE

114 INTRODUCTION

115 RECREUSAGE ET ADHÉRISSION

116 PRINCIPES GÉNÉRAUX

117 PLANS DE RECREUSAGE
ET D'ADHÉRISSION

A close-up photograph of a tire tread being processed by a machine. The machine's metal components, including a vertical blade and a horizontal support with four screws, are visible. The tire tread shows a distinct groove being cut into it. The background is dark and textured.

RECREUSAGE

Le recreusage consiste à enlever de la gomme dans l'épaisseur résiduelle de la bande de roulement d'un pneumatique arrivé à usure, pour en retracer les sculptures d'origine et prolonger ainsi sa vie en roulage.

Couramment réalisé sur des pneus de poids lourds, le recreusage n'est possible en Génie Civil que pour les pneus destinés à être montés sur des grues automotrices ; ils portent la mention « regroovable » sur leurs flancs.

Le recreusage est reconnu par les normes internationales (règlements R 54 pour la CE et FMVSS 119 pour les États-Unis).

Il doit impérativement être réalisé par des techniciens qualifiés, suivant des modes opératoires bien définis.

Il doit respecter la réglementation en vigueur dans le pays d'utilisation du pneu recreusé.

Celle-ci définit généralement les profondeurs minimales de sculpture au retrait des pneus usagés, et les limitations de montage des pneus recreusés sur les différents essieux.

Recreusage et adhérisation

Définitions

Adhérisation et recreusage

Le recreusage consiste soit :

- à supprimer les pontets reliant les pains de gomme pour améliorer la traction.

Cette opération s'effectue lorsqu'il reste 5 mm (0.20 in) de sculpture à user.

- à tailler en fond de sculpture jusqu'à la profondeur donnée par le puits de recreusage. Le recreusage consiste à prolonger la vie du pneu.

Cette opération s'effectue lorsqu'il ne reste que 2 à 3 mm (# 0.10 in) de sculpture à user.

Le recreusage est exclusivement réservé aux pneus utilisés par des grues automotrices, MICHELIN® XGC® et MICHELIN® X-CRANE® ou X-CRANE+® par exemple.

Dans les 2 cas, l'objectif est de reproduire la sculpture originale du pneumatique.

Adhérisation

L'adhérisation (ou retaillage) consiste en le retrait par découpage de la gomme, de manière transversale la bande de roulement d'un pneumatique, permettant ainsi d'améliorer l'adhérence.



Les pneus conçus pour être recreusés portent la mention « Regroovable » sur leurs flancs (règlements R 54 et FMVSS 119). Si celle-ci n'apparaît pas, le pneu n'est donc pas recreusable.



Intérêt du recreusage

- Régénérant partiellement la sculpture, il prolonge significativement la durée de vie du pneu (jusqu'à 20%) et lui redonne de l'adhérence.
- Il permet d'exploiter tout le potentiel du pneumatique et participe notablement à la baisse du coût d'usage : amélioration du rendement kilométrique à une période de la vie du pneu pendant laquelle sa résistance au roulement est la plus faible.



Le recreusage prolonge la vie du pneu

Limite de réalisation

Recreuser un pneu est déconseillé si :

- la bande de roulement présente des traces importantes d'agression : perforations, coupures multiples, arrachements d'éléments de sculpture, oxydation et corrosion des nappes, etc. ;
- les nappes métalliques du sommet sont visibles à l'inspection ou présentent des coupures ;
- les pneus sont âgés de plus de 10 ans.

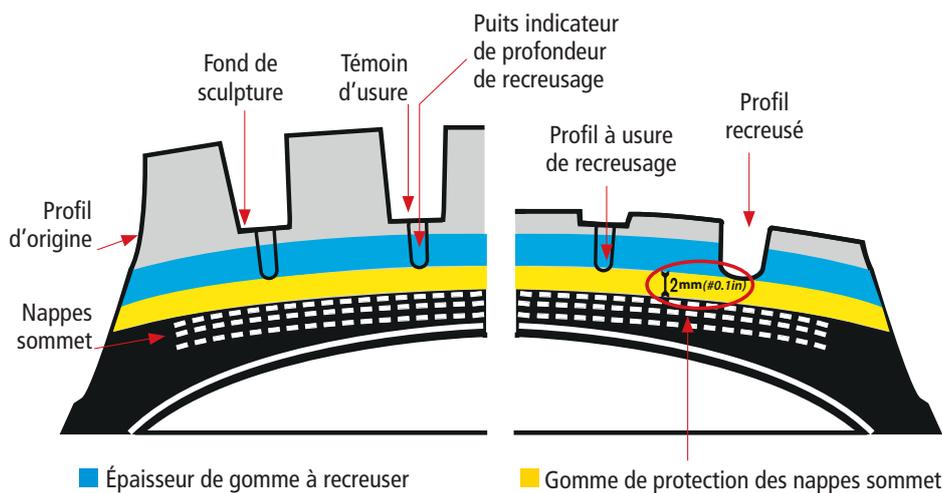


Deux premiers chiffres = numéro du mois de fabrication dans l'année
Deux autres chiffres : année de fabrication

Principes généraux

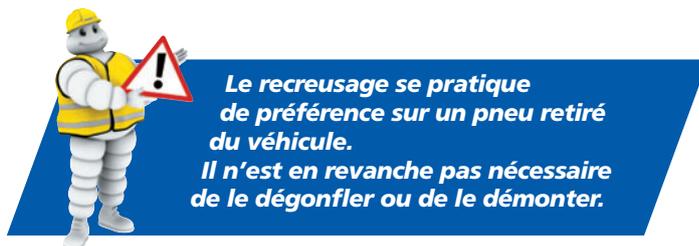
Ne sont recreusables que les pneus ayant une épaisseur suffisante de gomme disponible !

Pour permettre un recreusage qui n'altère ni leur solidité ni leur résistance, les pneumatiques recreusables sont conçus avec une épaisseur de gomme supplémentaire, située entre le fond de la sculpture et les nappes sommet du pneu.



Précautions à prendre

- Préalablement au recreusage, le pneumatique doit être installé sur un support muni d'un cliquet anti-retour, permettant à la fois son maintien (pour éviter tout risque de basculement) et sa rotation en fonction de l'avancement du recreusage.
- Un équipement de protection individuelle est nécessaire pour pouvoir recreuser en toute sécurité : lunettes de protection, gants et de chaussures de sécurité.



Ne jamais recreuser un pneu âgé de plus de 10 ans.

Comment recreuser ?

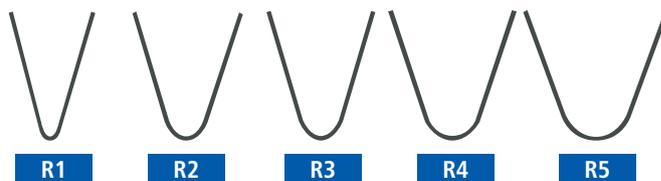
Utiliser du matériel adapté :

- un transformateur portable ;
- un porte-lame ;
- des lames amovibles.



Régler la lame à une profondeur de recreusage qui permette de conserver une épaisseur de gomme suffisante pour protéger les nappes sommet.

| Largeur de coupe |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 3 à 5 mm | 5 à 11 mm | 7 à 13 mm | 9 à 16 mm | 11 à 18 mm |
| (0.1 à 0.2 in) | (0.2 à 0.4 in) | (0.2 à 0.5 in) | (0.4 à 0.6 in) | (0.4 à 0.7 in) |



En Génie Civil, ne s'utilisent généralement que des lames arrondies de type « R3 ».

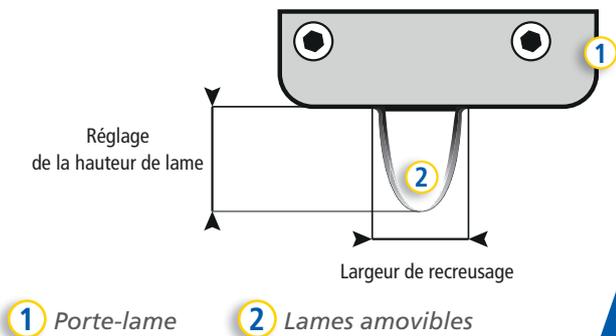
1 Porte-lame

2 Lames amovibles

3 Calibre de recreusage

Cotes de recreusage et réglage de la lame

Un puits indicateur de profondeur de recreusage, situé en fond de sculpture, permet de mesurer la hauteur de gomme restante. Cette indication sert à régler la hauteur de la lame, pour laisser au minimum 2 mm (0.1 in) de gomme en protection des nappes sommet.



Porte-lame de recreusage



Un recreusage trop profond peut entraîner des dommages ou faire apparaître les nappes métalliques sommet en fond de sculpture, impliquant la mise aux déchets immédiate du pneumatique.

Plans de recreusage et d'adhérisation

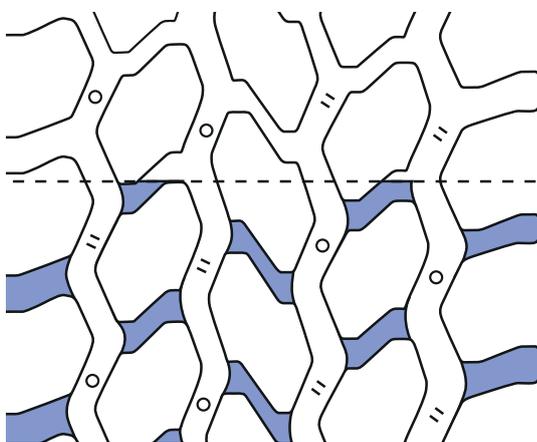
Plan de recreusage et adhérisation du pneu MICHELIN® XGC®

Amélioration de la traction par adhérisation

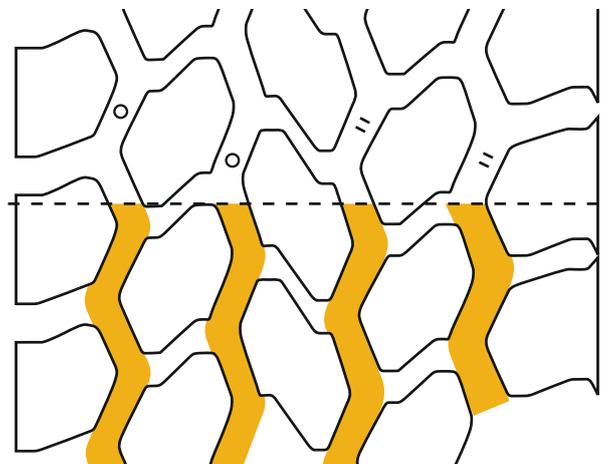
- Supprimer les pontets transversaux (au centre en bleu) et ceux des épaules (en bleu sur les côtés), en venant affleurer le fond de sculpture (et donc les témoins d'usure).
- Supprimer uniquement les pontets reliant les pains de gomme.

Amélioration de la longévité : recreusage

Effectuer un recreusage longitudinal (sillons) à une profondeur correspondant à celle mesurée au puits de recreusage.



Adhérisation transversale

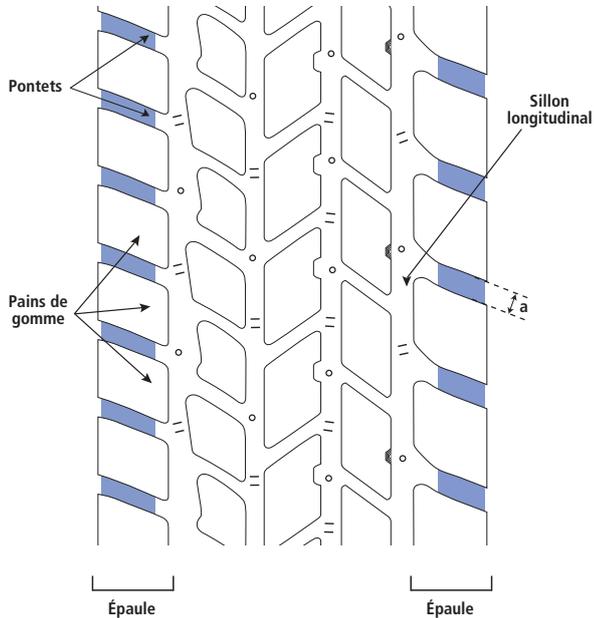


Recreusage longitudinal

— Témoïn d'usure
○ Puits de recreusage

Amélioration de la traction : transversal grip

- Supprimer les pontets des épaules (en bleu) en venant affleurer le fond de sculpture (et donc les témoins d'usure).
- Supprimer uniquement les pontets reliant les pains de gomme aux épaules.



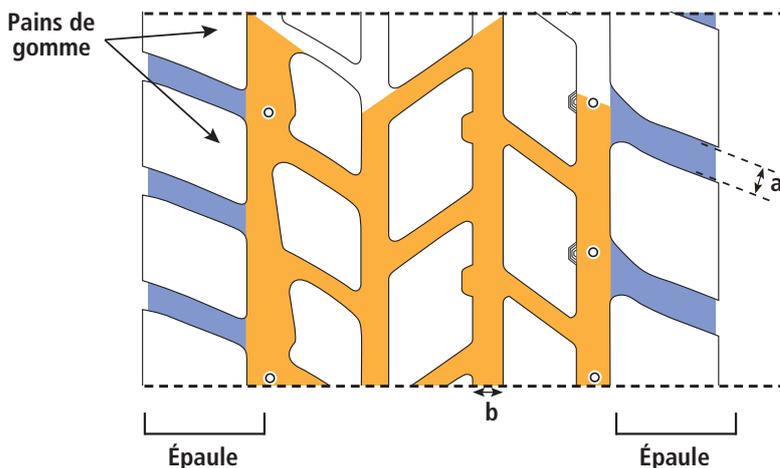
(a) largeur des pontets aux épaules



MICHELIN® X-CRANE® : puits de recreusage (en haut), témoin d'usure (en bas)

Amélioration de la longévité : recreusage

Effectuer un recreusage longitudinal (sillons) et transversal (pontets centre et des épaules) à une profondeur correspondant à celle mesurée au puits de recreusage.



- puits de recreusage
- (a) largeur des pontets aux épaules
- (b) largeur du taillage = largeur d'origine du sillon



MICHELIN® X-CRANE® avec les pontets des épaules et les sillons longitudinaux centraux recrusés (pontets centraux et sillons longitudinaux extérieurs non recrusés)

Pour les sculptures recreusables et les cotes à respecter, se référer aux plans de recreusage disponibles sur le site www.michelinearthmover.com.



Michelin a publié des documentations spécifiques au recreusage des pneus Génie Civil. Les techniciens Michelin peuvent, sur demande, en assurer la présentation.

Refendage : une particularité du Génie Civil

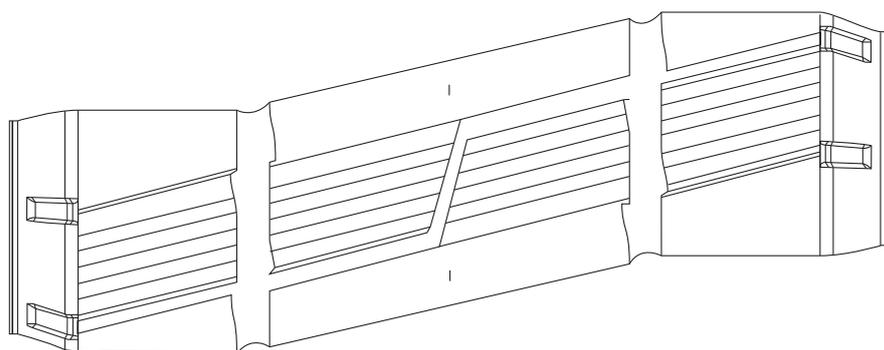
Le refendage est principalement réalisé pour améliorer le roulage en conditions hivernales et pour apporter plus de sécurité. Il n'est possible que sur certains types de pneus, dont le MICHELIN® X -TERMINAL T™.



Plan de refendage du MICHELIN® X -TERMINAL T™

Effectuer des coupes parallèles aux sillons transversaux (sans retirer de gomme), à une profondeur mesurée au niveau des témoins d'usure (30 mm • 1.2 in pour un pneu neuf) et avec un espacement entre les coupes de 5 mm (0.2 in).

Ces coupes doivent conserver l'angle de la sculpture initiale et être équitablement réparties sur toute la surface de la bande de roulement.



BON À SAVOIR

Vos conseillers habituels MICHELIN sont à votre disposition pour tous renseignements complémentaires.

