

Méthodologie d'évaluation du coût total de possession (TCO) de pneus poids lourd rechapables comparés à des pneus d'entrée de gamme non rechapables

Contexte et objectifs

Contexte

Rechapage

Le rechapage consiste à remplacer la bande de roulement d'un pneu pour prolonger sa durée de vie. Ce processus concerne les véhicules lourds (camions, cars et bus). Au-delà de ses qualités écologiques permettant d'obtenir avec un pneu rechapé une économie de 35% de matières premières par rapport à deux pneus neufs et une diminution de 50% de déchets de pneus produits, le rechapage d'un pneu génère des économies pour le client sur le coût total puisqu'un pneu rechapé peut voir sa durée de vie multipliée par deux et atteindre 660 000 kilomètres.

Pneus budget

Néanmoins, la conjoncture économique défavorable conduit les transporteurs routiers, en particulier les PME qui représentent 50% des entreprises de ce secteur, à acheter des pneus budget non rechapables dont le prix, attractif à l'achat, a fortiori pour des trésoreries en berne, masque un surcoût sur le long terme.

Compétitivité du rechapage en coût d'usage

Il convient donc aujourd'hui de faire ressortir la compétitivité prix à l'usage des pneus rechapables multi-vies face à des pneus budget mono-vie dont les performances en termes d'adhérence ou de résistance au roulement sont par ailleurs médiocres.

Objectifs

Méthode d'évaluation du TCO

Afin de guider les clients dans leurs choix des pneus les plus durables sur les plans économiques et écologiques, le présent document a pour objet de proposer une méthodologie d'évaluation du coût total de possession (TCO) de pneus poids lourd rechapables comparés à des pneus d'entrée de gamme non rechapables.

Méthodologie de calcul

Principes généraux

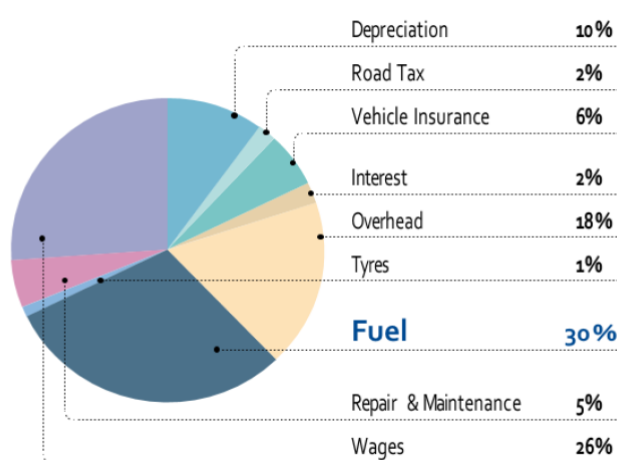
Fragment

Le principe de cet outil est de calculer le Coût Total de Possession (Total Cost of Ownership ou TCO) du poste pneumatiques d'une flotte de transport dans deux situations distinctes :

- Situation de référence A : pneumatiques rechapables¹
- Situation calculée B : pneumatiques d'entrée de gamme non rechapables

En effet, le poste pneumatique représente une petite portion des coûts d'un camion, cependant il a une influence significative sur des postes importants tels que la consommation de carburant et la maintenance.

Total operating costs of a 40-tonne tractor-semitrailer combination



Source: ACEA Commercial Vehicles and CO₂, 2010

Périmètre

Contexte Européen

Le calcul s'appuie sur un contexte Européen, pour des véhicules poids lourd à propulsion diesel de trois natures différentes :

- un tracteur 4x2 avec semi-remorque 3 essieux (poids total 40t)
- un camion rigide 4x2 de 26t
- un bus urbain 4x2 de 19t

Paramètres influents

Pour calculer le TCO du poste pneumatique, les paramètres influents suivants sont pris en compte :

- le coût des pneumatiques rapportés au kilomètre
- les coûts de montage et d'équilibrage associés rapportés au kilomètre
- le coût du carburant dû aux pneumatiques

¹ Sauf essieu directeur : « Les pneus MICHELIN Remix® sont conçus et fabriqués pour être utilisés sur les essieux moteurs et les essieux trailers. Nous recommandons de ne pas monter de pneus MICHELIN Remix® sur le premier essieu directeur des véhicules moteurs. » Source : <https://transport.michelin.fr/Conseils/Guide-juridique>

Méthodologie de calcul

Coût des pneumatiques rapporté au kilomètre

Le coût d'achat ramené au kilomètre prend en compte l'ensemble des coûts d'achats du pneumatique : coût d'achat des pneumatiques neufs, et éventuellement le coût des pneumatiques rechapés, ainsi que le bénéfice éventuel tiré de la revente de la carcasse en fin de vie.

