# NORME INTERNATIONALE

# ISO 9948

Première édition
1992-11-01

## Pneumatiques pour camions et autobus — Méthodes de mesure de la résistance au roulement

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Truck and bus tyres — Methods of measuring rolling resistance*

ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d171-409c-bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

Numéro de référence
ISO 9948:1992(F)

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 9948 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 31, *Pneus, jantes et valves*, sous-comité SC 4, *Pneus et jantes pour véhicules utilitaires*.

ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d171-409c-bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1992
Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Pneumatiques pour camions et autobus — Méthodes de mesure de la résistance au roulement

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des méthodes de mesure en laboratoire, et dans des conditions bien maîtrisées, de la résistance au roulement de pneumatiques neufs conçus essentiellement pour les camions et les autobus. Aucune relation entre les valeurs ainsi obtenues et les économies de carburant des véhicules n'est établie, et de telles valeurs ne sont destinées à aucune exploitation sous forme de niveaux de performance ou de qualité.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La présente Norme internationale est applicable à tous les pneumatiques pour camions et autobus.

ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d171-409c-bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

Elle permet d'effectuer des comparaisons de résistance au roulement entre pneumatiques neufs, en roue libre et en position de marche en ligne droite, perpendiculairement à la surface externe du tambour d'essai et en état d'équilibre statico-dynamique.

Le mesurage de la résistance au roulement d'un pneumatique implique nécessairement le mesurage de petites forces en présence de forces beaucoup plus grandes. Il est donc essentiel de disposer d'un matériel et d'un appareillage de mesure ayant une exactitude appropriée.

## 2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**2.1 résistance au roulement,** $F_r$: Pertes (ou consommation) d'énergie, par unité de distance parcourue.

NOTE 1 L'unité SI conventionnelle de résistance au roulement est le newton mètre par mètre (N·m/m).

Ceci équivaut à la force de traînée exprimée en newtons (N).

**2.2 coefficient de résistance au roulement,** $C_r$: Rapport de la résistance au roulement, en newtons, à la charge exercée sur le pneumatique, en newtons. Cette grandeur est sans dimension et s'obtient comme suit:

$$C_r = \frac{\text{résistance au roulement}}{\text{charge d'essai}}$$

**2.3 pression de gonflage à évolution libre:** Procédé laissant la pression de gonflage du pneumatique augmenter librement au fur et à mesure de l'échauffement du pneumatique pendant le roulage.

**2.4 pression de gonflage régulée:** Procédé dans lequel le pneumatique est gonflé à la pression requise, indépendamment de sa température, et dans lequel cette pression est maintenue pendant le roulage, le pneumatique étant sous charge. Ceci est obtenu, le plus souvent, en reliant le pneumatique à une source de pression régulée par l'intermédiaire d'un raccord tournant. (Voir annexe B.)

**2.5 pertes parasites:** Pertes (ou consommation) d'énergie, par unité de distance parcourue, à l'exclusion des pertes au niveau du pneumatique, imputables aux pertes aérodynamiques, aux frottements dans les paliers et autres sources de pertes systématiques imputables au mesurage.

**2.6 mesurage au niveau moyeu/pneumatique:** Type de mesurage des pertes parasites au cours duquel on fait tourner le pneumatique sans glissement, en réduisant la charge sur le pneumatique à un niveau où la perte d'énergie en ce qui concerne le pneumatique lui-même est pratiquement nulle.

**2.7 mesurage au niveau machine:** Type de mesurage des pertes parasites tenant compte des pertes de la machine d'essai mais excluant les pertes dans l'axe tournant supportant le pneumatique et la roue.

**2.8 moment d'inertie:** (Voir annexe C.)

## 3 Méthodes d'essai

Les méthodes d'essai suivantes sont données en variante dans la présente Norme internationale. Le choix de la méthode à employer est laissé à l'opérateur. Pour chaque méthode, les résultats d'essai doivent être convertis en une force de résistance au roulement à l'interface entre le pneumatique et le tambour.

a) Méthode de la force: mesurage de la force de réaction sur l'axe du pneumatique.

b) Méthode du couple: mesurage du couple appliqué au tambour d'essai.

c) Méthode de la puissance: mesurage de la puissance absorbée au niveau du tambour d'essai.

d) Méthode par décélération: mesurage de la décélération de l'ensemble tambour d'essai/pneumatique/roue.

