

Sécurité du chargement

Le plus important en bref

LES
ROUTIERS +
SUISSES



Co-financé par le Fonds de Sécurité Routière

© 12/2006, Editeur: Les Routiers Suisses, CP 99,
1026 Echandens, Tél. 021 706 20 00, www.routiers.ch

Préface

L'arrimage du chargement est en général considéré comme une perte de temps. Bien arrimer son chargement nécessite du matériel et du temps. Il s'agit d'une tâche pénible qui est trop souvent négligée. Pour être plus rapide, on renonce à arrimer son chargement et on se promet de rouler prudemment afin de se donner bonne conscience. Pourtant, les informations sur le trafic prouvent le contraire: il est fréquent d'entendre qu'un chargement encombre la chaussée et provoque d'interminables bouchons. Et même s'il ne tombe pas du véhicule, il peut le déstabiliser et causer ainsi un accident.

En cas de défaut d'arrimage, l'argument que l'on invoque le plus souvent est le manque de temps ou le manque de matériel adéquat. Le disponent ne laisse pas de temps au chauffeur pour effectuer cette tâche, l'heure du déchargement est déjà fixée et on n'a pas tenu compte du temps nécessaire pour arrimer le chargement. Toutes ces excuses n'y feront rien: on n'a pas le droit d'économiser quand il s'agit de sécurité. N'oublions pas que le conducteur du véhicule est le seul responsable de l'arrimage de son chargement. C'est à lui qu'il revient de décider si son véhicule est apte à prendre la route. Qu'il s'agisse du client, du disponent ou du chef, chacun est tenu d'accepter la décision du chauffeur. Bien sûr, il n'est pas toujours simple de demander plus de temps ou de dire «non». Dans certaines entreprises, il est beaucoup plus facile pour le chauffeur de mettre sa vie et celle des autres usagers de la route en danger plutôt que d'assurer correctement son chargement.

Cette brochure ne prétend pas fournir une recette toute prête pour chaque chargement. Elle permet seulement de rappeler quelques principes de physique élémentaires afin de faire réfléchir les professionnels de la route et de les inciter à agir, même s'il faut parfois improviser. Elle doit également mettre en évidence les limites de l'improvisation. Car, avec un véhicule inadapté, peu de matériel et peu de temps, ces limites sont parfois atteintes, voire franchies. En tant que chauffeurs, essayez de les reconnaître et n'hésitez pas à informer vos clients et vos chefs lorsqu'elles sont outrepassées. N'oubliez pas qu'en cas d'accident, c'est vous qui êtes responsable.

Sécurité du chargement

Chapitres	page
1. Les lois de la physique	2
2. Bases légales et responsabilités	6
3. Le véhicule	6
4. Dimensions et signalisation du chargement	8
5. Répartition du chargement	9
6. L'arrimage	11
7. Accessoires d'arrimage	14
8. Conseils divers	17
9. Essais	18

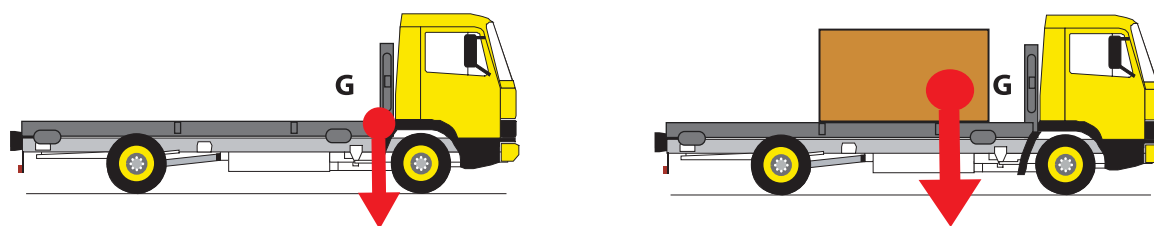
1. Les lois de la physique

Lorsqu'un véhicule se déplace, il subit certaines forces qui se manifestent particulièrement à l'accélération, au freinage, dans les virages ainsi que sur des routes déformées (p. ex. dos d'âne, trous, ralentisseurs horizontaux, dénivellation). Elles augmentent considérablement suite aux chocs subits lors d'accidents.

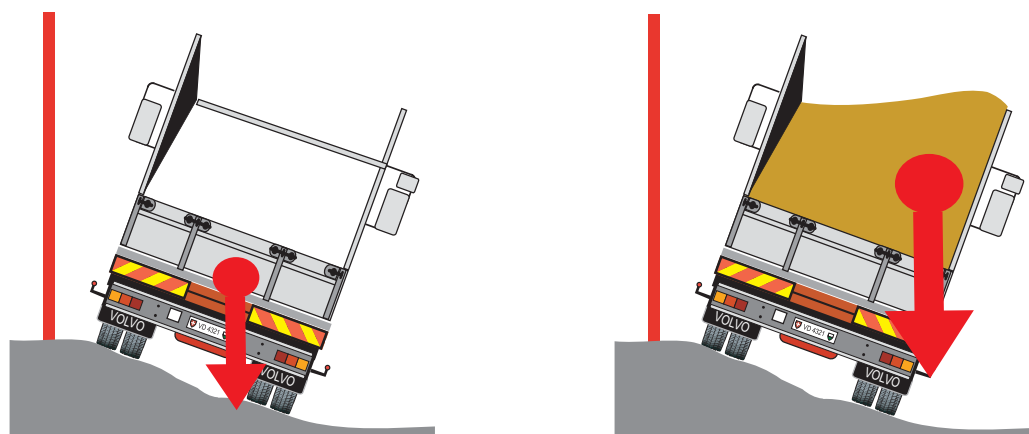
Le véhicule subit ces forces mais également le chargement. Il est donc nécessaire de bien les connaître afin de les maîtriser.