La durée de vie de ces pneumatiques, qu'ils soient neufs ou rechapés, permet alors de calculer un coût pneumatique par kilomètre, ou CPK.

Le calcul est réalisé pour chacun des essieux, en fonction du nombre de pneumatiques par essieu.

Coût du carburant dû aux pneumatiques

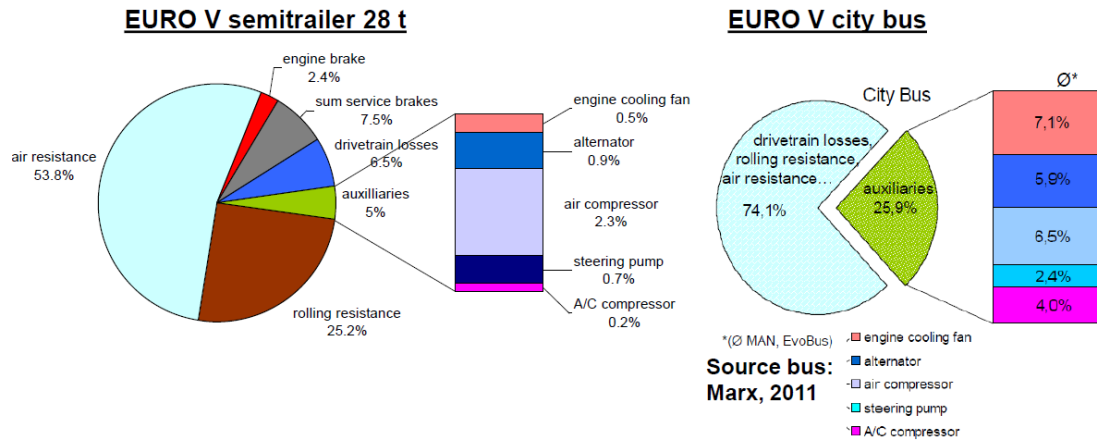
Le coût du carburant dû aux pneumatiques se calcule en deux étapes :

- consommation due aux pneumatiques
- impact d'un changement de résistance au roulement sur la consommation de carburant.

Part de la consommation de carburant attribuée aux pneumatiques

La part de la consommation attribuée aux pneumatiques dépend de l'équilibre des forces résistantes s'exerçant sur le véhicule (aérodynamique, frottements internes, accessoires, résistance au roulement des pneumatiques...). En général, on considère qu'un plein sur 3 est consommé par les pneus (<https://transport.michelin.fr/Vos-avantages/Votre-rentabilité>).

D3 – WA	Référentiel et méthodologie d'évaluation du coût total de possession (TCO) de pneus poids lourd rechapables comparés à des pneus d'entrée de gamme non rechapables	Page 4
		Version : 4.0



Source : Presentation of (VECTO) Dimitrios Savvidis, DG CLIMA, Stakeholder Meeting, Brussels, 16th of September 2014

De manière plus précise, selon les véhicules (bus, semi-remorque...) et leur utilisation, l'équilibre des forces résistives change, et donc la part du pneu varie.

Des calculs de consommation des véhicules sont réalisés à l'aide de logiciels du commerce, ainsi que de données précises issues de mesures.

D'après ces calculs, on considère dans cet outil les valeurs suivantes :

- tracteur 4x2 avec semi-remorque 3 essieux : 33%
- camion rigide 4x2 : 25%
- bus urbain 4x2 : 15%

Impact d'un changement de résistance au roulement sur la consommation de carburant

Pour calculer la consommation des pneumatiques dans la situation B, on calcule la différence de résistance au roulement des pneumatiques entre les deux situations A et B.