RECHAPAGE DES PNEUS

122 INTRODUCTION

123 LE RECHAPAGE, UN PROCÉDÉ
INDUSTRIEL ASSEZ COMPLEXE

123 ORGANISATION DE L'ATELIER

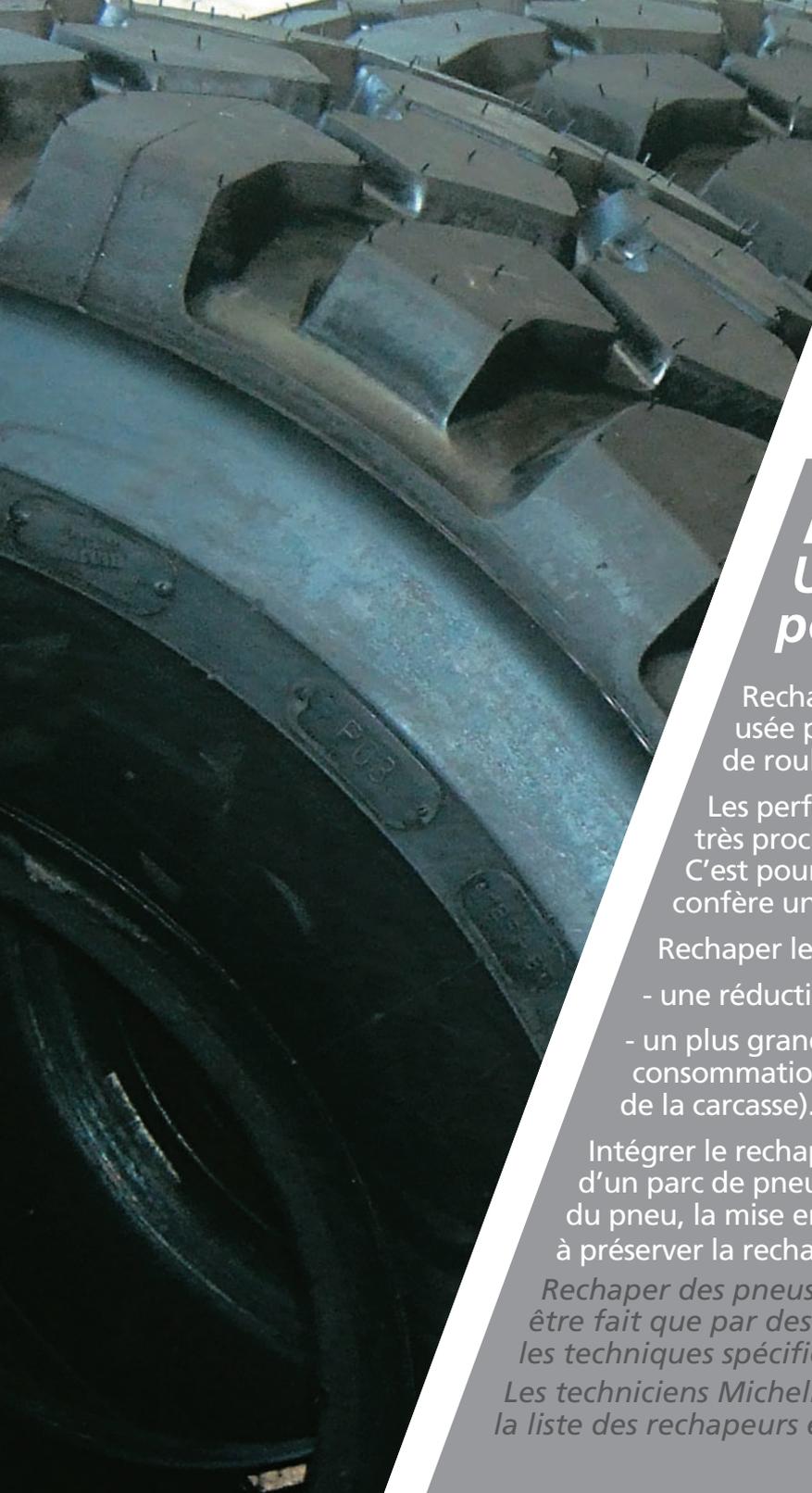
124 GOMME CRUE OU BANDES PRÉMOULÉES...
UNE DIFFÉRENCE D'HABILLAGE
ET DE CUISSON !

125 CONDITIONS DE RECHAPABILITÉ

126 LA VULCANISATION,
UNE ÉTAPE MAJEURE DU RECHAPAGE

127 PERFORMANCE ET INTÉRÊT ÉCONOMIQUE

128 ÉTAPES DU RECHAPAGE



RECHAPAGE *Une deuxième vie pour vos pneumatiques ?*

Rechaper un pneu consiste à enlever la sculpture usée pour la remplacer par une nouvelle bande de roulement.

Les performances d'un pneu rechapé peuvent être très proches de celles du pneu neuf équivalent. C'est pourquoi on dit souvent que le rechapage confère une deuxième vie au pneumatique.

Rechaper les pneumatiques usagés permet aussi :

- une réduction des frais d'exploitation des véhicules ;
- un plus grand respect de l'environnement (moins de consommation de pneus neufs, mise aux déchets retardée de la carcasse).

Intégrer le rechapage comme l'un des aspects de la gestion d'un parc de pneumatiques nécessite, dès la première vie du pneu, la mise en œuvre de bonnes pratiques destinées à préserver la rechapabilité des carcasses.

Rechaper des pneus Génie Civil ne doit bien entendu être fait que par des professionnels du rechapage, maîtrisant les techniques spécifiques au Génie Civil.

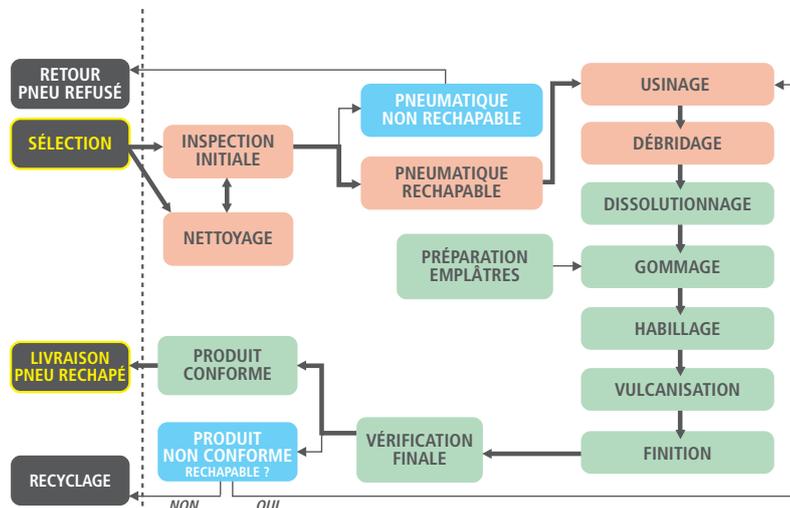
Les techniciens Michelin sont disponibles pour vous indiquer la liste des rechapeurs experts en rechapage Génie Civil.

Le rechapage, un procédé industriel assez complexe



Atelier de rechapage

Quel que soit le procédé utilisé, le pneumatique en cours de rechapage passe par les étapes suivantes :



Organisation de l'atelier

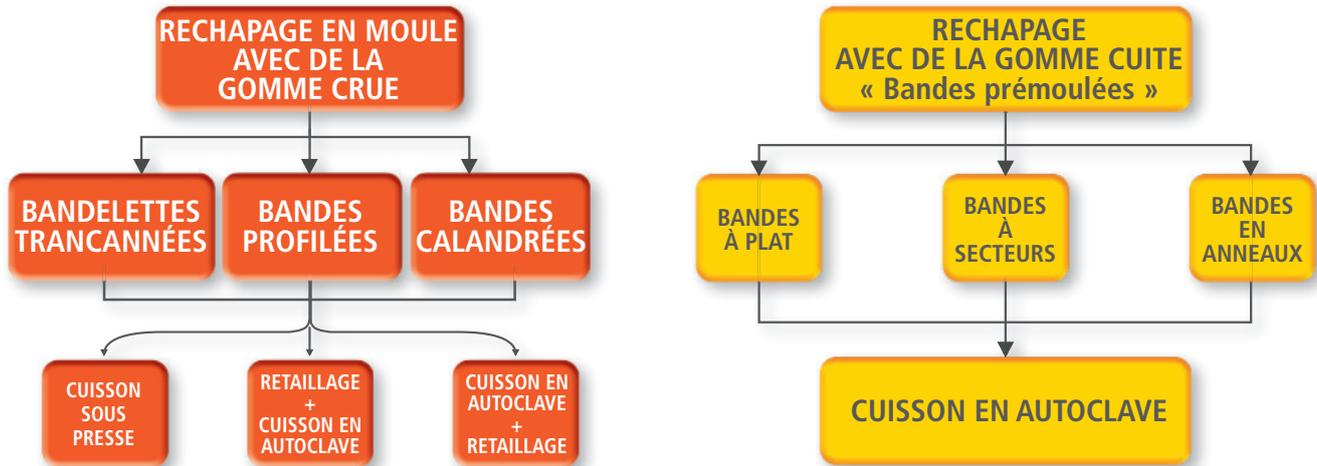


- Zone contaminée
- Zone propre

- ① Stockage des pneus à rechapier
- ② Inspection initiale
- ③ Usinage
- ④ Débridage
- ⑤ Dissolutionnage
- ⑥ Gommage
- ⑦ Habillage
- ⑧ Table de préparation
- ⑨ Autoclave
- ⑩ Presses de vulcanisation
- ⑪ Pneus en attente de finition
- ⑫ Finition et vérification finale
- ⑬ Pneus rechapés en attente d'expédition
- ⑭ Stockage des produits de réparation
- ⑮ Stockage des produits de rechapage
- ⑯ Stockage des moules
- ⑰ Centrale d'énergie

Gomme crue ou bandes prémoulées... une différence d'habillage et de cuisson !

En fonction du procédé choisi, le rechapage est réalisé avec de la gomme crue ou avec des bandes prémoulées. La différenciation entre ces deux types de rechapage se fait principalement à l'habillage et lors de la cuisson qui suit.



BON A SAVOIR

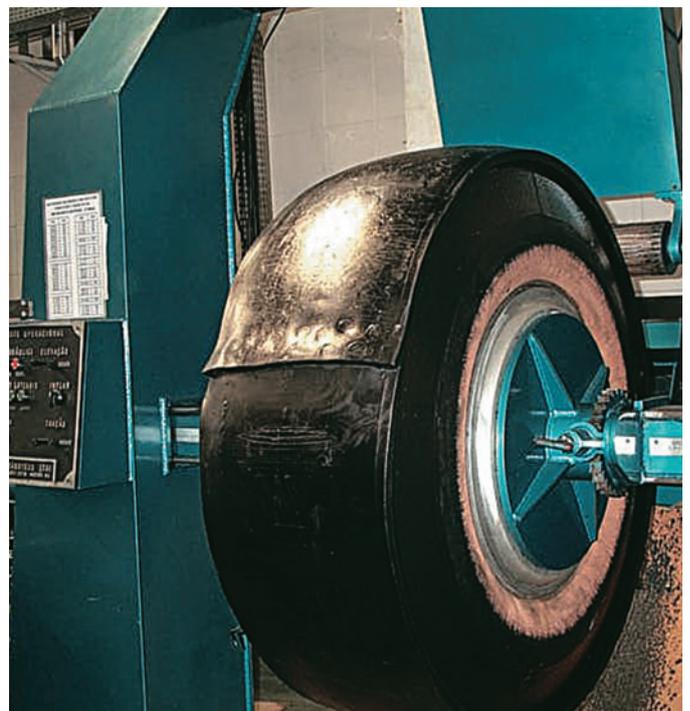
Michelin a développé des modules de e-training pour permettre à ses clients d'améliorer leurs connaissances en matière de rechapage des pneus Génie Civil.



Quel que soit le procédé utilisé, il est conseillé de ne pas recharger un pneumatique Génie Civil âgé de plus de 10 ans.



Pose de bandelettes trancannées



Pose d'une bande calandree

Conditions de rechapabilité

Première condition : « avoir été conçu pour » !

Avoir un pneu rechapable implique que, dès la conception de son architecture, cette perspective ait été intégrée.

La majeure partie des pneus Génie Civil Michelin est rechapable. Quelques exceptions existent cependant, généralement liées aux conditions d'usage de ces pneumatiques.



Les pneus MICHELIN® XGC® and MICHELIN® X-CRANE® destinés aux grues automotrices ne sont pas rechapables.



Les pneus géants montés sur des tombereaux rigides miniers ne sont rechapables qu'après une inspection initiale renforcée incluant des contrôles non destructifs (shearographie, scanner, ultrasons, etc.).



BON À SAVOIR

Les techniciens Michelin sont à même de vous informer sur la rechapabilité de l'ensemble des pneus Génie Civil Michelin®.

Deuxième condition : un pneu sans dommage majeur en fin de première vie

Un pneu usagé n'est rechapable que s'il n'a pas subi de dommages irrémédiables : roulage à plat, échauffement, surcharge, sous-gonflage, blessures hors des limites réparables, pollution par produits chimiques, etc.

C'est pourquoi vouloir rechapier des pneumatiques implique, tout au long de leur première vie, de porter une attention particulière à leurs conditions d'exploitation.



Un pneumatique Génie Civil ne se rechapote généralement pas deux fois.

Troisième condition : accepter de légèrement raccourcir la première vie du pneumatique

Rechapier un pneu Génie Civil implique d'anticiper son retrait d'exploitation (retrait à une profondeur résiduelle de sculpture d'environ 10% de la profondeur d'origine).

Cette condition est nécessaire pour permettre ensuite de réaliser un rechapage de qualité.



Un pneu trop usé n'est plus rechapable

Quatrième condition : rechapier avec une sculpture similaire à celle du pneu neuf

Les architectures des pneus MICHELIN® ont été développées pour offrir les meilleures performances possibles dans un usage déterminé. C'est pourquoi il est préférable de rechapier un pneu MICHELIN® avec une sculpture similaire à celle d'origine, et d'utiliser le pneu rechapé pour le même usage que le pneu d'origine.



Inspecter les pneus sur site avant de les envoyer au rechapage.

Pour diminuer les risques de refus de la carcasse lors de l'inspection initiale réalisée à l'entrée dans l'atelier de rechapage, il est conseillé de procéder (sur site et avant expédition) à un examen détaillé du pneu usagé.



BON À SAVOIR

L'examen des pneus sur site requiert une expertise enseignée lors de stages de formation ; les techniciens Michelin peuvent vous communiquer la liste de ces stages.

La vulcanisation, une étape majeure du rechapage

En fonction du type de rechapage réalisé, le procédé de vulcanisation est différent :

Vulcanisation dans une presse

La pression est appliquée dans une chambre de cuisson posée à l'intérieur du pneu, gonflée avec de l'eau chaude ou avec de l'air sous pression.

La température est induite par de la vapeur d'eau ou par des résistances électriques.

Ce type de vulcanisation permet à la fois de cuire et de mouler les mélanges crus, pour créer la sculpture de la bande de roulement.



Vulcanisation dans une presse

Vulcanisation en autoclave

Pression et température sont directement induites par l'autoclave chauffé avec de la vapeur d'eau.

Dans le cas du rechapage avec :

- un mélange cru (profilé ou bandelette), une opération de retaillage, destinée à créer la sculpture, est pratiquée avant ou après cuisson ;
- un mélange cuit (bande prémoulée), la cuisson est uniquement destinée à vulcaniser la gomme de liaison posée entre la carcasse et la bande prémoulée.



Vulcanisation en autoclave

VULCANISATION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Dans une presse Gomme crue	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur aspect • Plus grande longévité du rechapage • Prix de revient inférieur (grandes séries) 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement élevé (presse + moules) • Choix limité de sculptures (lié aux investissements en moules) • Entretien périodique des moules
En autoclave En autoclave	<ul style="list-style-type: none"> • Vulcanisation simultanée de plusieurs pneus réparés et/ou rechapés • Investissement moins coûteux (vs presse) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consommateur en main d'œuvre (retaillage) • Moins bon aspect du pneumatique rechapé
En autoclave Bandes prémoulées	<ul style="list-style-type: none"> • Choix plus large de sculptures • Coût de l'investissement • Prix de revient inférieur (petites séries) 	<ul style="list-style-type: none"> • Existence de soudures de raccordement • Moindre choix dimensionnel

Loi de cuisson ou comment piloter 3 paramètres majeurs

Trois paramètres sont primordiaux pour la cuisson ; ils constituent ce qui est communément appelé la « Loi de cuisson ».

- La pression : indispensable pour le collage des interfaces (en évitant la formation de bulles), la pénétration de la gomme dans les nappes câblées et le moulage ;
- La température : nécessaire à la vulcanisation (cuisson et changement d'état) des produits crus ;
- Le temps de cuisson : permet aux effets thermiques et mécaniques d'atteindre le maximum de leur efficacité.



La loi de cuisson varie en fonction du procédé de rechapage utilisé, du type de vulcanisation choisi, et de la dimension du pneu.

Michelin ne rechapant pas directement ses pneus Génie Civil, aucune garantie expresse ou implicite n'est donnée concernant la performance de ses pneumatiques rechapés.