Le centre de gravité

C'est un point fictif où se concentrent toutes les forces qui agissent sur le véhicule et son chargement.



Véhicule à vide, il est déterminé par la construction.

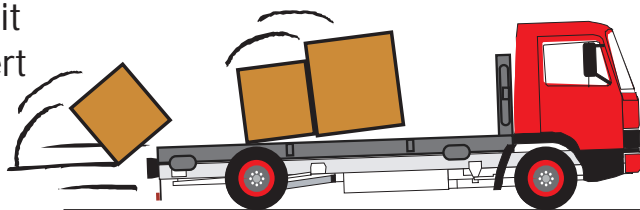


Le chargement du véhicule déplace le centre de gravité. Un véhicule dont le centre de gravité est situé très haut (p. ex. véhicules transportant des quartiers de viande, camions citernes, camions malaxeurs à béton, etc.) risque de se renverser dans les virages serrés ou dans les giratoires.

Lors de la conduite, le centre de gravité du véhicule est constamment en mouvement: on parle de centre de gravité dynamique.

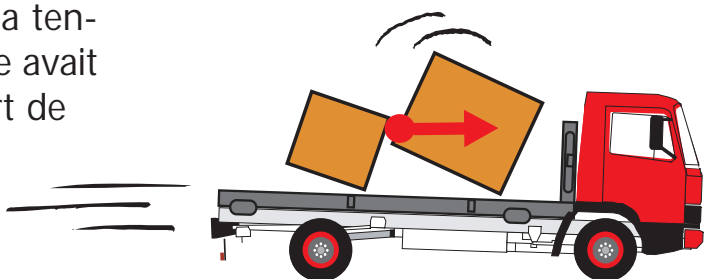
L'inertie au démarrage

Au démarrage, le chargement aurait tendance à rester sur place: transfert de charge vers l'arrière.



L'inertie au freinage

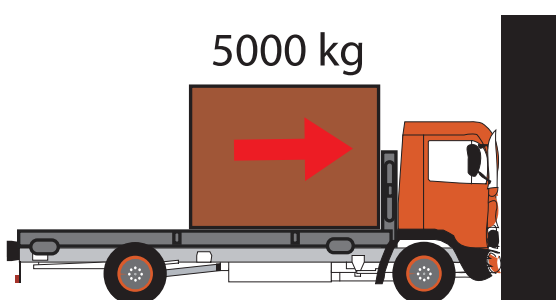
Dans cette situation, la charge a tendance à maintenir l'allure qu'elle avait juste avant le freinage: transfert de charge vers l'avant.



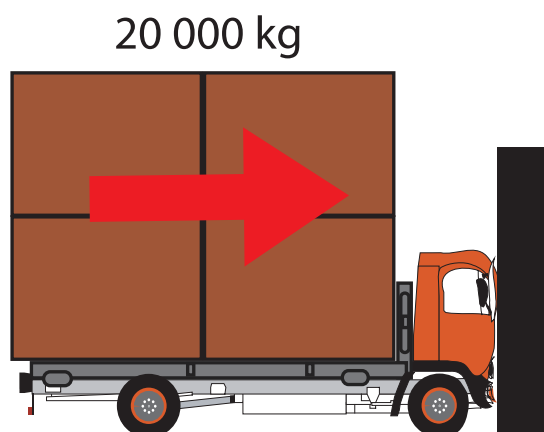
Plus la charge est lourde, plus vous freinez fort et plus l'effort sur la charge est important.

L'énergie cinétique

C'est l'énergie qu'accumule un corps en prenant de la vitesse. Si l'on double la masse d'un objet en mouvement, l'énergie est également doublée. Par contre, si l'on double la vitesse de cet objet, l'énergie emmagasinée est multipliée par 4.



Choc à 40 km/h

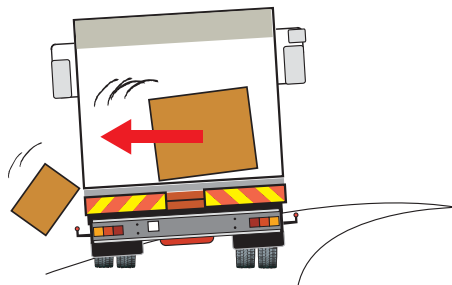


Choc à 80 km/h

La force centrifuge

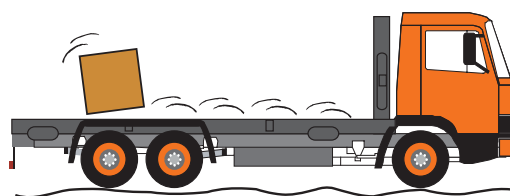
C'est une force qui se manifeste lors des changements de direction. Elle tend à pousser le véhicule et son chargement vers l'extérieur du virage.

La force centrifuge augmente proportionnellement par rapport à la masse et lorsque le virage se resserre. Par contre, lorsque la vitesse est doublée, la force centrifuge est quadruplée.