## 4 Appareillage d'essai

### 4.1 Spécifications relatives au tambour

#### 4.1.1 Diamètre

Le dynamomètre d'essai doit comporter un volant de commande cylindrique (tambour) dont le diamètre est compris entre 1,7 m et 3 m inclus. Il convient de noter que les résultats seront différents; voir 8.3 pour les corrections de diamètre du tambour à effectuer, pour faire des comparaisons le cas échéant.

#### 4.1.2 Surface

La surface du tambour doit être en acier, lisse ou texturée, et toujours propre. Pour les surfaces de tambour texturées, voir B.4.

#### 4.1.3 Largeur

La largeur de la surface d'essai du tambour doit être supérieure à la largeur de la bande de roulement du pneumatique essayé.

### 4.2 Jante d'essai

Le pneumatique doit être monté sur une jante d'essai, comme prescrit dans l'annexe A.

### 4.3 Exactitude sur la charge, l'alignement, le réglage et l'appareillage

Le mesurage de ces paramètres doit être d'une exactitude et d'une fidélité suffisantes pour fournir les résultats d'essai requis. Les valeurs spécifiques respectives sont indiquées dans l'annexe A.

### 4.4 Environnement thermique

#### 4.4.1 Conditions de référence

La température ambiante de référence, mesurée sur l'axe de rotation du pneumatique, à 1 m de distance du plan tangent au flanc du pneumatique le plus proche, doit être de 25 °C.

#### 4.4.2 Autres conditions

Si la température de référence ne peut pas être obtenue, le résultat du mesurage de la résistance au roulement doit être corrigé selon les indications de 8.2.

#### 4.4.3 Température superficielle du tambour

Il convient de s'assurer avec soin que la température de la surface d'essai est à peu près la même que la température ambiante au début de l'essai.

## 5 Conditions d'essai

L'essai consiste à mesurer la résistance au roulement d'un pneumatique gonflé dont on laisse la pression de gonflage augmenter librement (c'est-à-dire: «pression de gonflage à évolution libre»).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d171-409c-bb33-fce9001c4d59/iso-9948-1992

### 5.1 Vitesses d'essai

#### 5.1.1 Vitesses d'essai pour les indices de charge 122 et supérieurs

La valeur doit être obtenue sur un tambour tournant à une vitesse de 80 km/h pour les pneumatiques de symboles de vitesse K à M inclus et de 60 km/h pour les pneumatiques de symboles de vitesse F à J inclus.

#### 5.1.2 Vitesses d'essai pour les indices de charge 121 et inférieurs

Les valeurs doivent être obtenues sur un tambour tournant à une vitesse de 80 km/h et, si nécessaire, de 120 km/h.

### 5.2 Charge d'essai

La charge d'essai normalisée doit être de 85 % de la capacité de charge maximale par pneumatique en montage en simple et doit être maintenue dans les tolérances prescrites dans l'annexe A.

### 5.3 Pression de gonflage d'essai

La pression de gonflage doit être la pression spécifiée par le manufacturier du pneumatique correspondant à la capacité de charge maximale du

pneumatique en montage en simple. La pression de gonflage doit être à évolution libre, avec l'exactitude indiquée en A.4.1.

### 5.4 Durée et vitesse

Si l'on choisit la méthode par décélération, les conditions suivantes sont applicables:

a) les accroissements de temps ($\Delta t$) ne doivent pas dépasser 0,5 s;

b) aucune variation de vitesse du tambour d'essai ne doit dépasser 1 km/h.

### 5.5 Conditions optionnelles

Pour connaître l'influence de la charge, de la vitesse ou de la pression de gonflage, il convient de se reporter aux compléments d'information donnés dans l'annexe B.

## 6 Mode opératoire

Les différentes étapes du mode opératoire décrites en 6.1 à 6.6 sont à entreprendre dans l'ordre indiqué.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d171-409c-bb33-
4ae1c1d1/iso-9948-1992

### 6.1 Rodage

Afin de garantir la répétabilité des mesurages, une période initiale de rodage et de refroidissement est requise avant de commencer l'essai. Il convient d'effectuer ce rodage soit sur un véhicule, soit sur un tambour d'essai d'au moins 1,7 m de diamètre.

### 6.2 Conditionnement thermique

Placer le pneumatique gonflé dans l'environnement thermique du lieu de l'essai pendant la durée nécessaire pour arriver à l'équilibre thermique, généralement atteint après 6 h.

### 6.3 Ajustement de la pression

Après conditionnement thermique, ajuster la pression de gonflage à la pression d'essai et la vérifier 10 min après l'ajustement.