Performance et intérêt économique

Pour l'utilisateur propriétaire du pneumatique rechapé

Éléments impactant la durée de vie d'un pneu rechapé

La durée de vie dépend :

- de la qualité du pneu neuf, et particulièrement de la longévité de sa carcasse ;
- des conditions de roulage au cours de la première vie ;
- du soin apporté à la sélection des carcasses en fin de 1^{ère} vie ;
- de l'expertise des techniciens chargés des différentes étapes du rechapage ;
- de la qualité des équipements de rechapage, et de celle des produits utilisés pour le réaliser.

Intérêt économique du rechapage

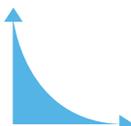
La durée de vie dépend :

- le prix facturé par le recapeur ;
- la durée d'utilisation des deux cycles du pneumatique (neuf + rechapé), connue sous le terme de « Performance des deux vies du pneu » ;
- la synthèse des deux éléments précédents : comparaison du Prix de Revient Horaire (PRH) du pneu neuf utilisé sur un cycle (une vie), avec le PRH du même pneu utilisé sur deux cycles (deux vies : neuf + rechapé).

Pneu neuf utilisé jusqu'à sa limite d'usure	
Prix d'achat du pneu neuf	A
Profondeur de sculpture du pneu neuf (en mm ou inch) B	B
Coût du mm/inch de sculpture (neuf).....	C = A/B

Pneu neuf utilisé puis rechapé	
Prix d'achat du pneu neuf.....	A
Profondeur de sculpture du pneu neuf (en mm ou inch)	B
Sculpture résiduelle au retrait pour rechapage.....	D = 10% X B
Coût du rechapage (y compris frais logistiques).....	E
Profondeur de sculpture du pneu rechapé (en mm ou inch)	F
Profondeur totale de sculpture usée (neuf+rechapage)..	G = B - D + F
Coût d'une pose/dépose de pneu.....	H
Coût du mm/inch de sculpture (neuf+rechapé)	(A + E + H) / G

Comparatif de coût d'utilisation Pneu neuf vs Pneu (neuf+rechapé)



Intérêt économique pour le recapeur

Il dépend de la performance industrielle de l'atelier, qui inclut les aspects suivants :

- le coût logistique de ramassage de la carcasse et de livraison en retour au client ;
- la pertinence de l'organisation de l'atelier ;
- la performance des équipements de rechapage ;
- le savoir-faire des opérateurs et le respect des modes opératoires ;
- le « coût façon », lié à la performance des opérateurs ;
- le « coût matière » (réparation + rechapage) : qualité des matériaux utilisés, épaisseur de gomme rapportée ;
- le prix de vente du service de rechapage, directement lié à la qualité de celui-ci, et donc au professionnalisme du recapeur.



La qualité du rechapage dépend de la compétence des opérateurs.

Les étapes du rechapage

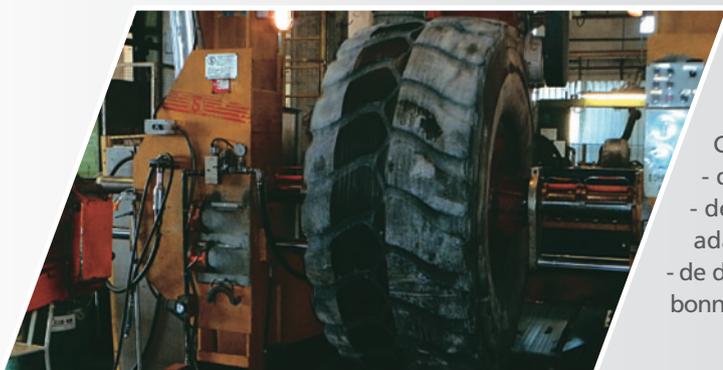


Inspection initiale

1 Inspection initiale : le pneu est-il rechapable ?

Laver la carcasse est généralement nécessaire avant de l'examiner. L'inspection initiale comprend :

- systématiquement, un examen approfondi, visuel et tactile (voir chapitre « Examen des pneus démontés ») ;
- en cas de nécessité, des examens complémentaires non destructifs : ultrasons, shearographie, scanner, radiographie.



Usinage

2 Usinage : mettre la carcasse à nue

Cette opération a pour objectif :

- d'enlever la partie résiduelle de la sculpture ;
- de conférer au sommet et aux épaules de la carcasse le profil adapté à la reconstitution de la bande de roulement ;
- de donner à la surface usinée le grain (rugosité) requis pour une bonne tenue sur la carcasse des produits utilisés lors du rechapage.



Débridage

3 Réparation : nettoyer les blessures et remettre en état la carcasse

Elle comprend les phases suivantes :

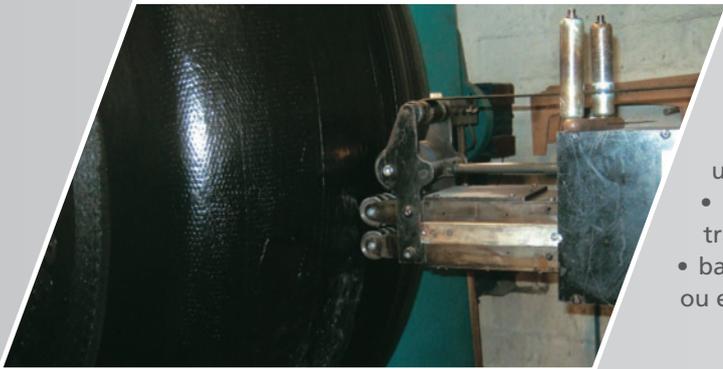
- **débridage** : élimination par brossage des pollutions (cailloux incrustés, etc.), nettoyage des blessures touchant la gomme du pneu ou les câbles de la carcasse, qu'elles se situent au sommet, sur les flancs, en zone basse voire à l'intérieur du pneumatique ;
- **dépoussiérage** de la carcasse usinée et débridée ;
- **dissolutionage** : pulvérisation sur les blessures, brossées et nettoyées, d'une solution de vulcanisation ;



Gommage

- **gommage** : dépôt des gommes de bourrage, gommes de liaison, emplâtres, pièces de réparation et pastilles d'étanchéité suivant des procédures établies par les fabricants de produits eux-mêmes.

Les réparations réalisées dans le cadre de la préparation d'une carcasse au rechapage sont généralement de moindre envergure que celles réalisées pour soigner des blessures survenues au cours de la vie du pneu. Néanmoins technique, outils et produits de réparation sont identiques (voir chapitre « Réparation des pneus »).



Habillage avec une bandelette trancannée

4 Habillage : choisir entre gomme crue et bandes prémoulées

Le mode opératoire varie en fonction du procédé et des produits utilisés :

- gomme crue : utilisation de bandes calandrées, profilées ou trancannées ;
- bandes prémoulées : utilisation de bandes à plat ou à secteurs ou en anneaux.

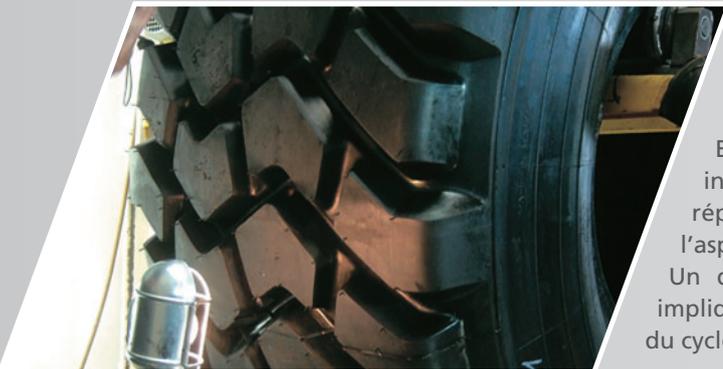


Vulcanisation

5 Vulcanisation (cuisson) : redonner vie au pneumatique

Elle a pour but :

- d'assurer la cohésion interne des constituants (c'est-à-dire l'adhésion des différents constituants entre eux) ;
- de vulcaniser les mélanges crus (gommes de liaison, de rechapage et de réparation), provoquant une liaison irréversible entre la carcasse et les différents produits rapportés ;
- et, concernant le rechapage dans une presse, de mouler la gomme afin de réaliser la sculpture de la bande de roulement.



Inspection finale

6 Finition et inspection finale : ultimes étapes avant le retour en exploitation

Elles ont pour objectif de vérifier l'aspect visuel externe et interne du pneu en portant une attention particulière à la réparation des blessures et, pour le rechapage à froid, à l'aspect des soudures.

Un défaut d'aspect, ou des réparations non conformes, impliquent une reprise plus ou moins complète de l'ensemble du cycle de rechapage.



Protection des opérateurs

À chaque étape opératoire (de la maintenance des pneus à leur rechapage), l'opérateur doit porter des équipements de protection individuelle : chaussures de sécurité, gants, lunettes, masque et protections auditives.



Ne jamais rechaper les carcasses présentant des dommages tels que :

- tringle apparente ou déformée ;
- détérioration par des corps gras, des solvants ou des produits corrosifs ;
- blessures hors des zones de réparation indiquées par le fabricant et/ou hors des tolérances communiquées par le fabricant des produits de réparation.

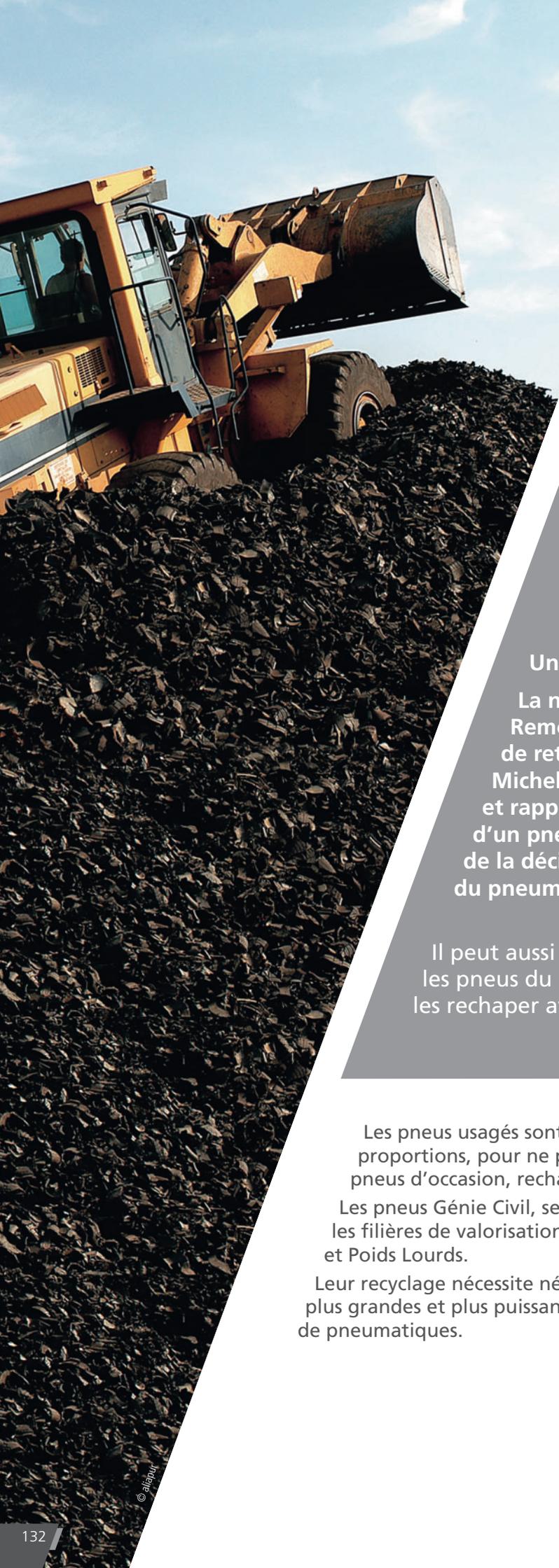
RETRAIT POUR USURE ET VALORISATION DES PNEUS USAGÉS

132 INTRODUCTION

133 RETRAIT POUR USURE

135 VALORISATION DES PNEUS USAGÉS :
LES RÉGLEMENTATIONS SE RENFORCENT,
LES FILIÈRES SE DÉVELOPPENT

135 LE PNEU EN FIN DE VIE :
SOURCE D'ÉNERGIE
ET MATIÈRE PREMIÈRE !



RETRAIT POUR USURE ET VALORISATION DES PNEUS USAGÉS

Une fin de vie très réglementée...

La norme SAE J2611 « Off-Road Tire Conditions Removal Guidelines » définit les conditions de retrait des pneus en fin de vie.

Michelin recommande de suivre ces directives et rappelle que, sauf cas particuliers, le propriétaire d'un pneumatique est le seul responsable de la décision de maintien en roulage ou de retrait du pneumatique.

Il peut aussi être judicieux de retirer prématurément les pneus du roulage, pour les réparer voire pour les rechapier avant de les remettre en exploitation.

Les pneus usagés sont maintenant valorisés dans de très grandes proportions, pour ne pas dire en totalité dans de nombreux pays : pneus d'occasion, rechapage, valorisation matière/énergie.

Les pneus Génie Civil, selon leur gabarit, peuvent être traités par les filières de valorisation de pneus Tourisme, Camionnettes et Poids Lourds.

Leur recyclage nécessite néanmoins des installations de broyage plus grandes et plus puissantes que celles utilisées pour les autres types de pneumatiques.

Retrait pour usure



Sur quels critères décider de retirer un pneu du roulage ?

Compte tenu de la diversité des pneus Génie Civil et de leurs utilisations, il est impossible de donner une règle autre que l'évidence : un pneu usé est un pneu... qui n'a plus de sculpture apparente ou, pour les pneus lisses par conception, dont l'épaisseur de gomme résiduelle est insuffisante pour protéger contre les agressions.

Le retrait prématuré du pneu peut s'avérer nécessaire :

- de manière temporaire pour être réparé ou rechapé (voir chapitres « Réparation des pneus » et « Rechapage des pneus »).
- de manière définitive en cas d'usures anormales, transversales ou circonférentielles, généralement provoquées par un mauvais réglage des engins (voir chapitre « Inspection des machines ») ou par leurs conditions d'exploitation (voir chapitre « Facteurs influençant la durée de vie des pneus »).

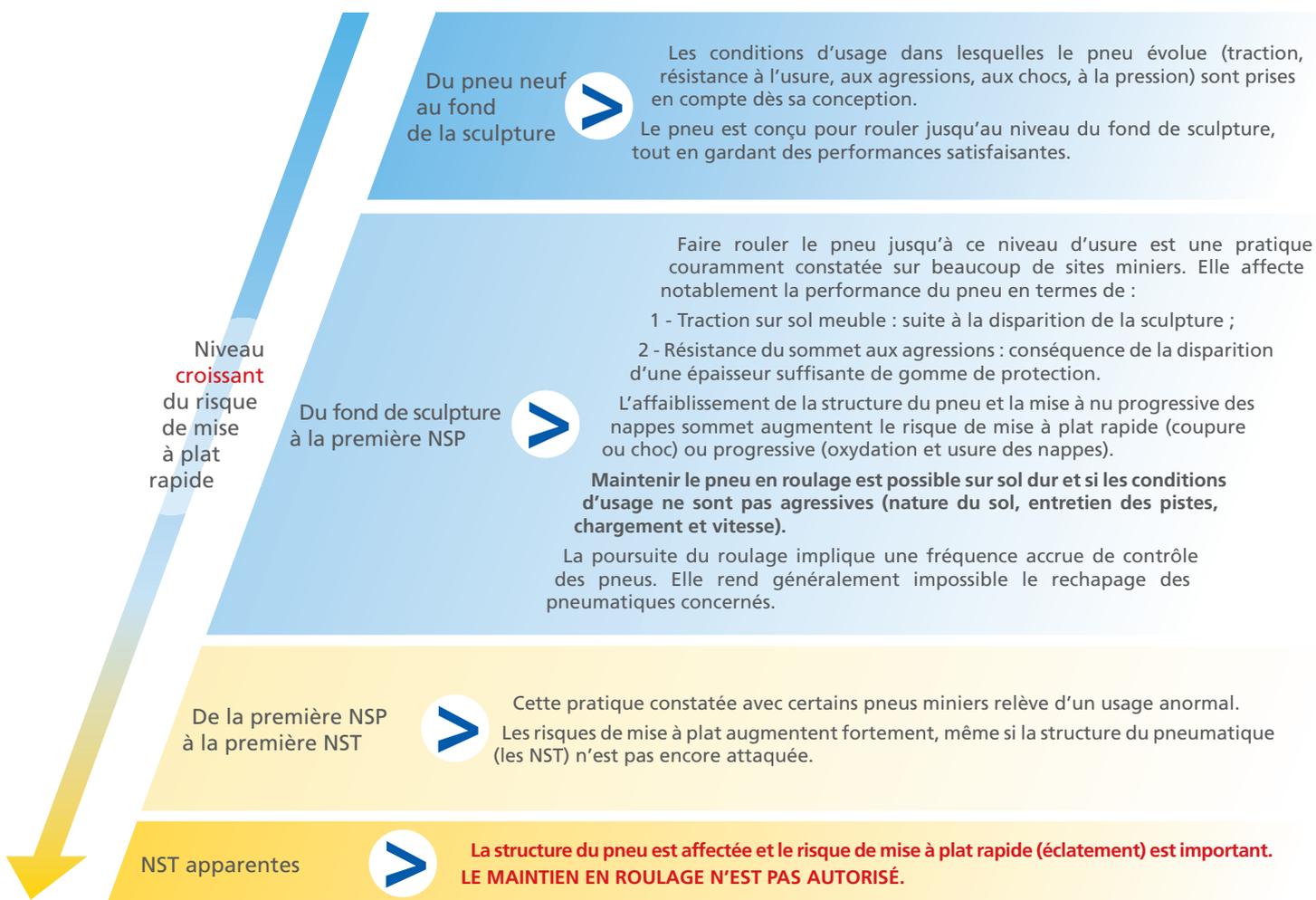
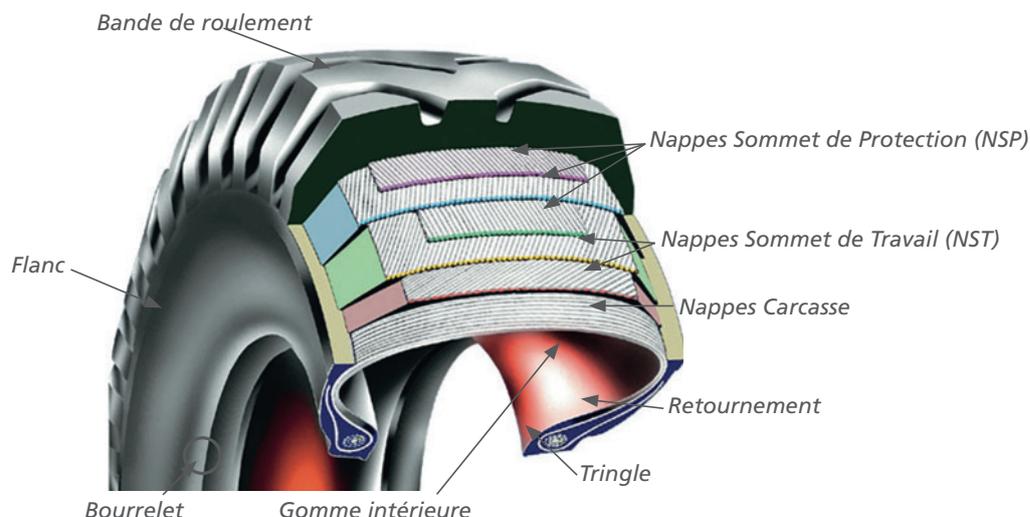