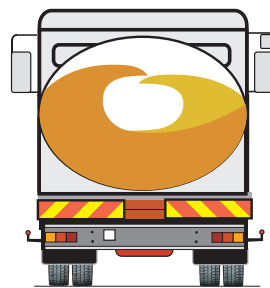
Déplacement du chargement verticalement

Dans des conditions normales, votre véhicule engendre des oscillations verticales à cause des inégalités de la route. Le chargement perd le contact avec le pont de charge.

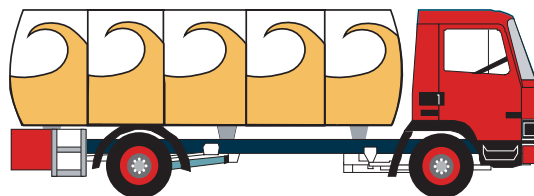
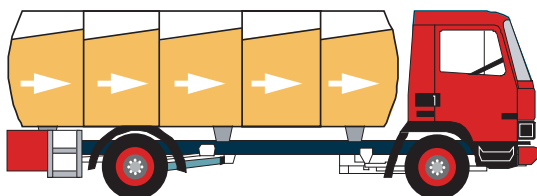


Le ballant

Le ballant latéral se produit dans les virages et imprime au véhicule un mouvement oscillatoire.



Le ballant longitudinal se produit au freinage ou à l'accélération et se manifeste par des mouvements répétés d'avant en arrière.



Conséquences des lois de la physique sur le chargement et sur l'arrimage

Une lourde charge sur le pont d'un camion nous semble impossible à déplacer. Cette théorie est valable lorsque le véhicule est à l'arrêt et lorsqu'un homme essaye de déplacer cette charge manuellement. Mais en fait, plus la charge est lourde, plus grande sera son énergie si cette charge commence à se déplacer par rapport au pont du camion.

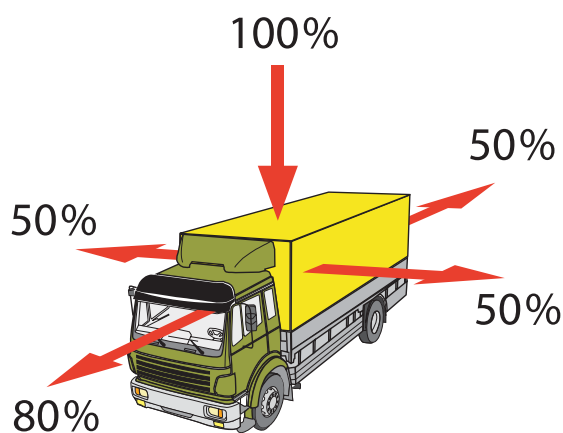
Par conséquent, si le chargement n'est pas fermement arrimé, il aura tendance à se déplacer dans toutes les directions, dès que le véhicule se mettra en mouvement.

Il est donc nécessaire de rendre le chargement solidaire du véhicule.

Transferts de charges

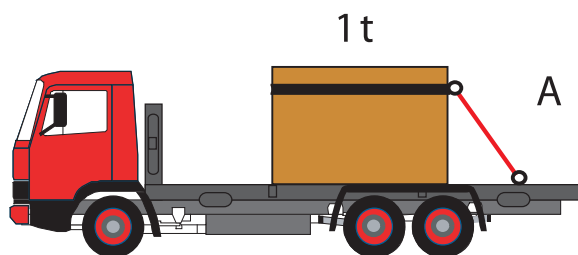
Pour rendre solidaire le chargement du véhicule, il est nécessaire de contraindre les transferts de charges dans les proportions suivantes:

- 80 % de la masse doit être assuré vers l'avant
- 100 % de la masse doit être assuré vers le haut
- 50 % de la masse doit être assuré vers les côtés
- 50 % de la masse doit être assuré vers l'arrière



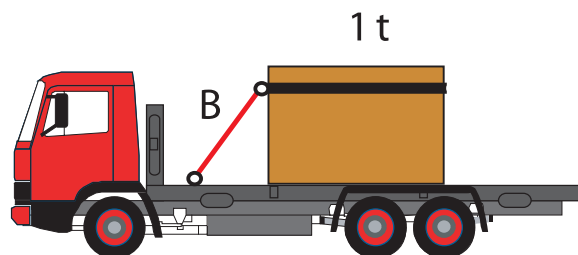
Transfert de charges vers l'avant

Si la charge pèse 1 tonne, la sangle «A» doit avoir une capacité de charge minimale de 800kg (80 % de la charge).



Transfert de charges vers l'arrière

Si la charge pèse 1 tonne, la sangle «B» doit avoir une capacité de charge minimale de 500 kg (50% de la charge).



2. Bases légales et responsabilités

Chargement

LCR 30.2 Les véhicules ne doivent pas être surchargés. Le chargement doit être disposé de telle manière qu'il ne mette en danger ni ne gêne personne et qu'il ne puisse tomber.

Responsabilité

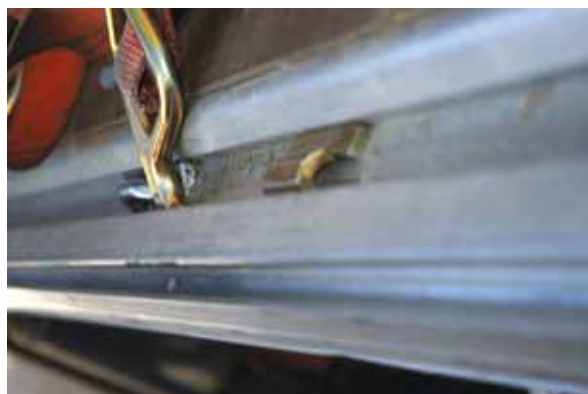
Le conducteur est responsable du chargement et de l'arrimage du véhicule.