### 6.4 Échauffement

Faire rouler le pneumatique à vitesse d'essai constante jusqu'à atteindre une valeur de résistance au roulement stabilisée en état d'équilibre statico-dynamique. Les recommandations relatives aux durées d'échauffement sont données dans l'annexe B.

### 6.5 Mesurages et enregistrements

Les paramètres suivants doivent être mesurés et enregistrés (voir figure 1):

a) la vitesse d'essai, $U_n$;

b) la charge supportée par le pneumatique perpendiculairement à la surface du tambour, $L_m$;

c) la pression de gonflage d'essai:

   1) initiale, telle que définie en 6.3,

   2) finale, pour la pression à évolution libre;

d) le moment du couple d'entraînement sur l'arbre moteur, $T_t$, la force de réaction sur l'axe du pneumatique, $F_t$, la puissance absorbée $V \times A$, ou la décélération de l'ensemble tambour d'essai/pneumatique/roue, $\Delta\omega/\Delta t$, selon la méthode employée;

e) la distance, $r_L$ (voir 7.2.1);

f) la température ambiante, $t_{amb}$;

g) le rayon du tambour d'essai, $R$;

h) la méthode d'essai choisie;

i) la jante d'essai (désignation et matériau).

### 6.6 Mesurage des pertes parasites

Déterminer les pertes parasites par l'une des méthodes décrites en 6.6.1, 6.6.2 ou 6.6.3.

#### 6.6.1 Mesurage au niveau moyeu/pneumatique

a) Réduire la charge pour maintenir le pneumatique à la vitesse d'essai, sans glissement, par exemple à 50 N.

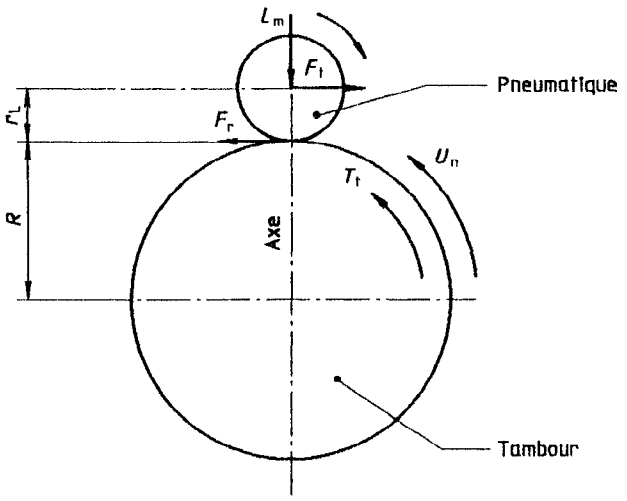
b) Enregistrer, selon le cas, la force de réaction sur l'axe, $F_p$, le couple d'entrée, $T_p$, ou la puissance.

c) Enregistrer la charge supportée par le pneumatique perpendiculairement à la surface du tambour, $L_p$.

#### 6.6.2 Mesurage au niveau machine

a) Retirer le pneumatique de la surface du tambour d'essai.

b) À la vitesse d'essai, $U_n$, enregistrer, selon le cas, le couple d'entrée, $T_p$, la puissance, ou la décélération du tambour d'essai.




$F_r$ Résistance au roulement
$T_t$ Couple entraînant le tambour
$F_t$ Force de réaction sur l'axe du pneumatique
$U_n$ Vitesse du tambour d'essai
$L_m$ Charge d'essai
$R$ Rayon du tambour
$r_L$ Distance entre l'axe du pneumatique et la surface extérieure du tambour en état d'équilibre statico-dynamique

**Figure 1 — Diagramme de forces du système tambour/pneumatique/roue, en supposant qu'il n'y a aucune perte due au palier ou au frottement de l'air**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-df71-409e-bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

#### 6.6.3 Mesurage de la décélération

a) Retirer le pneumatique de la surface du tambour d'essai.

b) Enregistrer la décélération du tambour d'essai, $\Delta\omega_o/\Delta t$, et celle du pneumatique non chargé, $\Delta\omega_{po}/\Delta t$.

## 7 Traitement des données

### 7.1 Soustraction des pertes parasites

Les pertes parasites doivent être soustraites par l'une des méthodes indiquées en 7.1.1, 7.1.2 ou 7.1.3.

#### 7.1.1 Mesurage au niveau moyeu/pneumatique

Soustraire les pertes au niveau moyeu/pneumatique du résultat de l'essai.