Avant de décider du retrait d'un pneumatique, observer avec attention au moins $\frac{1}{4}$ de sa longueur circonférentielle ainsi que l'ensemble de son flanc extérieur. L'inspection de la totalité de la bande de roulement ainsi que celle du flanc intérieur sont néanmoins conseillées.

Inversement, des conditions d'exploitation particulières peuvent parfois permettre de prolonger la vie des pneus même après disparition des sculptures de la bande de roulement. L'inspection des pneumatiques doit alors être fréquente et régulière (voir chapitre « Examens des pneus sur véhicules »).



Retirer le pneu à disparition des sculptures



NSP : Nappe Sommet de Protection
NST : Nappe Sommet de Travail



Michelin recommande très fortement de décider du retrait d'exploitation des pneumatiques usagés, dans le constant et strict respect de la norme SAE J2611 « Off-Road Tire Conditions Removal Guidelines ». Il est par ailleurs rappelé que le propriétaire d'un pneumatique est seul responsable de la décision de maintien en roulage ou du retrait (sauf accord spécifique dans le cadre de cette dite norme).

Valorisation des pneus usagés : les réglementations se renforcent, les filières se développent.

Pour répondre à des exigences environnementales croissantes, les législations en matière de collecte et de recyclage de pneus usagés deviennent, dans la plupart des pays du monde, de plus en plus sévères et contraignantes.

En Europe par exemple, l'administration a émis dès 1999 une directive majeure (Directive européenne 1999/31/CE) qui interdit la mise en décharge des pneus en fin de vie à compter de 2006 ; il appartient depuis à chacun des 27 états de respecter cette obligation.

Dans de nombreux pays ayant mis en place des filières de recyclage de pneus usagés, la réglementation en vigueur fait l'objet de révisions pour accompagner la maturité des filières (à l'exemple du Brésil en 2010).

Par ailleurs, des programmes de résorption des stocks historiques sont mis en oeuvre dans certains pays, aux États-Unis en particulier.



Partout où il le peut, Michelin soutient la mise en place d'organisations confiant aux manufacturiers la responsabilité du développement et de la gestion de la filière de recyclage des pneus usagés.

Le pneu en fin de vie : source d'énergie et matière première !

Valorisation énergétique

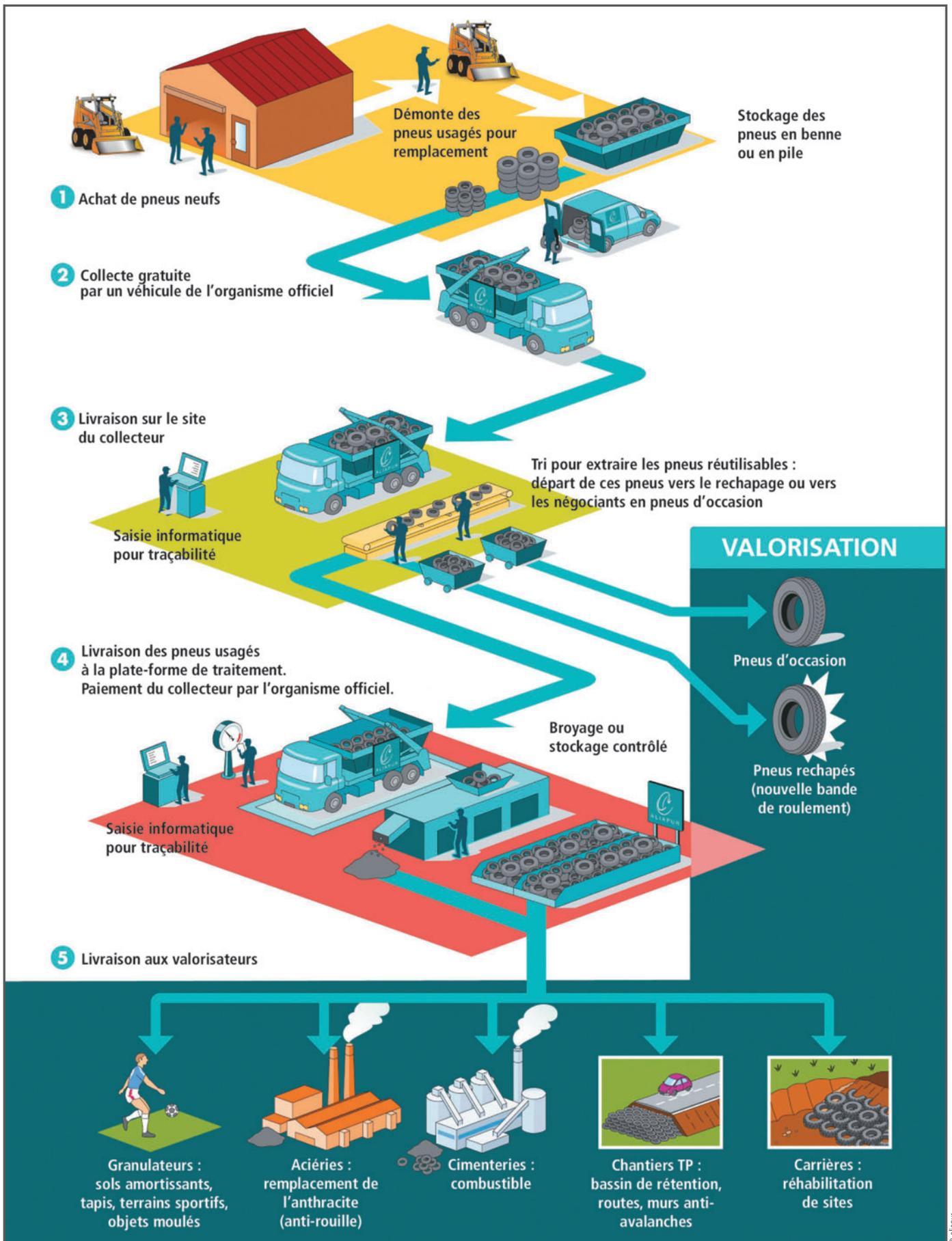
Le pneumatique a un pouvoir calorifique important : 1 tonne (1.10 us ton) de pneus équivaut à 1 tonne (1.10 us ton) de charbon et à 750 kg (0.80 us ton) de pétrole, avec un pourcentage plus faible de soufre par rapport au charbon.

De par le monde, de nombreuses industries ont fait le choix de l'utilisation des pneumatiques usagés comme combustible pour les fours des centrales thermiques, chaudières industrielles, incinérateurs, cimenteries, aciéries... jusqu'à représenter actuellement plus de 50 % des débouchés de valorisation de ces pneumatiques.

En Europe, le caoutchouc naturel dont certains pneus sont en partie constitués (il peut représenter jusqu'à 20% de la masse du pneu) permet à leurs utilisateurs de bénéficier, dans le cadre de leurs bilans Carbone, d'exonérations de taxes sur le CO₂.

Valorisation matière

- **Pneus entiers** : remblais, murs anti-bruits, etc.
- **Pneus découpés ou déchiquetés, broyés en granulats ou réduits en poudre** : sous-couches drainantes, bassins de rétention d'eaux pluviales, tapis ferroviaires, composants de sols synthétiques (gazons pour les stades, sols pour des aires de jeux ou des installations équestres), revêtements routiers, plastiques composites pour l'industrie automobile, etc.



MACHINES ET USAGES

139 CONFIGURATION DES MACHINES

140 ENGINES POUR MINES DE SURFACE
ET DE CARRIÈRES

143 ENGINES POUR CHANTIERS
DE TERRASSEMENT ET D'INFRASTRUCTURE

148 ENGINES SPÉCIFIQUES
À LA CONSTRUCTION DE ROUTES

150 GRUES MOBILES

152 ENGINES DE MINES SOUTERRAINES

154 ENGINES DE MANUTENTION

161 ENGINES SPÉCIAUX

MACHINES ET USAGES

Ce supplément présente une brève information sur les principales machines utilisées en Génie Civil.

Il n'a pas vocation à se substituer aux documentations et recommandations techniques des constructeurs qui, de ce fait, sont les seuls documents de référence.

Pour choisir les pneumatiques les plus adaptés, se référer aux brochures : « Les solutions Michelin pour votre activité en Génie Civil et Travaux Publics », « Les solutions Michelin en Manutention Industrielle et Portuaire », et demander conseil à un technicien Michelin.

CONFIGURATION DES MACHINES p.139

ENGINS DE MINES DE SURFACE ET DE CARRIÈRES p.140

Tombereaux rigides
Tombereaux à trappe
Transporteurs de charbon
Chargeuses de front de taille
Pousseurs sur pneus
Niveleuses de pistes

ENGINS POUR CHANTIERS DE TERRASSEMENT ET D'INFRASTRUCTURE p.143

Camions GC et TP
Tombereaux rigides
Tombereaux articulés
Chargeuses moyennes
Chargeuses de reprise
Décapeuses
Niveleuses de route
Engins compacts et de travaux publics
Pelles automotrices
Tractopelles
Mini-chargeuses compactes
Tombereaux compacts à benne avant
Chargeuses télescopiques

ENGINS SPÉCIFIQUES À LA CONSTRUCTION DE ROUTES p.148

Stabilisateurs de sols et recycleurs de chaussées
Raboteuses
Alimenteurs
Finisseurs
Compacteurs

GRUES MOBILES p.150

Grues automotrices à châssis poids lourds
Grues mobiles routières et tout terrain
Grues mobiles compactes
Grues mobiles tout terrain et chantier
Grues mobiles industrielles
Grues mobiles portuaires

ENGINS POUR MINES SOUTERRAINES p.152

Engins de service
Chargeuses
Tombereaux
Transporteurs de charbon
Navettes

ENGINS DE MANUTENTION p.154

Chariots élévateurs frontaux
Chariots élévateurs de petite et moyenne capacité
Chariots élévateurs de grande capacité
Chariots élévateurs RoRo
Chariots élévateurs porte-conteneurs
Chariots à mât télescopique
Chariots porte-grumes
Chariots élévateurs de logging
Chariots porte-grumes à mât télescopique
Chariots élévateurs latéraux
Cavaliers et portiques
Cavaliers ou enjambeurs
Grues portiques
Élévateurs de bateaux
Tracteurs spéciaux
Tracteurs de terminaux et RoRo
Tracteurs d'avion

ENGINS SPÉCIAUX p.161

Loco-tracteurs
Porte-cuviers
Ensembles de manutention lourde
Camions multi-attelages
Véhicules d'intervention

Configuration des machines

<i>SYMBOLE*</i>	<i>ENSEMBLES TOURNANTS</i>	<i>ENSEMBLES MOTEURS</i>	<i>ENSEMBLES DIRECTEURS</i>	<i>REPRÉSENTATION GRAPHIQUE</i>
4 x 2	4	2	(2)	
4 x 4	4	4	(2)	
4 x 4 x 4	4	4	4	
6 x 2	6	2	(2)	
6 x 2	6	2	(2)	
6 x 4	6	4	(2)	
6 x 6	6	6	(2)	
6 x 2 x 4	6	2	4	
8 x 4	8	4	(2)	
8 x 4 x 4	8	4	4	
8 x 6 x 4	8	6	4	
8 x 8	8	8	(2)	

Comment lire ce tableau ?

- * - le premier chiffre correspond au nombre d'ensembles tournants ;
- le second chiffre correspond au nombre d'ensembles moteurs ;
- le troisième chiffre (facultatif) correspond au nombre d'ensembles directeurs.

Engins de mines de surface et carrières

Principales caractéristiques d'usage :

- Déplacements sur des pistes plus ou moins aménagées ;
- Pour les tombereaux et les chargeuses, cycles discontinus de transport : le temps de roulage en charge varie de 30 % à 70 % du temps total.

Tombereaux rigides (Rigid Dump Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

Dans les mines à ciel ouvert, les carrières et les sablières, transport de très lourdes charges du front de taille aux postes de concassage ou de traitement.



Important :

La capacité des chargeuses (ou des pelles) doit être adaptée à celle des moyens de transport ; c'est un facteur clé pour la productivité d'exploitation.

Celle-ci dépend en effet du nombre de passes de chargement nécessaires pour atteindre la charge utile maximale des tombereaux rigides (de 3 à 5 en mines, plus nombreuses en carrières).

PROFIL

Camions à benne basculante.

ESSIEUX

- L'essieu avant directeur, généralement en simple ; il est rarement moteur et/ou en jumelé.
- L'essieu arrière moteur, généralement en jumelé.

Il existe quelques camions bennes à trois essieux. Les deux essieux arrière, moteurs, sont alors montés en simple.

CHARGE UTILE

De 30 à 360 tonnes (33 - 400 us tons).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 80 km/h (50 mph).
- En charge : 65 km/h (40 mph).

Tombereaux à trappe (Bottom Dump Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

- Le mode de déchargement par le fond et leur capacité importante les spécialisent aux seuls gros sites à faible pente et dont les matériaux sont friables (transport de charbon, etc.).
- Adaptés aux utilisations impliquant des cycles longs.



PROFIL

Engin composé :

- d'un tracteur (tombereau rigide sans sa benne) ;
- d'une remorque longue dont le fond peut s'ouvrir.

C'est donc un mélange de tombereau rigide et de tombereau articulé.

ESSIEUX

- Deux essieux pour le tracteur : l'essieu avant, directeur, est toujours en simple. L'essieu arrière, moteur, est toujours en jumelé.
- Un essieu pour la benne, généralement en simple, plus rarement en jumelé.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 136 tonnes (150 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

65 km/h (40 mph).

Transporteurs de charbon (Coal haulers)

USAGES PRINCIPAUX

- Engins spécialisés dans le transport de matériaux friables.
- Spécifiquement destinés aux sites à faible pente et à longs cycles de transport.



PROFIL

- Engins compacts construits autour d'une benne à trappe.
- Trémie de grande capacité avec déchargement par le fond.

ESSIEUX

- Deux essieux, suspendus, équipés en jumelés à l'avant et à l'arrière
- L'essieu arrière est moteur, l'essieu avant est directeur, avec de forts angles de braquage (près de 90°).

CHARGE UTILE

220 tonnes (245 us tons).

VITESSE MAXIMALE

75 km/h (47 mph).