3. Le véhicule

Avant d'envisager un transport, le conducteur doit s'assurer que son véhicule est à même d'effectuer le chargement. Le véhicule doit être équipé de points d'ancrage en quantité suffisante.



Points d'ancrage

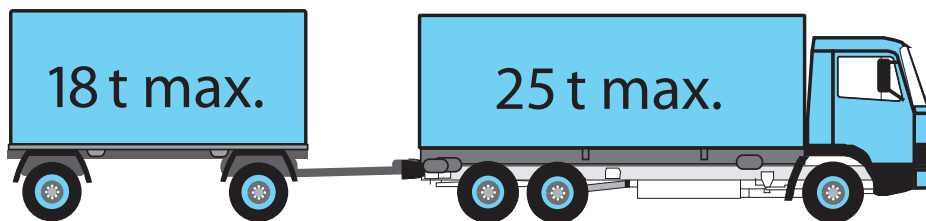


Le permis de circulation

30	Leergewicht Poids à vide Peso a vuoto Paisa da vid	kg	**9700
32	Nutz-/Sattelast Charge utile/selle Carico utile/sella Chargia utila/sella	kg	**8300
33	Gesamtgewicht Poids total Peso totale Paisa totala	kg	*18000
35	Gewicht des Zuges Poids de l'ensemble Peso del convoglio Paisa cumposiziun	kg	*40000
31	Anhängelast Poids remorquable Carico rimorchiato Chargia annexa	kg	*****

Marque et type: VOLVO FH12-420 4X2 No matricule : 208.343.282 Châssis No : YV A4B 3A5 VA2 63 844 Lausanne, le 13.06.2002
208 LES POIDS ET DIMENSIONS MAXIMUMS LEGAUX DE L'ETAT OU LE VEHICULE CIRCULE NE PEUVENT ETRE DEPASSES QUE SI UNE AUTORISATION SPECIALE A ETE DELIVREE.
243 TOUT EN RESPECTANT LE POIDS TOTAL LA CHARGE MAXIMALE PAR ESSIEU NE DOIT PAS DEPASSER LES VALEURS SUIVANTES: ESSIEU 1: -7100 KG ESSIEU DOUBLE ESSIEU 2: 11500 KG ---- KG ESSIEU 3: ----- KG ESSIEU TRIPLE

Le permis de circulation indique les poids maximums à ne pas dépasser.



40 t max.

En Suisse, les ensembles routiers sont limités à un poids total de 34 tonnes malgré que le permis de circulation mentionne un poids total supérieur. A partir du 1^{er} janvier 2005, le poids total maximum autorisé est de 40 tonnes.



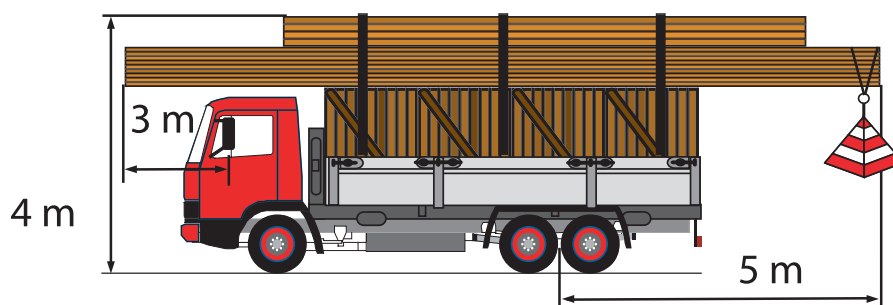
Si le permis de circulation mentionne des poids supérieurs aux maximums légaux, ceux-ci ne pourront être atteints que si le conducteur dispose d'une autorisation spéciale ou s'il circule à l'étranger.

Tolérance de charge

Afin d'être aussi compatible avec la législation européenne en matière de surcharge, il a été décidé de mettre un terme à la marge de tolérance de 5 % concernant le poids total et celle de 2 % concernant le poids par essieu. Toutefois, afin de tenir compte des éventuelles erreurs dues au manque de précision de l'installation ou de la méthode de pesage, on déduira 3 % du poids enregistré à titre de tolérance de mesure.

4. Dimensions et signalisation du chargement

Le chargement ne doit pas dépasser de plus de 3 m à l'avant, à compter du centre du dispositif de direction.



Sur les véhicules automobiles et les remorques, le chargement ne doit pas dépasser de plus de 5 m à l'arrière, à compter du centre de l'essieu arrière. La hauteur des véhicules, chargement compris, ne doit pas excéder 4 m. Le chargement ne doit pas dépasser latéralement les véhicules automobiles à voies multiples ni leur remorque.

Signalisation

L'extrémité des chargements ou des pièces qui dépassent l'arrière du véhicule de plus de 1 m doit être munie d'un signal en forme de boule ou de pyramide de couleur rouge et blanche.