Cette différence est multipliée par la masse du véhicule ainsi que par un coefficient de sensibilité afin d'obtenir une différence en L/100km (SAE Paper 2010-01-0763, Guillou et Bradley, 2010)

Différence de résistance au roulement

La résistance au roulement est une force qui provient de la déformation des pneumatiques lors du roulage, qui génère des dissipations des matériaux viscoélastiques qui le composent. Cela résulte en une élévation de température du pneumatique et une force résistive contre laquelle le véhicule doit lutter pour maintenir son avancement.

Cette force est ramenée à la charge que porte le pneumatique et s'exprime en kg par tonne (kg/t).

En Europe, la réglementation européenne (règlement CE n° 1222/2009) impose des classes de résistance au roulement pour les véhicules poids lourd.

La valeur de résistance au roulement des pneumatiques n'est pas communiquée, uniquement sa classe. Dans l'outil, on utilise donc la valeur moyenne de la classe pour effectuer les comparaisons (ex : 4.5 kg/t pour la classe B, entre 4,1 et 5,0 kg/t).

Pour les classes non bornées (A et G), le même intervalle inter-classe est utilisé (1kg /t) pour conserver une forme de cohérence.

Pneumatiques C3		RR (kg/t)	Classe	RR calcul
RRC en kg/t	Classe d'efficacité énergétique	RR ≤ 4,0	A	3.5
		4,1 ≤ RR ≤ 5,0	B	4.5
RRC ≤ 4,0	A	5,1 ≤ RR ≤ 6,0	C	5.5
4,1 ≤ RRC ≤ 5,0	B	6,1 ≤ RR ≤ 7,0	D	6.5
5,1 ≤ RRC ≤ 6,0	C	7,1 ≤ RR ≤ 8,0	E	7.5
6,1 ≤ RRC ≤ 7,0	D	RR ≥ 8,1	F	8.5
7,1 ≤ RRC ≤ 8,0	E	vide	G	
8,1 ≤ RRC	F			
vide	G			

À gauche : classes de résistance au roulement (règlement CE n° 1222/2009)

À droite : valeurs utilisées pour le calcul

Résistance au roulement effective

Au cours de la vie du pneumatique, celui-ci passe d'un état neuf à un état usé (plus de bande de roulement). Lorsque le pneumatique est usé, sa résistance au roulement diminue donc, d'environ 30% par rapport à la valeur à neuf.

Résistance au roulement du pneu rechapé

La résistance au roulement d'un pneu rechapé augmente d'environ 0.5 kg/t

Résistance au roulement du véhicule

La résistance au roulement peut varier d'un pneumatique à l'autre. Sachant que chaque essieu peut être équipé de pneumatiques différents, pour connaître la résistance au roulement au niveau du véhicule, on calcule la résistance au roulement de l'ensemble du véhicule, en tenant compte des points précédents (évolution de la résistance au roulement avec la vie du pneumatique, et résistance au roulement du pneumatique rechapé) :

Les charges sont des données fixes de l'outil qui dépendent des paramètres des véhicules.

Coefficient de sensibilité

Le coefficient de sensibilité dépend notamment du type de carburant et de l'usage du véhicule. Dans cet outil, il provient de calculs internes réalisés avec le logiciel VECTO.

Coût du carburant dû aux pneumatiques

Le coût du carburant dû aux pneumatiques est alors calculé dans chacune des deux situations, en multipliant la consommation de carburant de chaque situation par le coût au litre du carburant (donnée d'entrée de l'utilisateur).

Calcul du TCO

Pour chacune des situations A et B, le TCO est alors la somme des coûts précédemment calculés, exprimé en €/100 km.

Ce TCO est ensuite extrapolé à un coût annuel, à partir du kilométrage annuel parcouru par le véhicule.

Enfin, il est extrapolé à une flotte complète, à partir du nombre de véhicules de la flotte.

Calcul d'impacts environnementaux

Trois critères environnementaux sont calculés dans l'outil :

- Consommation de matière première
- Matière envoyée en fin de vie
- Différence d'émissions de CO₂

Consommation de matière première

La consommation de matière première prend en compte la masse des pneumatiques neufs et la masse des bandes de roulement de rechapage. En intégrant la durée de vie de pneumatique, elle est ensuite ramenée au kilomètre parcouru.