Chargeuses de front de taille (Large Loaders)

USAGES PRINCIPAUX

- Principalement, chargement des véhicules de transport en front de taille (mines et carrières).
- Plus rarement, chargement et transport direct vers le concasseur (load and carry). Le rayon d'action des chargeuses peut alors atteindre quelques centaines de mètres.



PROFIL

- Godets pouvant contenir jusqu'à 40 m³.
- Transmission avec limiteur de glissement et convertisseur de couple.
- Articulation permettant un braquage à un angle voisin de 40° (dans chaque sens).

ESSIEUX

- Essieu avant directeur et moteur.
- Essieu arrière moteur.

CHARGE UTILE

De 10 à 70 tonnes (11 - 77 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

40 km/h (25 mph).

Pousseurs sur pneus (Dozers, Rubber-Pousseur sur pneus-Dozers)

USAGES PRINCIPAUX

- Entretien de pistes, de zones de chargement/déchargement, de zones de stockage à ciel ouvert.
- Déplacement des matériaux à l'aide d'une lame frontale orientable.



PROFIL

Architecture et motorisation similaires à celles des chargeuses dont ils sont généralement dérivés.

ESSIEUX

Deux essieux moteurs.

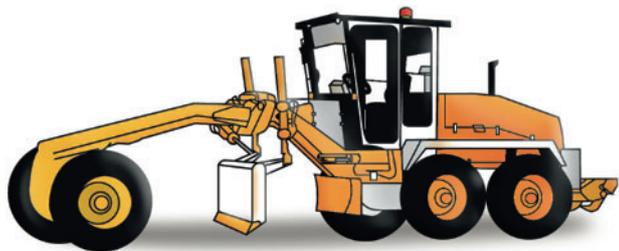
VITESSE MAXIMALE

40 km/h (25 mph).

Niveleuses de pistes (Large Motor Graders)

USAGES PRINCIPAUX

- Dans les mines à ciel ouvert et les carrières où elles servent aux travaux d'entretien des pistes, les niveleuses contribuent à :
 - d'appréciables réductions du temps de parcours des engins de transport ;
 - réduire les dommages pneumatiques accidentels (par exemple, perforation par passages répétés sur des blocs tombés des véhicules en circulation) ;
 - préserver la durée de vie des pneus Génie Civil montés sur les autres véhicules.
- Elles sont aussi utilisées pour réaliser des talutages et des réglages de couches de forme.



PROFIL

Engins, munis d'une lame centrale, et parfois d'une lame frontale, et/ou d'un scarificateur à l'arrière.

ESSIEUX

- Un essieu avant directeur et parfois moteur (plus rarement, deux essieux).
- Deux tandems arrière moteurs.

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 35 km/h (22 mph).
- Déplacement : 50 km/h (31 mph).



Niveleuse de pistes

Engins pour chantiers de terrassement et d'infrastructure

Principales caractéristiques d'usage :

- Engins utilisés sur différents types de chantiers (construction, travaux publics, etc.) ;
- Parcourent des distances limitées à des vitesses relativement peu élevées.
- Utilisation parfois comparable à celle des mines et des carrières, mais avec un usage beaucoup moins intensif

Camions Génie Civil et Travaux Publics (Small Dump Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

Sur des distances qui peuvent être importantes,

- transport de matériaux pour les chantiers de terrassement ou d'infrastructure (autoroutes, construction de voies de chemin de fer, barrages, etc.) ;
- transport dans les carrières et les sablières de matériaux du front de taille aux postes de concassage ou de traitement.



PROFIL

Engins intermédiaires, situés entre les camions routiers Poids Lourds et les tombereaux rigides.

ESSIEUX

- Le ou les essieux avant, en simple et essentiellement directeur(s), peut (peuvent) parfois être également moteur(s).
- Deux essieux arrière moteurs, en simple ou en jumelé.

CHARGE UTILE

De 15 à 70 tonnes (17 - 77 us tons).

VITESSE MAXIMALE

70 km/h (44 mph).

Tombereaux rigides (Rigid Dump Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

Sur les chantiers de terrassement ou d'infrastructure (autoroutes, construction de voies de chemin de fer, barrages, etc.), transport des matériaux, parfois sur de longues distances (cycles pouvant atteindre 40 kilomètres • 65 miles).



Important :

La capacité des chargeuses (ou des pelles) doit être adaptée à celle des moyens de transport ; c'est un facteur clé pour la productivité d'exploitation.

Celle-ci dépend en effet du nombre de passes de chargement nécessaires pour atteindre la charge utile maximale des tombereaux rigides.

PROFIL

Camions à benne basculante.

ESSIEUX

- L'essieu avant directeur, généralement en simple ; il est rarement moteur et/ou en jumelé.
 - L'essieu arrière moteur, généralement en jumelé.
- Il existe quelques camions bennes à trois essieux. Les deux essieux arrière, moteurs, sont alors montés en simple.

CHARGE UTILE

De 30 à 100 tonnes (33 - 110 us tons).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 80 km/h (50 mph).
- En charge : 65 km/h (40 mph).

Tombereaux articulés (Articulated Dump Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

- Transport de matériaux sur des chantiers de terrassement ou d'infrastructure.
- Les tombereaux articulés se retrouvent parfois sur les mêmes chantiers que les tombereaux rigides, sauf en carrière où leur utilisation reste rare.



PROFIL

- Engins composés d'un tracteur et d'une remorque articulée à liaison permanente dont la benne est soit basculante soit équipée d'un éjecteur.
- Articulation permettant un braquage à un angle voisin de 45° (dans chaque sens).
- Adaptés au roulage tout terrain, avec de remarquables capacités de franchissement en terrains meubles ou sur des reliefs tourmentés.

ESSIEUX

- Tracteur à un essieu en simple.
- Remorque à deux essieux en simple ou parfois à essieu unique.
- Tous les essieux sont généralement moteurs.

CHARGE UTILE

De 10 à 45 tonnes (11 - 50 us tons).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 65 km/h (40 mph).
- En charge : 55 km/h (34 mph).

Chargeuses moyennes (Medium Loaders)

USAGES PRINCIPAUX

- Prise de matériaux dans un dépôt constitué et déchargement en un point voisin (benne d'un camion, concasseur, etc.).
- Chargement et transport directs vers le concasseur (load and carry). Le rayon d'action des chargeuses peut alors atteindre quelques centaines de mètres.



PROFIL

- Engins construits autour d'un châssis articulé muni d'un godet à l'avant.
- Transmission avec limiteur de glissement et convertisseur de couple.

ESSIEUX

Deux essieux moteurs.

CHARGE UTILE

De 2 à 9 tonnes (2-10 us tons) (selon les modèles)

VITESSE MAXIMALE

40 km/h (25 mph).

Chargeuses de reprise (Small Loaders)

USAGES PRINCIPAUX

Reprise de stock, travaux de service dans une grande variété de sites (centrales à enrobé ou à béton, usines d'incinération, travaux publics, etc.).



PROFIL

- Engin compact pour permettre une grande manœuvrabilité.
- Selon les usages, le godet peut être remplacé par d'autres outils (fourche, etc.).
- Articulation permettant un braquage à un angle voisin de 40° (dans chaque sens).

ESSIEUX

- Essieu avant directeur et généralement moteur.
- Essieu arrière moteur.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 1 tonne (1 us ton) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

30 km/h (19 mph).

Décapeuses (Scrapers)

USAGES PRINCIPAUX

Auto-chargement, transport et auto-déchargement, essentiellement sur des chantiers d'infrastructure et dans les mines de charbon à ciel ouvert.

Ces engins sont composés d'un tracteur et d'une benne équipée d'une lame pour décaper le sol et récupérer les matériaux dans la benne.

Il existe aussi des décapeuses automotrices dont la benne est équipée de godets éleveurs ou de vis de chargement.



PROFIL

- Engin mono-moteur (essieu avant moteur) : le moteur n'entraîne la machine que lors du transport. Lors du chargement, un ou plusieurs pousseurs (ou bulldozers) font avancer la décapeuse.
- Engin bimoteur (chaque essieu est moteur) : chargement en tandem (push-pull) pour concentrer la puissance des deux machines (4 moteurs) sur une seule lame. Une machine tire et l'autre pousse. Chacune est chargée à tour de rôle.
- Articulation permettant un braquage à un angle voisin de 90° (dans chaque sens).

ESSIEUX

- Un essieu en simple pour le tracteur.
- Un essieu en simple pour la benne.

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 40 km/h (25 mph).
- Déplacement : 55 km/h (34 mph).

Niveleuses de route (Motor Graders)

USAGES PRINCIPAUX

- Dans le terrassement, la construction et les travaux publics, les niveleuses sont utilisées pour réaliser des talutages, des réglages de couches de forme et des finitions (travail au laser sur grave, ciment, enrobé, etc.).
- Ce sont aussi des engins extrêmement efficaces pour déneiger les routes.



PROFIL

Engins, munis d'une lame centrale, et parfois d'une lame frontale, et/ou d'un scarificateur à l'arrière.

ESSIEUX

- Un essieu avant directeur et parfois moteur (plus rarement, deux essieux).
- Deux tandems arrière moteurs.

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 35 km/h (22 mph).
- Déplacement : 50 km/h (31 mph).



Pelles automotrices (Wheeled Excavators)

USAGES PRINCIPAUX

- Creusement de tranchées.
- Chargement de matériaux meubles (terre, sable...).



PROFIL

- Châssis avec une cabine servant à la fois de poste de conduite et de manipulation.
- Bras articulé muni d'une pelle rétro.
- Les modèles les plus gros sont montés sur chenilles.

ESSIEUX

- Essieu avant directeur, en simple ou en jumelé ;
 - Essieu arrière moteur en simple ou en jumelé ;
- En jumelé, l'anneau situé entre les pneus rend préférable l'utilisation de pneus à flancs renforcés.

L'utilisation de stabilisateurs est nécessaire au maintien de l'engin en cours de travail.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 3 tonnes (3 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

20 km/h (12 mph).

Tractopelles (Backhoes Loaders)

USAGES PRINCIPAUX

- Creusement de tranchées avec la pelle rétro.
- Chargement des matériaux avec le godet.

Polyvalence utile pour tous les corps de métiers de la construction, des travaux publics et du terrassement.



PROFIL

- Godet à l'avant.
- Pelle rétro à l'arrière.

ESSIEUX

- Essieu avant directeur, parfois moteur.
- Essieu arrière moteur.

La monte avant est souvent plus petite que celle de l'arrière.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 2 tonnes (2 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

40 km/h (25 mph).

Mini-chargeuses compactes (Skid Steers)

USAGES PRINCIPAUX

Petits travaux de reprise sur sites peu étendus (jardins, espaces verts...) ou/et nécessitant un travail de grande précision.



PROFIL

- Un châssis rigide avec une cabine à la fois poste de conduite et poste de manipulation.
- Deux bras articulés, pouvant être équipés de nombreux types d'outils (fourche, godet, etc.).

NOMBRE DE ROUES

Pas d'essieu; les roues sont reliées à deux moteurs hydrauliques (1 de chaque côté) par l'intermédiaire de chaînes.

Les changements de direction s'effectuent en freinant les roues du côté où l'on se dirige (de la même façon que les engins à chenilles).

CHARGE UTILE

1 à 2 tonnes (1-2 us tons).

VITESSE MAXIMALE

30 km/h (19 mph).

Tombereaux compacts à benne avant (Site Dumpers)

USAGES PRINCIPAUX

Très maniables, employés sur une grande variété de sites (infrastructure, espaces verts, etc.) pour le transport et le déblaiement.



PROFIL

Engins à benne basculante.

ESSIEUX

- Essieu avant généralement moteur.
- Essieu arrière directeur.

CHARGE UTILE

De 2 à 9 tonnes (2 - 10 us tons).

VITESSE MAXIMALE

30 km/h (19 mph).

Chargeuses télescopiques (Telescopic Handlers)

USAGES PRINCIPAUX

Déplacement, stockage et reprise en grande hauteur (palettes, matériaux gerbables).



PROFIL

- Châssis avec une cabine à la fois poste de conduite et poste de manipulation.
- Bras télescopique pouvant être équipé de nombreux outils (fourche, godet, etc.).

NOMBRE DE ROUES

- Four drive and steering wheels which can be turned in various ways to provide specific movement options.
- Outriggers used when carrying out operations at great height.

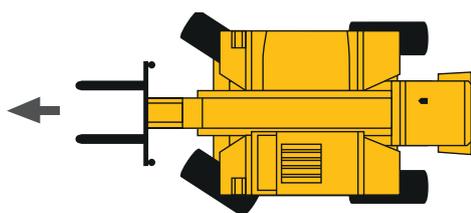
VITESSE MAXIMALE

25 km/h (16 mph).

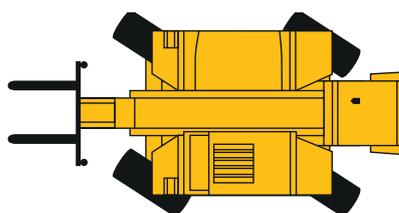
CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 21 tonnes (23 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 17 mètres (19 yards) (selon les modèles).

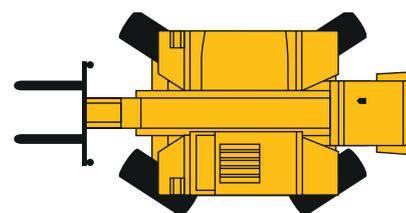
MODE DE DÉPLACEMENT



Normal



En crabe



En opposition

Engins spécifiques à la construction de routes

Principales caractéristiques d'usage :

- destinés exclusivement à la construction et à l'entretien des réseaux routiers ;
- assument des fonctions précises : préparation du terrain, finition, etc.

Stabilisateurs de sols et Recycleurs de chaussées (Soil Stabilizers and Road Reclaimers)

USAGE EXCLUSIF

Ces machines de terrassement interviennent pour préparer le terrain.



PROFIL

- Trémie de transport de matériaux.
- Outil pour incorporer au sol les stabilisants contenus dans la trémie (chaux...).
- Fort pouvoir de traction et de flottation.

ESSIEUX

- Essieu avant moteur et parfois directeur.
- Essieu arrière directeur et souvent moteur.

Les quatre roues peuvent être identiques ou plus petites à l'arrière.

VITESSE MAXIMALE

15 km/h (9 mph).

Raboteuses (Planers, Asphalt Milling Machines)

USAGE EXCLUSIF

Enlever les enrobés et le béton de surface des routes pour permettre l'épandage d'une nouvelle couche de roulage.



PROFIL

Ces engins sont :

- constitués d'un groupe de fraiçage (réglé par un dispositif manuel ou électrique), d'un système de chauffage pour ramollir l'enrobé et d'un tapis de convoyage pour évacuer l'enrobé vers un camion benne ;
- montés sur chenilles ou sur pneumatiques soumis à des températures très élevées.

Sur certains modèles, un système d'arrosage permet de limiter la formation de poussière et de protéger le matériel contre une usure prématurée.

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 2 km/h (1.25 mph).
- Déplacement : 8 km/h (5 mph).

Alimenteurs (Mobile Feeders for Asphalt Pavers)

USAGE EXCLUSIF

Alimentation des finisseurs en enrobé (qui arrive sur un tapis de convoyage).



PROFIL

Engins montés sur pneumatiques ou sur chenilles.

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 2 km/h (1 mph).
- Déplacement : 15 km/h (9 mph).

Finisseurs (Asphalt Pavers)

USAGE EXCLUSIF

Mise en place de la couche de roulage sur une plateforme préalablement préparée lors du terrassement.



PROFIL

Engin automoteur composé :

- d'une trémie, d'une capacité de 3 m³ à 25 m³ (4 yd³ à 33 yd³), pour recevoir les enrobés. Elle est portée par des roues sur bandage (deux ou quatre), directrices voire parfois motrices ;
- d'un châssis portant le moteur thermique de translation, le dispositif de transfert de produit et le poste de commande, porté par un essieu de pneumatiques en simple, moteur.
- d'une table de travail (Screed), vibrante ou fixe, destinée à l'épandage du produit en un tapis régulier.

Dans certains cas, cet engin est monté sur un train de chenilles.

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 30 m/mn (33 yd/mn).
- Déplacement : 5 km/h (3 mph).

Compacteurs (Compactors, Rollers)

USAGES PRINCIPAUX

- Compactage des sols.
- Préparation des surfaces lors de la construction de routes, aplanissement des sols lors de travaux de finition.



ESSIEUX

En fonction du type d'engin :

- deux essieux munis de cylindres, lisses ou avec des pieds de compactage ;
- un essieu avant muni d'un cylindre lisse ou avec des pieds de compactage, un essieu arrière avec deux pneus ;
- deux essieux sur pneus (de deux à cinq pneus lisses pour chacun).

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 5 km/h (3 mph).
- Déplacement : 25 km/h (16 mph) (selon les modèles).