5. Répartition du chargement

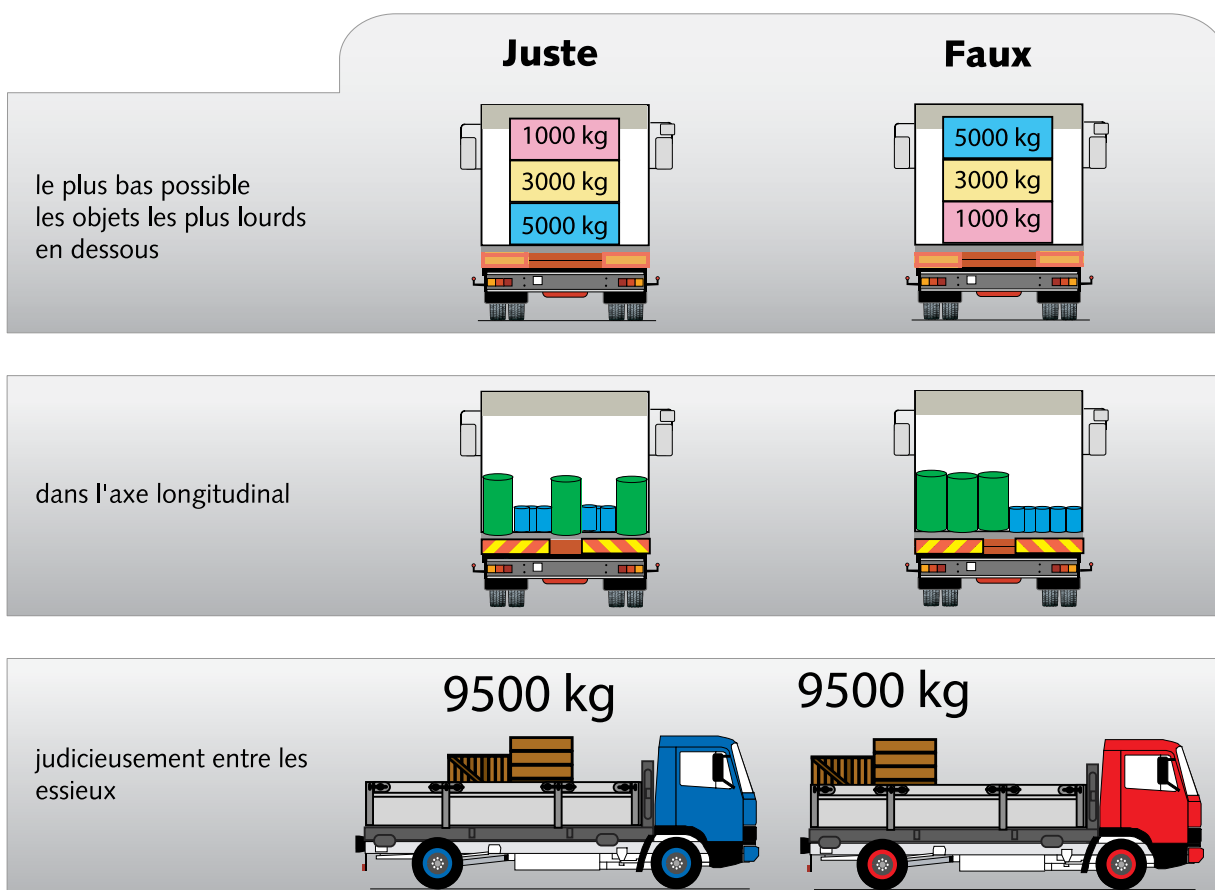
Véhicule à vide

Avant d'effectuer le chargement, il est nécessaire de connaître la répartition de la charge sur les essieux d'un véhicule à vide. Elle se répartit approximativement de la façon suivante:

Camion:	75 %	à l'avant,	25 %	à l'arrière
Rem. 2 essieux:	50 %	à l'avant,	50 %	à l'arrière

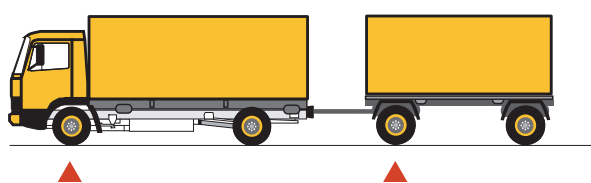
Principes de base pour une bonne répartition de la charge

Le chargement doit être placé de façon à ce que le centre de gravité se situe:



Si possible, répartir uniformément la charge (latéralement et longitudinalement) sur toute la surface du pont.

Charges minimales d'adhérence



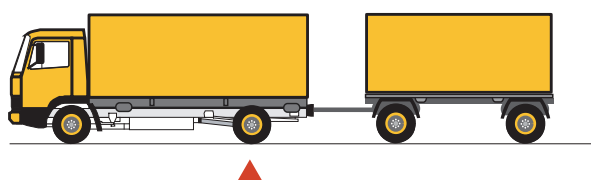
20 % du PEff camion

20 % du PEff remorque

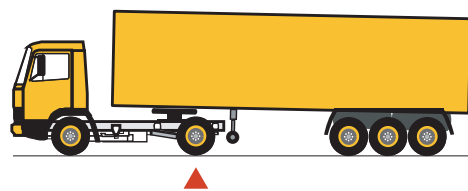


20 % du PEff tracteur

Le chargement doit être placé de telle manière que les essieux directeurs supportent au moins 20 % du poids effectif du véhicule.