Le calcul est réalisé pour chacun des essieux, en fonction du nombre de pneumatiques par essieu.

Matière envoyée en fin de vie

La quantité de matière envoyée en fin de vie prend en compte la masse des pneumatiques usés, après avoir effectué l'ensemble de leurs vies (1^{ère} vie + rechapage(s) éventuel(s)). En intégrant la durée de vie de pneumatique, elle est ensuite ramenée au kilomètre parcouru.

Le calcul est réalisé pour chacun des essieux, en fonction du nombre de pneumatiques par essieu.

Différence d'émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ d'un véhicule diesel sont directement proportionnelles à la consommation de carburant du véhicule.

Il est alors directement possible de calculer la différence d'émissions de CO₂ entre les deux situations, à partir de la différence de consommation de carburant induite par les pneumatiques entre ces deux situations.

Ces émissions sont ensuite extrapolées à des émissions annuelles, à partir du kilométrage annuel parcouru par le véhicule.

Enfin, elles sont extrapolées à une flotte complète, à partir du nombre de véhicules de la flotte.

Limitations concernant les émissions de CO₂

Il est important de noter que ces émissions de CO₂ ne représentent que les émissions directes lors de la consommation de carburant (« Tank-to-Wheel »), et ne tiennent pas compte des émissions associées à l'extraction et à la transformation du carburant (« Well-to-Tank »).

Ces émissions n'ont pas été incluses car elles ne sont pas pertinentes vis-à-vis de l'objectif de l'outil. Elles auraient tendance à exacerber la différence entre les scénarios (environ 10 à 15% d'émissions supplémentaires de CO₂ sont générées pour extraire et produire le carburant), l'hypothèse ici est donc plutôt conservatrice.

En effet, il s'agit d'une approche TCO (pour l'utilisateur final) et non Analyse du Cycle de Vie (ACV).

Ces résultats Tank To Wheel font sens pour l'utilisateur car il aura une information cohérente avec les données que devront publier les constructeurs concernant les émissions de CO₂ de leurs véhicules suite à l'application de la réglementation européenne VECTO. De la même manière, les émissions associées à la fabrication des pneumatiques ne sont pas prises en compte, l'analyse du cycle de vie d'un pneumatique poids lourd présentant plus de 95% des émissions de CO₂ lors de la phase d'usage.

Utilisation de l'outil TCO

Présentation générale de l'outil

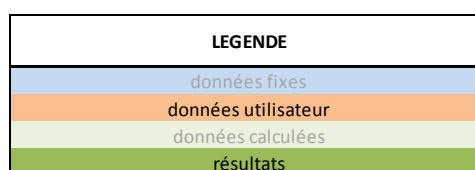
Configurations de calcul

L'outil TCO présente 2 configurations de calcul, représentant 2 situations que l'on propose de comparer sur le plan du coût kilométrique, de la consommation de carburant, du TCO et de critères environnementaux (consommation de matières premières, matière à traiter en fin de vie, et émissions de CO₂ à l'usage).

Chaque onglet représente un type de véhicule différent.

Types de données

L'outil présente 4 types de données : des données fixes, des données modifiables par l'utilisateur, des données calculées (résultats intermédiaires) et des résultats de calcul.



Données fixes Ces données sont fixes et reflètent certaines spécificités des situations A et B décrites dans l'outil.

Données utilisateur Ce sont les données que l'utilisateur peut faire varier. Elles concernent d'une part des données génériques du problème posé (configuration de la flotte), et les données spécifiques au pneumatique : coûts associés aux pneumatiques, et performances du produit (masse, résistance au roulement, et durée de vie).

Données calculées Ces données sont des résultats intermédiaires, qui n'ont pas vocation à être rendus visibles dans l'interface finale de l'outil.

Résultats Les résultats sont la partie visible du calcul, à mettre à disposition de l'utilisateur, car ils reflètent le calcul réalisé à partir de ses données d'entrées spécifiques.

Résultats

Graphiques et données

Un résultat contenant trois graphiques et tableaux de données est fourni.

On retrouve le détail du TCO pour les deux situations A et B, dans trois cas de figure :

- par camion, pour 100 km
- par camion, par an
- pour l'ensemble des camions, par an

Les tableaux de données mentionnent également les différences entre les deux situations représentées.