Grues mobiles

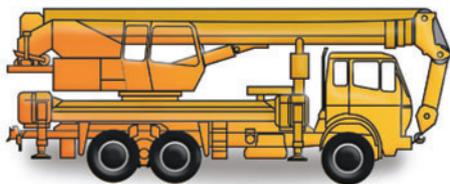
Principales caractéristiques d'usage :

- Essentiellement destinées à des déplacements sur sols aménagés.
- Les pneus des grues mobiles sont toujours sous charge ; ils doivent par ailleurs assurer un bon comportement routier lors des déplacements.

Grues automotrices à châssis poids lourds (TC, Truck Cranes)

USAGES PRINCIPAUX

- Usage routier quasi-exclusif.
- Excellente stabilité sur revêtements solides.



PROFIL

- Compactes donc maniables.
- Montées sur un châssis camion renforcé, équipé de pneus Poids Lourds.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 90 tonnes (99 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 70 mètres (77 yard) de hauteur (selon les modèles).

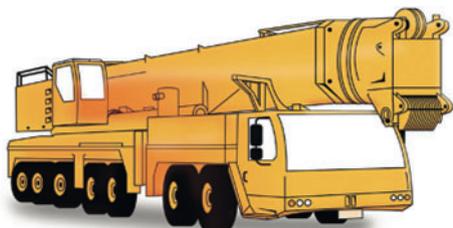
VITESSE MAXIMALE

90 km/h (56 mph).

Grues mobiles routières et tout terrain (AT, All Terrain Cranes)

USAGES PRINCIPAUX

Grande manœuvrabilité et grande adaptabilité. Évoluent principalement sur route, parfois sur site.



PROFIL

Deux cabines : cabine de conduite, cabine pour le grutier.

- Les pneus Génie Civil, montés en simple, peuvent porter jusqu'à 12 tonnes (13 us tons) par essieu.

ESSIEUX

- Moteurs et directeurs.
- De deux à dix essieux.

VITESSE MAXIMALE

80 km/h (50 mph).

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 1.200 tonnes (1,300 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 190 mètres (208 yard) de hauteur (selon les modèles).
- Opérations de levage effectuées stabilisateurs déployés.

Grues mobiles compactes (City Cranes)

USAGES PRINCIPAUX

Conçues pour travailler en milieu urbain, et plus généralement partout où l'engin de levage doit être compact (accessibilité réduite du chantier, faible surface de débattement) :

- cabine unique ;
- déplacement routier autorisé (pneus Poids Lourds ou Génie Civil).



ESSIEUX

Jusqu'à quatre essieux.

VITESSE MAXIMALE

90 km/h (56 mph).

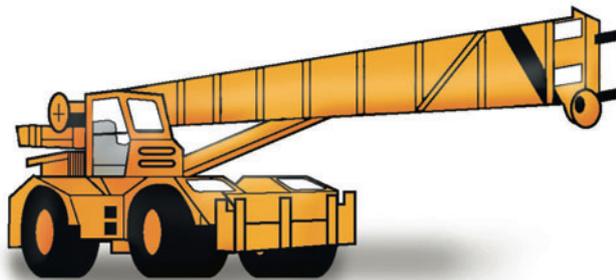
CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 80 tonnes (88 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 60 mètres (66 yard) de hauteur (selon les modèles).

Grues mobiles tout terrain et chantier (RT, Rough Terrain Cranes)

USAGES PRINCIPAUX

Engins conçus exclusivement pour rouler hors-la-route sur courtes distances.



PROFIL

- Grande manœuvrabilité.
- Cabine unique, à la fois poste de conduite et poste de travail.
- Excellente capacité de franchissement en terrains difficiles.

ESSIEUX

Deux, parfois trois essieux moteurs et directeurs.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 135 tonnes (149 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 95 mètres (104 yard) de hauteur (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

40 km/h (25 mph).

Grues mobiles industrielles (Compact Industrial Cranes)

USAGES PRINCIPAUX

- Levage sur sites industriels : entrepôts, ateliers, etc.
- Déplacements sur route peu fréquents et de courte distance.



PROFIL

- Petits engins à cabine unique et sans suspension.
- Quatre roues indépendantes équipées de pneus Manutention.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 25 tonnes (28 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 30 mètres (33 yard) de hauteur (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

30 km/h (19 mph).

Grues mobiles portuaires (Mobile Harbour Cranes)

USAGES PRINCIPAUX

- Exclusivement sur les zones portuaires.
- Très lourdes, encombrantes et de faible manœuvrabilité, ces grues se déplacent peu et difficilement.



ESSIEUX

- Plusieurs essieux moteurs, généralement directeurs.
- Les plus grosses grues possèdent sept essieux fixes et cinq essieux mobiles et sont équipées de 96 pneus Génie Civil.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 200 tonnes (220 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 56 mètres (61 yard) (selon les modèles).
- Opérations de levage effectuées stabilisateurs déployés.

VITESSE MAXIMALE

10 km/h (6 mph).

Engins pour mines souterraines

Principales caractéristiques d'usage :

- Surbaissés et compacts, ces engins circulent dans les galeries souterraines et les tunnels ;
- Conçus pour travailler dans des espaces restreints d'exploitation ;
- Chargement et transport de matériaux sur des distances relativement courtes.

Engins de service (Support Machine)

USAGES PRINCIPAUX

Chaque type d'engin est adapté à un travail spécifique : rectifieuse, étayeuse, etc.



Rectifieuse

PROFIL

Engins généralement articulés.

ESSIEUX

Deux essieux en simple.

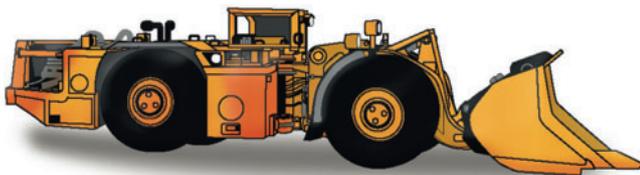
VITESSE MAXIMALE

Variable selon le type d'engin.

Chargeuses (Wheeled Loaders)

USAGES PRINCIPAUX

- Chargement et transport dans la mine.
- Pour des utilisations dangereuses, ces engins peuvent être télécommandés ou filoguidés, permettant au « conducteur » de se tenir à distance de sécurité.



PROFIL

- Engins articulés, dotés d'un moteur thermique ou électrique.
- Munis d'un ou de deux bras articulé(s) avec godet.

ESSIEUX

Deux essieux en simple, moteurs.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 15 tonnes (17 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- Travail : 20 km/h (12 mph).
- Déplacement : 30 km/h (19 mph).

Tombereaux (Dump Trucks)

USAGE EXCLUSIF

Transport de tous minerais.



PROFIL

Benne basculante, ou fixe munie d'un éjecteur. Engin articulé.

ESSIEUX

- Deux essieux en simple, moteurs.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 60 tonnes (66 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 40 km/h (25 mph).
- En charge : 25 km/h (16 mph).

Transporteurs de charbon (Coal haulers)

USAGE EXCLUSIF

Transport de charbon en galerie.



PROFIL

Articulation centrale permettant un braquage à un angle voisin de 45° (dans chaque sens).

ESSIEUX

- Deux essieux en simple, moteurs.
- Motorisation électrique, indépendante par position (pour certains modèles).

CHARGE UTILE

Jusqu'à 20 tonnes (22 us tons).

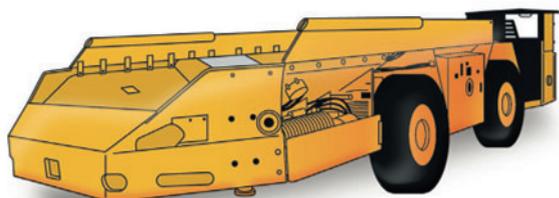
VITESSE MAXIMALE

Environ 10 km/h (6 mph), variable selon les modèles.

Navettes (Shuttle cars)

USAGE EXCLUSIF

Transport de charbon en galerie.



PROFIL

- Engin à châssis rigide pourvu d'une bande transporteuse pour déchargement automatique.
- Alimentation électrique par câble.

ESSIEUX

Deux essieux en simple, moteurs et directeurs.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 15 tonnes (17 us tons).

VITESSE MAXIMALE

Entre 5 et 10 km/h (3-6 mph).



Chargeuse pour mines souterraines

Engins de manutention

Principales caractéristiques d'usage :

- Secteurs industriels, centres intermodaux, activités portuaires, etc. ;
- Déplacements sur des surfaces aménagées : béton, asphalte, pavés, etc.

Chariots élévateurs frontaux

- Chargement / déchargement de véhicules, stockage de matériaux ou de marchandises palettisées.
- Manutention de matériaux de toutes sortes : levage, et transport sur de courtes distances.

Chariots élévateurs de petite et moyenne capacité (Small and medium Forklifts, small and medium Forklift Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

Tous stockages industriels, manutention.

PROFIL

- Équipés de fourches mobiles (et/ou de pinces) qui se déplacent verticalement et horizontalement le long d'un mât télescopique.
- Motorisation électrique, à gaz ou diesel.

VITESSE MAXIMALE

- À vide : jusqu'à 40 km/h (25 mph).
- En charge : jusqu'à 25 km/h (16 mph).



ESSIEUX

Essieu avant toujours moteur, essieu arrière toujours directeur :

- à vide, l'essentiel du poids se trouve sur l'essieu arrière (moteur, batteries et contrepoids nécessaire à l'équilibrage du chariot chargé) ;
- en charge, l'essentiel du poids se trouve sur l'essieu avant.

EQUIPEMENT PNEUMATIQUE

Petits chariots :

- deux roues (en simple) à l'avant et un ensemble roulant (avec 1 ou 2 roues en jumelé) à l'arrière ;
- Pneus Plein Souples (appelés encore PPS) ou bandages.

Chariots de moyenne capacité :

- deux roues (en simple) à l'avant comme à l'arrière ;
- pneus plein souples, conventionnels ou radiaux.

Chariots de capacité supérieure :

- deux ensembles roulants en jumelé à l'avant et de deux roues (en simple) à l'arrière ;
- pneus plein souples, conventionnels ou radiaux.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 16 tonnes (18 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 9 mètres (10 yard) (selon les modèles).

Chariots élévateurs de grande capacité (Large Forklifts, Large Forklift Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

- Stockage et manutention de lourdes charges.
- Chariots de conception identique aux précédents, mais de puissance supérieure de levage.



PROFIL

Motorisation diesel uniquement.

ESSIEUX

- 1 essieu avant moteur, généralement en jumelé.
- 1 essieu arrière directeur.

CAPACITÉ DE LEVAGE

- Jusqu'à 50 tonnes (55 us tons) (selon les modèles).
- Jusqu'à 8 mètres (9 yard) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 30 km/h (19 mph).
- En charge : 20 km/h (12 mph).

Chariots élévateurs RoRo (RoRo Forklift, Forklift RoRo Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

Chargement et déchargement des bateaux (RoRo signifie Roll-on/Roll-off soit « monte et descend »).

- Chariots de faible hauteur pour permettre d'accéder aux cales de navires.
- Manutention des conteneurs et de matériaux palettisés.



PROFIL

Équipés de fourches mobiles et/ou de pinces) se déplaçant verticalement et horizontalement le long d'un mât télescopique spécial.

ESSIEUX

- 1 essieu avant, moteur, généralement en jumelé.
- 1 essieu arrière directeur.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

Jusqu'à 60 tonnes (66 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 30 km/h (19 mph).
- En charge : 20 km/h (12 mph).

Chariots élévateurs porte-conteneurs (Container Handlers, Masted Lift Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

- Manipulation et le déplacement de conteneurs.
- Deux types d'engins :
 - les porte-conteneurs vides (« empty container handlers ») pour déplacer et stocker (jusqu'à 25 mètres de hauteur - 27 yard) des conteneurs vides ;
 - les porte-conteneurs chargés (« laden containers handlers ») pour lever et déplacer des conteneurs pesant jusqu'à 50 tonnes (55 us tons).



PROFIL

- Chariots élévateurs très puissants, munis d'un mât télescopique sur lequel se déplace un « spreader » (sorte de grosse griffe) permettant de s'adapter à la taille des conteneurs, de les saisir, de les soulever et de les déplacer.
- À vide, la plus grande partie du poids se trouve sur l'essieu arrière (moteur, batteries et contrepoids) ; en charge, l'essentiel du poids se trouve sur l'essieu avant.

ESSIEUX

- Essieu avant en jumelé, moteur.
- Essieu arrière en simple, directeur.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 50 tonnes (55 us tons) (suivant les modèles).
- Jusqu'à 27 mètres (30 yard) (9 conteneurs vides) et jusqu'à 15 mètres (16 yard) (5 conteneurs pleins).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 40 km/h (25 mph).
- En charge : 25 km/h (16 mph).

Chariots à mât télescopique (Reach Stackers)

USAGES PRINCIPAUX

Manipulation et déplacement de conteneurs.

ESSIEUX

- Essieu avant en jumelé, moteur.
- Essieu arrière en simple, directeur.



PROFIL

- Compromis entre la grue et le chariot élévateur : leur bras télescopique leur confère deux avantages majeurs par rapport aux chariots élévateurs de forte capacité et aux chariots porte conteneurs :
 - possibilité de stocker des conteneurs en 2^e ou 3^e rangée ;
 - possibilité d'évoluer dans des espaces plus exigus.
- Un châssis, un poste de conduite et un bras télescopique muni d'un « spreader » articulé permettent une manutention adaptée à la taille des conteneurs.
- À vide, la plus grande partie du poids se trouve sur l'essieu arrière ; en charge, l'essentiel du poids se trouve sur l'essieu avant.
- Des stabilisateurs permettent de gerber à grande hauteur et à distance : 2^e rangée, 12 mètres (13 yard) et 3^e rangée, 9 mètres (10 yard).

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 45 tonnes (45 us tons) (selon modèles).
- Jusqu'à 24 mètres (26 yard) (8 containers vides) et jusqu'à 18 mètres (20 yard) (6 containers pleins).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 40 km/h (25 mph).
- En charge : 20 km/h (12 mph).

Engins parfois équipés d'un limiteur de la vitesse en charge.



Chariot élévateur porte-conteneurs

Chariots porte-grumes (Reach Loggers)

Chariots élévateurs de logging, porte-grumes (Fork Loggers)

USAGES PRINCIPAUX

- Manutention de grumes.
- En une seule prise, ces machines peuvent prendre le chargement complet d'un camion de bois.



PROFIL

Une pince porte-grumes remplace le palonnier des chariots élévateurs frontaux de grande capacité.

ESSIEUX

- Essieu avant moteur, en simple ou en jumelé.
- Essieu arrière, en simple, directeur.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

- Jusqu'à 8 tonnes (9 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 30 km/h (19 mph).
- En charge : 10 km/h (6 mph).

Chariots porte-grumes à mât télescopique (Reach Loggers)

USAGES PRINCIPAUX

Reach stackers adaptés au logging. Ils permettent donc :

- de manipuler et déplacer des grumes en 2^e ou 3^e rangée et/ou dans des espaces exigus ;
- de prendre des grumes en dessous du niveau du sol (par exemple, dans une rivière depuis un quai).



PROFIL

Une pince porte-grumes remplace le palonnier des chariots élévateurs frontaux de grande capacité.

ESSIEUX

- Essieu avant en jumelé, moteur.
- Essieu arrière en simple, directeur.

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 40 km/h (25 mph).
- En charge : 20 km/h (12 mph).

Chariots élévateurs latéraux (Side Loaders)

USAGES PRINCIPAUX

Engins de transport plus que de levage, conçus pour travailler dans des espaces exigus (entrepôts constitués de rayonnages, etc.) :

- Transport de marchandises longues (tuyaux, barres de fer, canalisations, troncs d'arbre) ;
- Motorisation électrique, à gaz ou diesel.



PROFIL

- Châssis avec un poste de conduite et un tablier comparables à ceux d'un chariot élévateur frontal mais placés latéralement.
- Lors des opérations de chargement, ces engins sont souvent sur stabilisateurs rigides.

ESSIEUX

- Essieu avant toujours directeur.
- Essieu arrière toujours moteur.

CAPACITÉ MAXIMALE DE LEVAGE

Jusqu'à 15 tonnes (17 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- À vide : 40 km/h (25 mph).
- En charge : 15 km/h (9 mph).

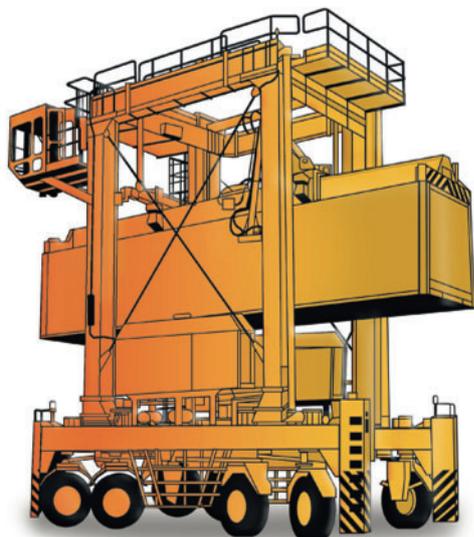
Cavaliers et portiques (Straddle Carriers and Transtainers)

Cavaliers ou enjambeurs (Straddle Carriers)

USAGES PRINCIPAUX

- Déplacer et manipuler les conteneurs (ports et centres intermodaux) : chargement, transport et empilage.
- Enjamber une rangée de conteneurs empilés sur plusieurs hauteurs, prendre le conteneur sélectionné pour le transporter entre leurs « jambes » jusqu'à une autre rangée, un camion ou un train.