#### 7.1.2 Mesurage au niveau machine

Soustraire les pertes au niveau machine du résultat de l'essai.

#### 7.1.3 Pertes parasites

Calculer les pertes parasites, $F_p$, à l'aide de l'équation

$$F_p = \frac{I_D}{R}\left(\frac{\Delta\omega_{vo}}{\Delta t_o}\right) + \frac{I_T}{R_r}\left(\frac{\Delta\omega_{po}}{\Delta t_o}\right)$$

où

$I_D$ est le moment d'inertie en rotation du tambour d'essai, en kilogrammes mètres carrés;

$R$ est le rayon de la surface du tambour d'essai, en mètres;

$\omega_{vo}$ est la vitesse angulaire du tambour d'essai, sans pneumatique, en radians par seconde;

$\Delta t_o$ est l'accroissement de temps choisi pour le mesurage des pertes parasites sans pneumatique, exprimé en secondes;

$I_T$ est le moment d'inertie en rotation de l'ensemble pneumatique/roue, en kilogrammes mètres carrés;

$R_r$ est le rayon de roulement du pneumatique, en mètres;

$\omega_{po}$ est la vitesse angulaire du pneumatique sans charge, en radians par seconde.

### 7.2 Calcul de la résistance au roulement

Convertir les valeurs nettes du couple moteur, de la force de réaction sur l'axe, de la puissance ou de la décélération en valeurs de résistance au roulement, $F_r$, exprimées en newtons, en utilisant la méthode appropriée selon 7.2.1 à 7.2.4.

#### 7.2.1 Méthode de la force

La résistance au roulement, $F_r$, en newtons, est calculée d'après l'équation

$$F_r = F_t[1 + (r_L/R)]$$

où

$F_t$ est la force de réaction sur l'axe du pneumatique, en newtons;

$r_L$ est la distance, en mètres, de l'axe du pneumatique à la surface extérieure du tambour d'essai en état d'équilibre statico-dynamique;

$R$ est le rayon du tambour d'essai, en mètres.

#### 7.2.2 Méthode du couple

La résistance au roulement, $F_r$, en newtons, est calculée d'après l'équation

$$F_r = \frac{T}{R}$$

où

$T$ est le couple d'entrée, en newtons mètres;

$R$ est le rayon du tambour d'essai, en mètres.

#### 7.2.3 Méthode de la puissance

La résistance au roulement, $F_r$, en newtons, est calculée d'après l'équation

$$F_r = \frac{3{,}6 V \times A}{U_h}$$

où

$V$ est le potentiel électrique, en volts, appliqué à l'entraînement de la machine;

$A$ est l'intensité, en ampères, du courant électrique consommé par l'entraînement de la machine;

$U_h$ est la vitesse du tambour d'essai, en kilomètres par heure.

#### 7.2.4 Méthode par décélération

La résistance au roulement, $F_r$, en newtons, est calculée d'après l'équation

$$F_r = \frac{I_D}{R}\left(\frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v}\right) + \frac{R I_T}{R_r^2}\left(\frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v}\right) + \frac{M_{AP}}{R_r} - F_P$$

où

$I_D$ est le moment d'inertie en rotation du tambour d'essai, en kilogrammes mètres carrés;

$R$ est le rayon de la surface du tambour d'essai, en mètres.

$\Delta t_v$ est l'accroissement de temps choisi pour le mesurage, exprimé en secondes;

$\omega_v$ est la vitesse angulaire du tambour d'essai, pneumatique sous charge, en radians par seconde;

$I_T$ est le moment d'inertie en rotation de l'ensemble pneumatique/roue, en kilogrammes mètres carrés;

$R_r$ est le rayon de roulement du pneumatique, en mètres;

$M_{AP}$ est le moment du couple aérodynamique du pneumatique;

$F_P$ est telle que définie en 7.1.3.

L'annexe C donne les lignes directrices et des exemples pratiques pour le mesurage des moments d'inertie par la méthode par décélération.

## 8 Analyse des résultats

### 8.1 Coefficient de résistance au roulement

Le coefficient de résistance au roulement, $C_r$, est le quotient de la résistance au roulement par la charge supportée par le pneumatique:

$$C_r = \frac{F_r}{L_m}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d[illegible]bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

où

$F_r$ est la résistance au roulement, en newtons;

$L_m$ est la charge d'essai, en newtons.