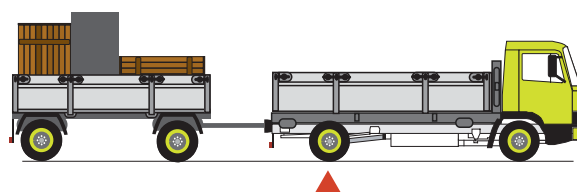
25 % du PEff de l'ensemble



25 % du PEff de l'ensemble

Le chargement doit être placé de telle manière que les essieux moteurs supportent au moins 25 % du poids effectif de l'ensemble des véhicules.

Un tracteur à sellette ou un camion vide peut tracter une remorque chargée à condition que la charge de l'essieu moteur représente au moins 25 % du poids effectif de l'ensemble de la composition.



25 % du poids effectif

Un chargement mal réparti peut provoquer:

- un renversement du véhicule, même à faible allure
- une mise en portefeuille de l'ensemble de véhicules
- une déviation de trajectoire en cas de freinage
- une difficulté à maintenir la trajectoire

6. L'arrimage

Définition

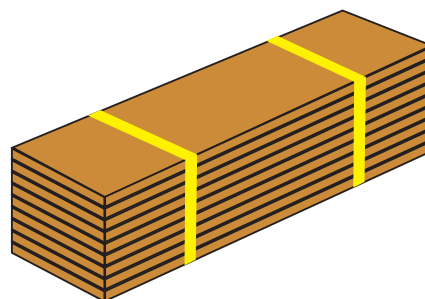
L'arrimage consiste en un maintien des charges contre les structures du véhicule par des moyens appropriés dans le but d'empêcher les déplacements et les chutes de la marchandise qui pourraient se produire en cours de transport.



Mauvais: une sangle = pas de sangle

Le cerclage

Avant d'arrimer le chargement au véhicule, il est parfois nécessaire d'arrimer plusieurs pièces entre elles: cela s'appelle le cerclage. Le cerclage facilite la manipulation de la marchandise et assure une première stabilité des pièces entre elles.



Indice de friction

La valeur de l'indice de friction (μ) dépend de la nature de la surface de contact entre la charge et le pont de chargement. Un indice élevé augmente le frottement et freine le mouvement de la charge par rapport au pont (voir tableau à la dernière page).

Différentes façons d'arrimer

Les camions ainsi que les charges qu'ils transportent sont différents; il est difficile, voire impossible, de donner une règle unique d'arrimage.

Méthodes d'arrimage

Il existe principalement 3 méthodes d'arrimage:

- l'arrimage diagonal
- l'arrimage de force
- l'arrimage de sécurité

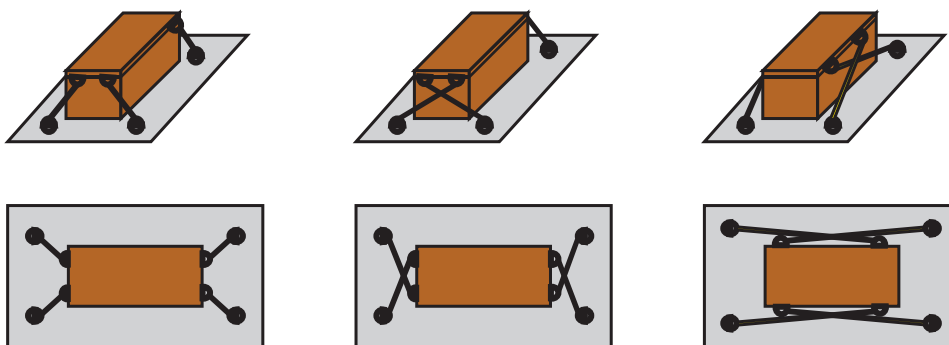
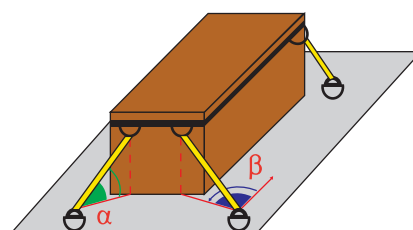
Arrimage diagonal

La cargaison est immobilisée par des appareils d'arrimage fixés directement au véhicule et à la cargaison par des points d'ancrage. Le nombre varie selon le poids de la charge et selon l'angle d'arrimage. Il est préconisé au moins 4 sangles pour ce genre d'arrimage.

Inclinaison des sangles

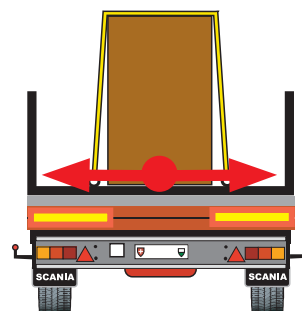
α = angle compris entre 20° et 65°

β = angle compris entre 10° et 50°

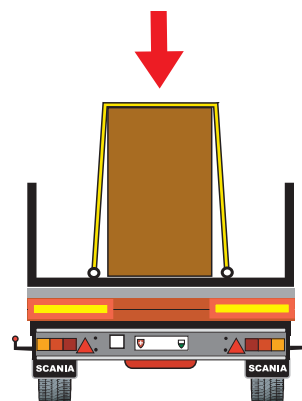


Arrimage de force

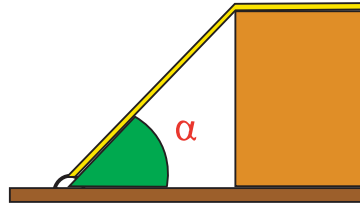
La charge est plaquée sur le pont. Le coefficient de frottement entre charge et pont doit être suffisant pour s'opposer au déplacement de la charge dans toutes les directions horizontales.