Apparaît actuellement une nouvelle génération d'engins surbaissés donc plus rapides (Shuttle, Sprinter, etc.), particulièrement adaptés au transport et au chargement de véhicules.



PROFIL

Plateforme dotée d'un poste de conduite (frontal ou latéral) située en haut d'une structure métallique (jambes).

- Ensemble de fixation (griffe, palan ou spreader) solidaire de cette plateforme pour saisir et déplacer les conteneurs.
- En fonction des modèles, capacité à empiler sur 3 ou 4 hauteurs des conteneurs de 20 ou 40 pieds, à déplacer 1 conteneur de 20 pieds ou de 40 pieds (Single Spreader) ou 2 conteneurs de 20 pieds (Twin spreader).

CAPACITÉ DE LEVAGE

- Jusqu'à 40 tonnes (44 us tons) pour les « single spreader ».
- Jusqu'à 60 tonnes (66 us tons) pour certains modèles de « twin spreader ».

NOMBRE D'ESSIEUX

- Pas d'essieux mais des roues indépendantes.
- Standard : 8 roues directrices en simple dont les 4 centrales sont généralement motrices.
- Type « Sprinter » ou « Shuttle » : 6 roues motrices dont les 4 aux extrémités sont directrices.

VITESSE MAXIMALE

30 km/h en charge (19 mph).

Grues portiques (Transtainer, Rubber-Tyred Gantry Cranes «RTG»)

USAGES PRINCIPAUX

- Manipuler des conteneurs dans les ports.
- Enjamber plusieurs rangées (de 1 à 8) de conteneurs empilés sur plusieurs hauteurs (2 à 7) et une voie de circulation pour les camions ou tracteurs terminaux.

Utilisés essentiellement pour un travail de triage, de stockage et de déstockage de conteneurs, ces engins se déplacent latéralement. Les déplacements longitudinaux, bien que possibles, sont rares.



PROFIL

- Beaucoup plus lourdes que les enjambeurs.
- Elles se déplacent en ligne droite tout au long de la file de conteneurs, qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres de longueur.
- Les braquages et changements de direction se font toujours machine arrêtée sur des emplacements réservés à cet effet (plaques de métal lisse ou de peinture glissante).

ESSIEUX

Tous directeurs (90°).

- Équipés de 1 ou 2 pneus (en ligne ou bogie), voire de 4 pneus (2 bogies en ligne) pour chacun des 4 pieds.
- Des systèmes identiques roulent sur rails (Rail Mounted Gantry ou RMG).

VITESSE MAXIMALE

2 à 8 km/h (1-5 mph).

Tracteurs de terminaux et tracteurs RoRo (Terminal Tractors and RoRo Trucks)

USAGES PRINCIPAUX

- Déplacement des remorques dans les ports et les centres intermodaux.
- Chargement / déchargement à/de l'intérieur des bateaux (ferries) : remorques routières, remorques basses chargées de 1 à 2 conteneur(s).



PROFIL

Véhicules comparables à des tracteurs routiers mais de taille plus petite. Ils ne sont pas destinés à rouler sur route mais évoluent sur des sols très adhérents, donc abrasifs.

- Très maniables pour circuler facilement entre les ponts des navires et les rangées de conteneurs.
- Très puissants pour fournir l'effort de traction que nécessite un travail permanent sur couple freineur/couple moteur.
- Leur sellette a la particularité de pouvoir se lever pour permettre de s'adapter à tous types de remorques.
- Le poste de conduite (rotation de 180 °) permet de rouler aussi vite en marche avant ou arrière.

ESSIEUX

- L'essieu avant, en simple, est directeur.
- L'essieu arrière, en jumelé, est moteur.
- Dans certains ports, des engins à 3 essieux sont exploités pour tirer des trains de remorques.

CHARGE UTILE

Jusqu'à 35 tonnes (39 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

50 km/h (31 mph).

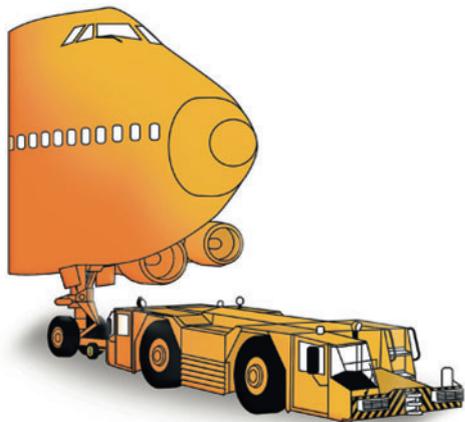
Tracteurs d'avion (Towbar et Towbarless Tractors)

USAGE EXCLUSIF

Déplacement des avions au sol.

ESSIEUX

2 essieux et 4 roues motrices (possibilité de verrouiller un essieu).



PROFIL

Taille adaptée à celle des avions qu'ils déplacent.

- Très puissants pour fournir l'effort de traction nécessaire : effectuent en permanence un travail sur des sols très adhérents donc abrasifs.
- Les tracteurs conventionnels (Towbar Tractors) déplacent l'avion à l'aide d'un timon ; ils ont une charge élevée et constante.
- D'autres tracteurs (Towbarless Tractor), équipés d'une sorte de berceau qui se glisse sous la roue avant, portent le train avant de l'avion. Leur charge est cyclique.

CAPACITÉ DE LEVAGE

Jusqu'à 70 tonnes (77 us tons) (selon les modèles).

VITESSE MAXIMALE

- 30 km/h (19 mph) pour tracter un avion vide (mise en parking, mise en place au terminal, etc.).
- 5 km/h (3 mph) lorsque l'avion, à pleine charge, quitte en marche arrière le terminal d'embarquement (situation dite de pushback).

Les engins spéciaux

Principales caractéristiques d'usage :

- Déplacements sur des pistes assez aménagées requérant un entretien très régulier.
- Cycles discontinus de transport : le temps de roulage en charge représente de 40 % à 60 % du temps total.
- Selon le constructeur, leur dénomination commerciale peut changer.

Loco-tracteurs (Railroad Loco-tracteur)

USAGE EXCLUSIF

- Traction des trains dans les zones de fret, roulage alternatif sur route et sur rails.



PROFIL

Les roues métalliques sont abaissées lorsque le véhicule est sur rail, et ne servent alors qu'au guidage.

- Les pneus, généralement Manutention, doivent impérativement être gonflés à forte pression ; à l'usage, ils présentent une usure centrale caractéristique.
- Faible durée d'utilisation, distances parcourues limitées.

VITESSE MAXIMALE

30 km/h (19 mph).

Porte-cuviers (Slag Pot Carriers)

USAGE EXCLUSIF

Dans les usines métallurgiques, transport des récipients contenant des matières en fusion.



ESSIEUX

- 1 essieu avant, moteur et directeur, équipé de pneus Génie Civil ;
- 1 essieu arrière équipé de pneus Génie Civil de pneus ou Manutention (souvent alors des PPS).

VITESSE MAXIMALE

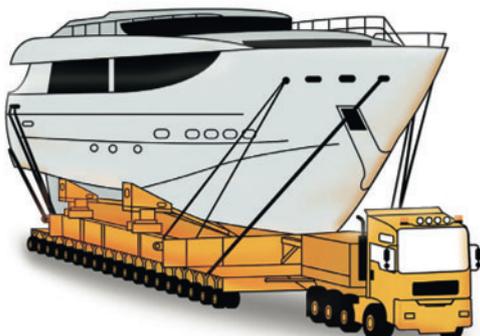
- À vide : jusqu'à 35 km/h (22 mph) (selon les modèles).
- En charge : jusqu'à 15 km/h (9 mph) (selon les modèles).

Ensembles de manutention lourde (Girder Carriers, Span Carriers)

USAGES PRINCIPAUX

Tous transports exceptionnels :

- éléments de pont ou de chemins de fer ;
- bateaux
- ...etc.



PROFIL

- Châssis remorque de grande longueur, équipé de roues jumelées (jusqu'à 400 pneus au sol).
- Tracteur indépendant ou fixé au châssis.

ESSIEUX

Généralement multi-essieux.

- Chaque essieu est équipé de 1 à « n » roues.
- La plupart des essieux sont directeurs, certains peuvent être parfois moteurs.

VITESSE MAXIMALE

Vitesse réduite, en charge.

- Le retour (à vide) se fait en marche arrière à vitesse supérieure (de l'ordre de 2 fois la vitesse en charge).
- En charge : jusqu'à 5 km/h (3 mph).
- À vide : jusqu'à 15 km/h (9 mph).

Camions multi-attelages (Road Trains)

USAGES PRINCIPAUX

Transport de bois (logging), de charbon ou de minerais. Aller en charge et retour à vide, sur des pistes aménagées ou sur route.



PROFIL

Véhicules composés d'un tracteur avec attelage de deux à trois remorques multi-essieux.

ESSIEUX

- L'essieu avant du tracteur est toujours en simple.
- Un ou les deux essieu(x) arrière, moteur(s), généralement jumelé(s).

CHARGE UTILE

Jusqu'à 200 tonnes (220 *us tons*) (selon la longueur de l'attelage).

VITESSE MAXIMALE

80 km/h (50 *mph*).

Véhicules d'intervention (Special Intervention Vehicles)

USAGE EXCLUSIF

- Aéroports et autres sites sensibles, y compris différentes formes d'applications militaires.
- Grande capacité de franchissement.
- Excellente manœuvrabilité, besoin ponctuel de grande vitesse.



ESSIEUX

Trois essieux directeurs et/ou moteurs.

VITESSE MAXIMALE

130 km/h (81 *mph*) (pendant un temps limité).



Camion aéroportuaire d'intervention incendie

GLOSSAIRE

19

A

ANNEAU CONIQUE

Pièce métallique amovible d'une jante multi-pièces permettant de créer une zone conique de contact entre le bourrelet du pneu et la jante, afin d'en éviter la rotation.

ANNEAU DE VERROUILLAGE

Pièce métallique amovible d'une jante multi-pièces permettant de maintenir les autres pièces métalliques de montage contre le bourrelet du pneu afin d'éviter à celui-ci de sortir de la jante.

AUTOCLAVE

Chambre métallique fermée permettant de cuire sous pression de vapeur.

B

BANDE CALANDRÉE

Bande de gomme de rechapage d'une dimension adaptée à la largeur du pneumatique. La mise en forme de la bande (largeur / épaisseur) est réalisée par calandrage. Ce type de pose est manuel.

BANDELETTE TRANCANNÉE

Bande étroite de gomme de rechapage, produite par extrusion et posée par enroulement en couches successives. Pour couvrir la largeur du sommet du pneu, chaque couche est réalisée par un déplacement latéral de cette bandelette, coordonné à la rotation du pneumatique. Ce type de pose est automatique.

BIELLE DE BLOCAGE

Pièce métallique amovible permettant d'immobiliser ensemble les deux parties d'un véhicule articulé.

BIELLE DE DIRECTION

Barre d'accouplement (appelée aussi biellette de direction) liant les porte-moyeux à la crémaillère ou au vérin de direction.

BIELLE DE VERROUILLAGE

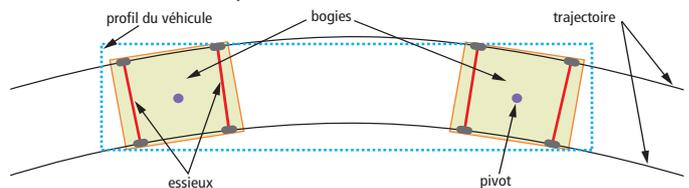
Tige métallique se plaçant entre les deux parties d'un engin articulé afin de l'immobiliser.

BOGIE OU BOGGIE

Chariot mobile par rapport au châssis du véhicule sous lequel il est fixé. Les essieux (et donc les roues) sont reliés à ce châssis.

La fonction essentielle des bogies est de faciliter l'inscription en courbe. Les bogies du véhicule peuvent pivoter indépendamment les uns des autres, ce qui autorise :

- des rayons de courbure plus faibles ;
- un éloignement plus important entre les essieux, qu'ils soient moteurs ou porteurs.



BOUNCING

Mouvements réguliers (secousses) que subit une machine en mouvement par le fait d'une piste mal entretenue (effet de tôle ondulée).

BOURRELET

Voir aussi le croquis de pneu à la rubrique «Carcasse» du glossaire. Les bourrelets constituent les deux zones d'un pneumatique qui permettent d'assurer son maintien sur la jante.

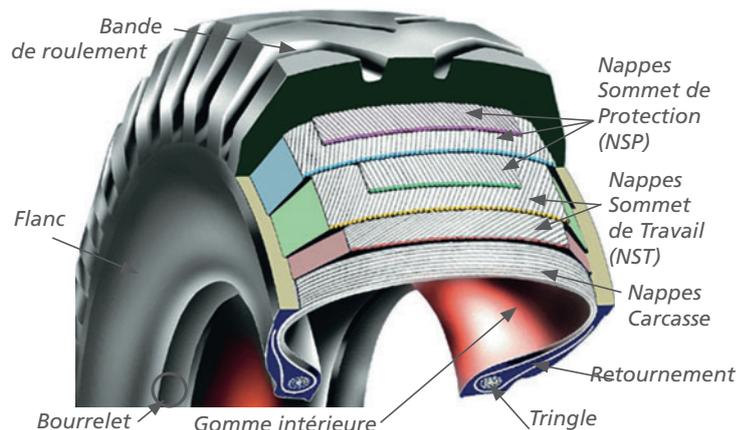
C

CALANDRAGE

Procédé mécanique qui consiste à lisser un matériau malléable en le faisant passer entre deux rouleaux.

CARCASSE

La carcasse d'un pneumatique désigne l'ensemble de l'architecture constituée des différentes nappes métalliques ou textiles. La gomme constitutive de la bande de roulement et des flancs du pneu est apposée sur la carcasse du pneumatique.

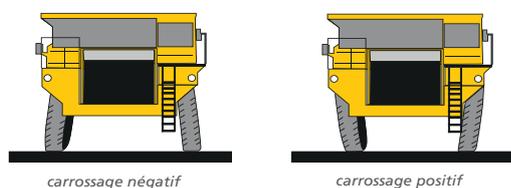


CARDAGE

Opération consistant à donner à la bande de roulement du pneu l'état de surface nécessaire pour faciliter la pénétration et l'accrochage de la gomme lors du collage. Le cardage peut être effectué soit au moyen d'un outil rotatif appelé carde, soit par divers procédés d'abrasion.

CARROSSAGE

Vu de face, désigne l'angle formé par le plan de roulement de la roue avec la verticale. Le carrossage est dit « négatif » ou « contre-carrossage » lorsque le sommet de la roue est incliné vers le véhicule. Il est positif dans le cas contraire.



CENTRALE À ENROBÉ

Unité de fabrication d'enrobés (mélange de gravier, de sable et de bitume, étendu en une ou plusieurs couches pour constituer la chaussée des routes).

CERCLE ANNEAU CONIQUE

Pièce métallique amovible d'une jante 3 pièces ayant pour fonction de créer une zone conique en contact de la base des bourrelets du pneu afin d'éviter la rotation de la jante dans ces bourrelets.

CHANDELLE

Support métallique, généralement à trois points d'appui, servant à soutenir un engin levé.

CHANFREIN

Coupe en biseau, réalisée sur l'anneau conique pour lui permettre de lors du gonflage, de passer sur le joint de jantes sans le sortir de son logement.

CHÂSSIS

Structure métallique sur laquelle sont fixés les essieux (et donc les roues).

Les différentes organisations d'essieux sont symbolisées sous la forme d'une multiplication :

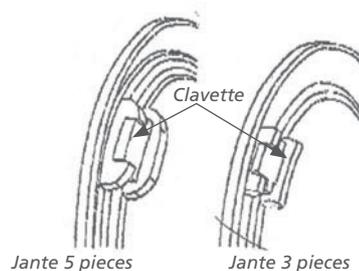
- le premier chiffre est le nombre d'ensembles tournants ;
- le deuxième chiffre est le nombre d'ensembles moteurs ;
- le troisième chiffre (facultatif) est le nombre d'ensembles directeurs.

Exemple: 6 x 4 x 2.

CLAVETTE

Cheville métallique, généralement en croix, enfoncée dans un évidement pratiqué sur la base de jante pour l'appuyer contre une autre pièce de la jante.