### 8.2 Correction de la température

Si les mesurages à des températures différentes de 25 °C (mais restant comprises entre 20 °C et 30 °C) ne peuvent pas être évités, une correction doit alors être apportée à la température selon l'équation suivante, dans laquelle $F_{r25}$ est la résistance au roulement à 25 °C, en newtons:

$$F_{r25} = F_r[1 + K(t_{amb} - 25)]$$

où

$F_r$ est la résistance au roulement, en newtons mètres par mètre;

$t_{amb}$ est la température ambiante, en degrés Celsius;

$K$ est égal à

0,006 pour les pneumatiques des indices de charge 122 et supérieurs, et

0,01 pour les pneumatiques des indices de charge 121 et inférieurs.

### 8.3 Correction du diamètre du tambour

La comparaison des résultats d'essai obtenus sur des diamètres de tambour différents peut être effectuée à l'aide de la formule théorique suivante:

$$F_{r02} \simeq K F_{r01}$$

avec

$$K = \sqrt{\frac{(R_1/R_2)(R_2 + r_T)}{(R_1 + r_T)}}$$

où

$R_1$ est le rayon du tambour n° 1, en mètres;

$R_2$ est le rayon du tambour n° 2, en mètres;

$r_T$ est le rayon du pneumatique sans charge, en mètres;

$F_{r01}$ est la valeur de la résistance au roulement mesurée sur le tambour n° 1, en newtons;

$F_{r02}$ est la valeur de la résistance au roulement mesurée sur le tambour n° 2, en newtons.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508e36-d171-409c-bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

# Annexe A
(normative)

# Tolérances sur l'appareillage d'essai

## A.1 Objet

Les limites prescrites dans la présente annexe sont nécessaires pour garantir un niveau satisfaisant de répétabilité des résultats d'essai, ainsi que des possibilités de corrélation entre divers laboratoires d'essais. Ces tolérances ne visent pas à fixer un ensemble complet de spécifications techniques du matériel d'essai; par contre, elles devraient pouvoir servir de lignes directrices pour obtenir des résultats d'essai fiables.

## A.2 Jantes d'essai

### A.2.1 Largeur

La largeur de la jante d'essai doit être égale à celle de la jante de mesure normalisée. Si cela n'est pas possible, la jante de largeur immédiatement supérieure peut être choisie. Il convient de noter qu'une modification de la largeur de jante entraîne une variation de tous les résultats d'essai.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9948:1992
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31508a36-d171-409c-bb33-fbe9001c4d59/iso-9948-1992

### A.2.2 Faux-rond et voile

Faux-rond et voile doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

— faux-rond (battement radial) maximal: 0,5 mm

— voile (battement latéral) maximal: 0,5 mm

## A.3 Alignement

Les écarts angulaires sont extrêmement préjudiciables aux résultats d'essai.

### A.3.1 Application de la charge

Le sens d'application de la charge sur le pneumatique doit rester perpendiculaire à la surface d'essai et doit passer par le centre de la roue dans les limites des tolérances suivantes:

— 1 mrad pour les méthodes de la force et par décélération;

— 5 mrad pour les méthodes du couple et de la puissance.

### A.3.2 Alignement du pneumatique

#### A.3.2.1 Carrossage

Le pneumatique doit être situé dans un plan perpendiculaire à la surface d'essai à 2 mrad près pour toutes les méthodes.

#### A.3.2.2 Angle de dérive

Le pneumatique doit être situé dans un plan parallèle au sens du mouvement de la surface d'essai à 1 mrad près pour toutes les méthodes.

## A.4 Exactitude des réglages

### A.4.1 Exactitude générale

À l'exclusion des perturbations induites par les irrégularités d'uniformité du pneumatique et de la jante, l'appareillage d'essai doit permettre de contrôler les variables d'essai dans les limites d'exactitude suivantes:

— charge sur le pneumatique: ± 20 N;

— pression de gonflage: ± 3 kPa;

— vitesse de la surface d'essai:

  ± 0,2 km/h pour les méthodes de la puissance, du couple et par décélération,

  ± 0,5 km/h pour la méthode de la force;

— temps: ± 0,02 s;

— vitesse angulaire: ± 0,2 %.

### A.4.2 Compensation optionnelle de l'interaction de la force sur l'axe et du mauvais alignement de la charge

NOTE 2 Cette compensation s'applique uniquement à la méthode de la force.

La compensation, à la fois, de l'interaction de la force sur l'axe et du mauvais alignement de la charge peut être réalisée soit en enregistrant la force de réaction sur l'axe du pneumatique, à la fois