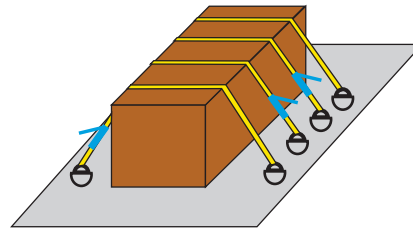
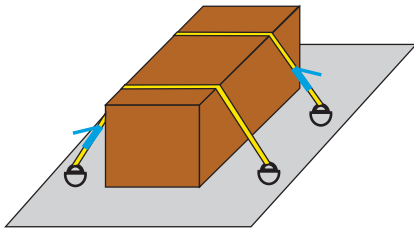
Les sangles d'arrimage accroissent la poussée de la cargaison sur le plancher et préviennent les mouvements verticaux.



L'action d'arrimage est d'autant meilleure que l'angle d'arrimage α est voisin de 90° . Il faudrait éviter des angles d'arrimage inférieurs à 30° .

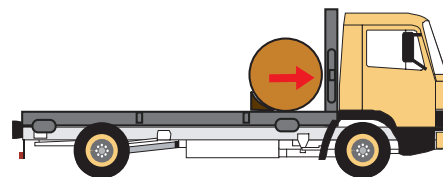
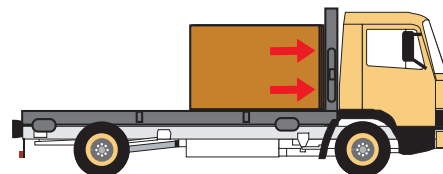
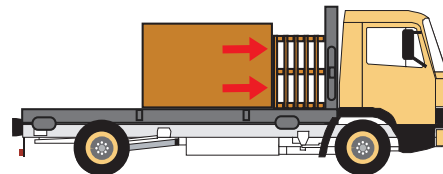


Le nombre de sangles se calcule à partir du poids de la charge, de l'angle d'arrimage et du coefficient de friction (voir tableau à la dernière page). Un minimum de 2 sangles est nécessaire.



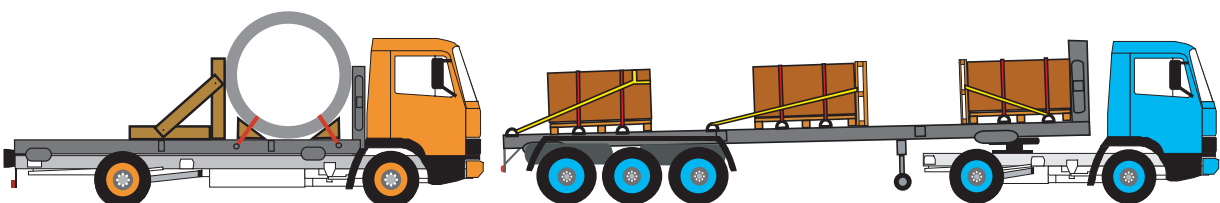
Arrimage de sécurité

On appelle arrimage de sécurité le fait de bloquer la charge directement contre la paroi frontale ou contre les ridelles ou par l'intermédiaire de cales fixées au pont. De préférence, la charge doit être appuyée contre la vigie (directement ou par l'intermédiaire de cales ou palettes). Les espaces vides doivent être comblés.



Arrimage combiné

Dans la pratique, on utilise souvent une combinaison de ces différentes méthodes d'arrimage.



7. Accessoires d'arrimage

Les sangles



Etiquette (selon EN12195)

S_{HF} = Standard hand force
 S_{TF} = Standard tension force
LC = Lashing capacity
2000 daN en direct
4000 daN sur plateau

allongement max. 7 %

ne pas lever,
arrimer seulement!

S_{HF} 50daN/ S_{TF} 240daN



LC 2000 daN

LC 2x 2000 daN

Caractéristiques des sangles

- S_{HF} représente la force manuelle à appliquer sur le levier du tendeur;
- S_{TF} indique la force de prétension de la sangle qui doit être atteinte par l'utilisation d'un tendeur;
- LC indique la capacité de charge maximale des sangles;
- La force de retenue peut être obtenue par une ou plusieurs sangles de capacités égales ou différentes;
- Toutes les sangles doivent avoir la même tension de serrage ou force de prétension;
- La sangle, par rapport à la chaîne, exerce une certaine prétension permanente sur le chargement;
- Les sangles ne doivent pas présenter de déchirures ou d'usure importante;
- Les sangles ne doivent pas comporter de nœuds.



Les tendeurs

Ils aident à assurer une force de prétension suffisante. Ne pas utiliser de rallonge pour faciliter l'utilisation du tendeur.

Tapis anti-glisse

L'utilisation de tapis antidérapants augmente la friction entre la charge et le pont.

Les coins et les housses de protection

Ils protègent les sangles, la marchandise et assurent une meilleure répartition de la tension de la sangle de part et d'autre de la charge. Ils sont à utiliser lors de l'arrimage d'éléments à arrêtes vives ou rugueuses.



Cales

Les cales fixées sur le plancher permettent d'assurer la stabilité du chargement sur le pont. Elles évitent les déplacements longitudinaux et latéraux. Elles sont également placées sous les charges de façon à faciliter le chargement et le déchargement.

Filets ou bâches

L'utilisation de filets ou de bâches est obligatoire lors du transport de produits ou matériaux volatiles (papier, carton, sable, etc.).