La clavette est destinée à rendre solidaires les pièces constituant la jante, afin d'éviter toute rotation de celle-ci lorsque le véhicule est en mouvement.



CONVERTISSEUR DE COUPLE

Remplace généralement un embrayage mécanique pour transférer la puissance de l'arbre moteur à l'essieu.

Permet aussi une variation du couple transmis lorsque les vitesses de rotation d'entrée et de sortie sont différentes.

COUPASSAGE

Ensemble de petites coupures.

CRAPAUD

Pièce métallique trouée, chevauchant une ou deux vis du moyeu d'un véhicule afin de plaquer la jante (montage en simple) ou l'anneau de centrage (montage en jumelés) sur le moyeu.

CRIQUE

Fente fine que l'on retrouve sur la piste de freinage d'un tambour ou d'un disque de frein, ou sur les éléments d'une roue fatiguée.

Les criques ont tendance à s'agrandir lors de chocs thermiques ou mécaniques.

CYCLE

Ensemble des différentes phases effectuées par un engin durant une opération de chargement / déchargement.

Un cycle est composé de quatre phases :

- chargement ;
- transport vers le lieu de déchargement ;
- déchargement ;
- retour à vide.

D

DÉBRIDAGE

Traitement d'une blessure du pneu pour éliminer toutes les parties endommagées (fils, gommages, etc.).

DÉVERS

Inclinaison transversale donnée dans les courbes, au profil en travers d'une chaussée.

Permet de diminuer l'effet de la force centrifuge sur un véhicule en mouvement.

E

EMBASE

- Pièce en caoutchouc permettant de fixer une valve sur une chambre à air.
- Pièce métallique à fixer sur la base de jante afin d'y visser la valve permettant de gonfler un ensemble « tubeless ».

EMPLÂTRE

Pièce de réparation renforcée par une ou plusieurs nappe(s) de fils.

L'emplâtre est collé ou vulcanisé à l'intérieur d'un pneu après sa réparation.

ESSIEU

Pièce mécanique reliant deux roues (appelées également ensembles tournants). Un essieu est généralement porteur ; il peut être moteur (il est alors appelé « pont ») ; il peut aussi être directeur ou suiveur.

L'essieu directeur est mobile par rapport au châssis du véhicule.

F

FLOTATION

Aptitude d'un pneu à évoluer sur un sol meuble sans enfoncement exagéré.

La flottation est favorisée par certaines sculptures et par une pression d'air abaissée par rapport à la normale.

FRAISAGE

Procédé d'usinage par enlèvement de matière.

FUSÉE

Extrémité effilée de l'essieu sur lequel s'engage le moyeu.

G

GÉNIE CIVIL

Dans ce Guide d'Utilisation et de Maintenance, le terme Génie Civil regroupe les pneus destinés aux usages suivants : mines (de surface et souterraines), carrières, chantiers de terrassement et d'infrastructure, construction de routes, travaux publics, levages, manutention industrielle et portuaire.

GOUJON

Pièce métallique destinée à solidariser, à l'aide d'un écrou, la jante ou la roue avec le moyeu.

GRAVE

Terres de bord de cours d'eau. Mélange de terre d'alluvion et de cailloux, très généralement aplatis et sans surfaces anguleuses.

GRUMES

Troncs d'arbres abattus et débarrassés de leurs branches. Les grumes sont donc prêtes à être transportées.

I

INSERT

Dispositif inséré à l'intérieur d'un pneu.

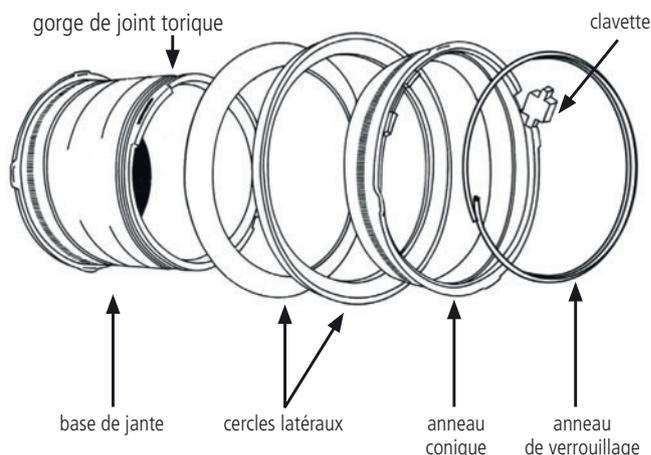
Les formes et matériaux sont adaptés aux conditions d'utilisation. Un pneu avec insert peut rouler à plat (suite à une crevaison) voire, selon les inserts, rouler sans gonflage.

J

JANTE

Ensemble de pièces métalliques permettant de fixer le pneu sur le moyeu de l'essieu et de le gonfler.

Elle est composée d'une base de jante et, en fonction du type de celle-ci, de diverses autres pièces : cercles latéraux, anneaux coniques, anneaux de verrouillage.



JOINT TORIQUE

Joint en forme d'anneau (tore), généralement constitué de caoutchouc moulé sous pression.

Assure aussi bien une étanchéité statique que dynamique entre deux surfaces cylindriques.



LOGGING

Transport de bois entre le site d'exploitation forestière et le centre de regroupement ou d'expédition.

Le transport peut se dérouler sur pistes et/ou sur routes goudronnées.



OREILLE

Patte soudée sous la base de jante permettant de fixer la roue au moyeu du véhicule (écrou de fixation).

OUVERTURE

Voir Pince.



PAIN (PAIN DE GOMME)

Crampon constituant l'un des éléments élémentaires d'une sculpture.

La sculpture d'un pneu est constituée de plusieurs pains de gomme de forme différente, organisés de manière séquentielle sur sa bande de roulement et séparés par des sillons longitudinaux et transversaux.

PARALLÉLISME

Le parallélisme fait référence à l'angle formé par les roues d'un même essieu vu de dessus.

Lorsque les roues sont parfaitement parallèles, le parallélisme est bien réglé.

PINCE

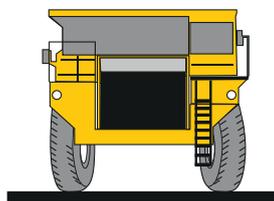
On parle de pince ou de pincement lorsque la distance entre l'avant des roues est plus faible que la distance entre l'arrière des mêmes roues.

On parle d'ouverture dans le cas opposé.

Valeur de pince : valeur (au sens « quantité ») de l'angle de pince.



pincement



ouverture

PIVOT

Pièce de liaison de forme cylindrique servant à faire tourner une autre pièce autour d'elle-même.

PONT

Ensemble de pièces mécaniques comportant, à chaque extrémité, des axes (demi-arbres) entraînés par le moteur et recevant des roues (ensembles tournants).

En langage courant, on parle d'essieu moteur. Il peut être directeur ou suiveur.

PULVÉRULENT

Toute matière est dite pulvérulente si elle est sous forme de poussières ou de grains finement agrégés (poudre).

PYROLYSE

Décomposition chimique du caoutchouc due à une très forte élévation de la température interne du pneu.



RÉDUCTEUR

Dispositif mécanique destiné à diminuer la vitesse.

REFENDAGE TRANSVERSAL

Création d'entailles dans un pain de sculpture (sans enlèvement de matière) pour augmenter l'adhérence des pneumatiques sur glace ou sols enneigés.

RÉTICULATION

Lors de la cuisson, formation de liaisons additionnelles entre les chaînes d'atomes.

RÉVERSION (TEMPÉRATURE DE RÉVERSION)

Phénomène intervenant lorsque la température d'un solide est trop élevée.

Elle se traduit par une précipitation grossière et incomplète pouvant affecter les propriétés mécaniques du solide.

ROTULE

Pièce de liaison de forme sphérique, utilisée comme articulation entre deux pièces.

Une rotule peut s'orienter dans tous les sens.

ROUE MONTÉE

La roue montée est un ensemble constitué par la jante et le pneu.

Dans le langage courant, le terme de roue est fréquemment employé pour désigner l'ensemble.

ROULETAGE

Action consistant à passer une petite roulette à manche sur un emplâtre de réparation afin d'évacuer l'air qui pourrait se trouver emprisonné entre les deux surfaces de gomme (celles du pneu et de l'emplâtre) et permettre leur parfaite adhésion.

S

SEAT

Terme anglais désignant la zone de la base de jante sur laquelle vient s'appuyer la base du bourrelet du pneumatique.

SELLETTE

Pièce métallique située à l'arrière des tracteurs de poids lourds et des tombereaux à trappe, inclinée vers la remorque. Conçue pour permettre l'attelage rapide et automatique d'une semi-remorque au tracteur.

SHEAROGRAPHIE

Screw used to make a hole by cutting a thread in the surrounding material.

SHEAROGRAPHY

Technique d'analyse permettant de visionner l'intérieur du pneu.

L'appareil de shearographie est équipé d'une caméra laser qui transmet sur écran l'architecture intérieure du pneu, permettant d'identifier déformations et dilatations, même de petite dimension.

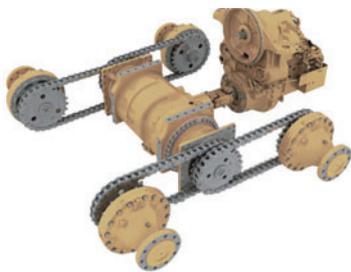
T

TALUTAGE

Action de relevage de terre pour constituer ou mettre en forme un talus.

TANDEM

Système se substituant à l'essieu, entraînant 2 ensembles tournants placés l'un derrière l'autre, et dissociés des autres ensembles tournants latéraux.



TANDEM (CHARGEMENT EN TANDEM PUSH-PULL)

Association de deux engins moteurs attelés l'un derrière l'autre pour bénéficier de leur puissance cumulée. Le véhicule arrière pousse tandis que le véhicule avant tire.

TRACTION

La traction est la faculté du pneu à entraîner l'engin. Elle est favorisée par certaines sculptures à crampons.

TRAINING (e-training)

Training : mot anglais qui, dans le contexte du Guide d'Utilisation et de Maintenance peut se traduire par « formation » ou « entraînement »;

e-training : modules d'auto-formation hébergés sur un serveur dédié (propriété de Michelin) et accessibles par Internet.

TPMS (TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEM)

Système de contrôle à distance de la pression et de la température interne des pneus.

Un capteur de pression (pouvant être associé à un capteur de température) fixé à l'intérieur du pneu transmet, via un receveur installé sur le véhicule, les informations à des écrans d'alerte situés sur le tableau de bord du véhicule et/ou au centre de contrôle opérationnel du site.

TRÉMIE

Entonnoir de forme pyramidale inversée et tronquée, destiné à stocker puis à verser par gravitation une matière pondéreuse (grain, sable, enrobé, etc.).

TIMON

Pièce métallique permettant l'attelage d'une remorque (ou du véhicule en remorque) au véhicule moteur.

TRINGLE

Anneau généralement composé d'un assemblage de fils métalliques inclus dans chacune des deux bases circonférentielles du pneu.

Les tringles d'un pneu reprennent tous les efforts de la carcasse pour les transmettre à la jante sur laquelle le pneu est monté.

V

VIS DE CHARGEMENT

Pièce métallique constituée d'une spirale sans fin enroulée autour d'un pivot.

La rotation du pivot permet, en fonction du sens de rotation, de charger ou de décharger des matériaux semi solides en vrac.

VIS TARAUDEUSE

Vis permettant de faire un trou par filetage des parois.

NOTES





VOS CONTACTS



MICHELIN

Zone Europe

Manufacture Française
des Pneumatiques Michelin
23, place des Carmes-Déchaux
63040 Clermont-Fd Cdx 09 –
France
Tél. : + 33 4 73 32 20 00

Zone Amérique du Nord

Michelin North America, Inc.
One Parkway South PO Box
19001 Greenville, SC 29602 – USA
Tél. : + 1 864 458 5000

Zone Afrique/Inde/ Moyen-Orient

Michelin AIM FZE – JAFZA LOB 14,
5th floor P.O.Box 263034
Jebel Ali Free Zone – Dubai, UAE
Tél. : + 971 4 8078111

Zone Chine

MICHELIN (China) Investment
Co. Ltd.
Dawning Center
Tower B (East Tower, 16th floor)
500 Hongbaoshi Road
Shanghai 201103
RP de Chine
Tél. : + 86 (21) 22 19 08 88

Zone Europe Orientale

MICHELIN - MOSCOW
Smolnaya street 24D (2nd floor)
125445 Moscou – Russia
Tél. : +7 495 258 09 26

Zone Amérique du Sud

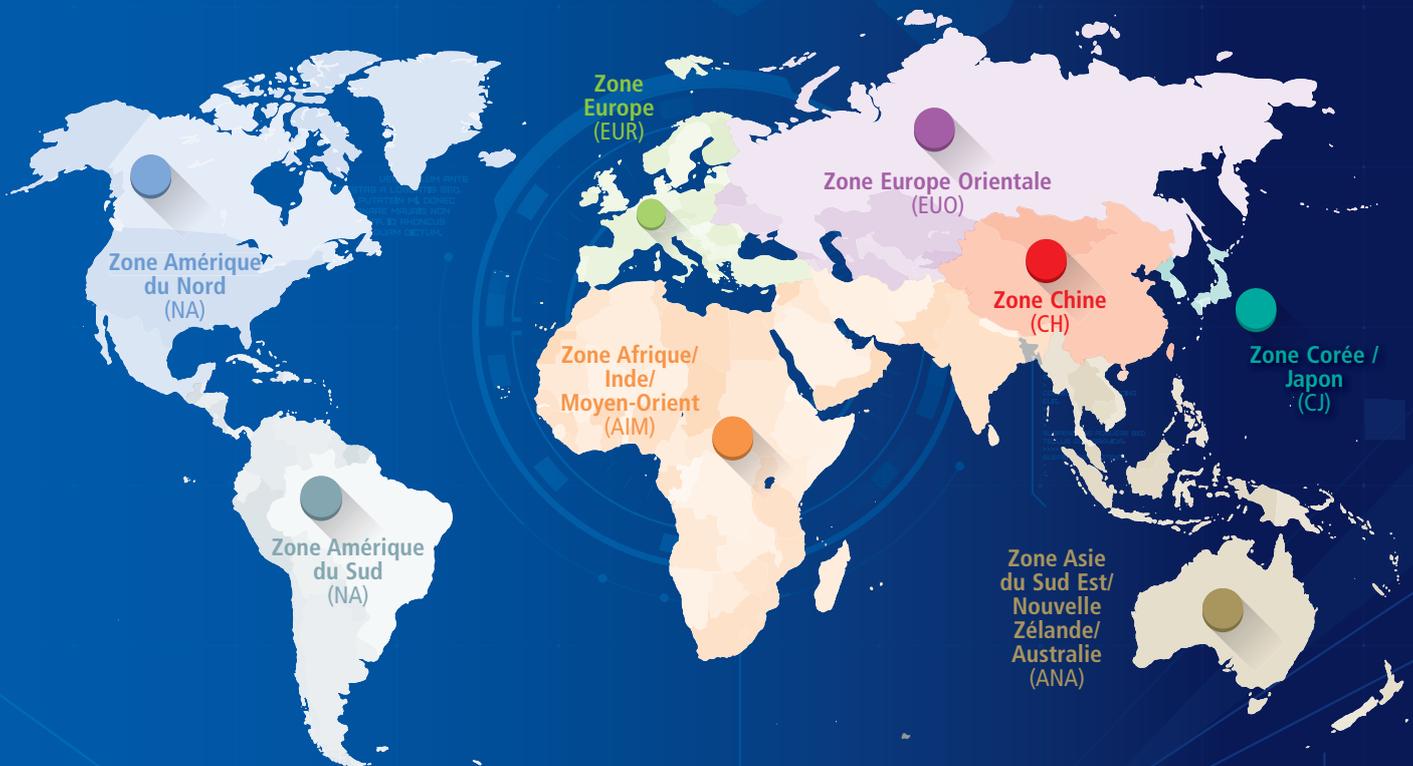
Sociedad Michelin de
Participações
Industrial e Commercial Ltda –
Avenida das Americas
Bloco 4 – Barra Da Tijuca –
Rio de Janeiro (RJ)
CEP 22640-100 – Brasil
Tél. : + 55 (21) 36 21 46 46

Zone Asie du Sud Est/ Nouvelle-Zélande/ Australie

MICHELIN Australia Pty Ltd
51-57 Fennell Street –
Port Melbourne
(Victoria 3207) – Australia
Tél. : +61 3 8671 1000

Zone Corée / Japon

MICHELIN (China) Investment
Co. Ltd.
Dawning Center
Tower B (East Tower, 16th floor)
500 Hongbaoshi Road
Shanghai 201103
RP de Chine
Tél. : + 86 (21) 22 19 08 88



Pour plus d'informations sur nos produits, la maintenance et les conseils de sécurité,
ou pour trouver votre revendeur le plus proche, rendez-vous sur

www.michelinearthmover.com