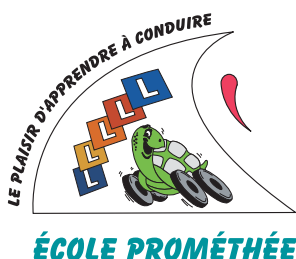
Chaînes

Elles sont utilisées pour l'arrimage de charges importantes (en général plus de 10 tonnes) notamment pour l'arrimage de véhicules de chantier. Pour l'arrimage de grosses machines il est possible de concilier les chaînes et les sangles. Les chaînes et les câbles se relâchent plus facilement que les sangles: il est nécessaire de vérifier leur tension très rapidement après le départ.



8. Conseils divers

- Signaler le lieu des opérations p. ex. à l'aide de triopans, de triangles de panne, etc. Au besoin, il sera fait appel à une personne pour régler le trafic routier et assurer la sécurité;
- Vérifier la capacité de charge du terrain ainsi que sa stabilité;
- Lors de certaines opérations à l'aide de grue de chargement, le véhicule doit être stabilisé à l'aide de béquilles stabilisatrices latérales sous lesquelles seront placées des cales afin de ne pas détériorer le sol;
- Assurez-vous que personne ne se trouve dans le périmètre de chargement;
- Le conducteur d'un véhicule évitera de salir la chaussée. Avant qu'un véhicule ne quitte un chantier, une fosse ou un champ, ses roues seront nettoyées. Les chaussées qui ont été souillées seront signalées aux autres usagers de la route et immédiatement nettoyées;
- Après un court trajet contrôler la tension des sangles ou des chaînes;
- Après chaque déchargement partiel, le conducteur doit procéder de nouveau à une répartition de la charge;
- Adapter la conduite et le comportement à la charge transportée;
- Avant de desserrer les sangles vérifier l'assise du chargement;
- Des objets non attachés sur le pont du véhicule peuvent être dangereux et causer des dommages. Des outils non utilisés doivent être rangés. Pour prolonger leur durée de vie, ils devront être rangés dans un endroit sec et propre.



Ce document a été réalisé en collaboration avec Sylvaire Coquil, directeur de l'école Prométhée.

(Centre professionnel de formation des moniteurs de conduite et des conducteurs professionnels)

9. Essais

Un bon arrimage peut fortement influencer le comportement d'un véhicule, éviter un accident ou tout au moins l'ampleur des dégâts. Lorsque le chargement est mal voire pas du tout arrimé, il n'y a pas seulement danger pour la marchandise transportée, pour le véhicule, mais aussi pour le chauffeur et les autres usagers de la route. Il est clair qu'effectuer un bon arrimage prend du temps. La sécurité routière et le temps consacré à l'arrimage y sont mis en balance. Les essais effectués au DTC à Vauffelin ont démontré d'une manière impressionnante que le chargement doit toujours être arrimé et ceci pour sa propre protection et celles des autres usagers de la route.

Freinage d'urgence avec arrimage

Le chargement a été arrimé de manière à ce qu'il ne se déplace pas lors du freinage, qu'il n'y ait pas de dégâts et que le comportement du véhicule ne soit pas influencé de manière négative.



Arrimage: arrimage de sécurité renforcé avec des sangles (6 t/50 km/h)

Freinage d'urgence sans arrimage

Cet essai a été fait avec le même véhicule et le même chargement mais la marchandise n'a pas été arrimée et était placée librement. Le chargement a poussé depuis l'arrière sur la cabine et l'a complètement déformée, les vitres ont éclaté et le chauffeur ainsi que le passagers auraient été très grièvement atteints.



Pendant le freinage



Après le freinage

Arrimage: pas d'arrimage de la marchandise et pas de sangles (6 t/45 km/h)

Crash d'un véhicule de livraison

Un véhicule de livraison, avec chargement, a roulé à une vitesse d'environ 50 km/h contre un obstacle fixe. Il n'y avait pas de séparation sur le côté droit à l'intérieur du véhicule et lors du crash, une partie du chargement a passé à travers la vitre avant. Le conducteur a été touché par la marchandise qui volait dans tous les sens.



Avant le crash



Lors du crash



Après le crash



Après le crash

Arrimage: côté conducteur – arrimage de sécurité, côté passager – pas d'arrimage (500 kg/50 km/h)

Essai avec un camion chargé contre la glissière de sécurité

Un camion chargé a été conduit dans un angle défini contre une glissière de sécurité. Cet essai démontre les limites de l'arrimage. En principe, l'arrimage sert à la fixation de la marchandise lors des chargements quotidiens de marchandise et ne doit pas avoir de «sécurité contre la collision». Bilan: dans la pratique, un arrimage résistant à 100% ne pourrait probablement pas être réalisé. Avec un arrimage respectant la Loi, les risques peuvent toutefois être clairement réduits en cas d'urgence.



Avant l'essai



Pendant l'essai



Arrimage: à l'avant – 4 tonneaux trop arrimés, au milieu – 4 tonneaux bien arrimés, à l'arrière – 4 tonneaux sans arrimage (2400 kg/70 km/h)

Sécurité latérale (pour 0,50) sangles standard SR 340 et 350

Arrimage de sécurité frontal

Indice de friction par glissement

$\mu = 0,2$ $\mu = 0,3$ $\mu = 0,4$ $\mu = 0,5$ $\mu = 0,6$

Angle Valeur de Précontrainte selon EN Sangle nécessaire par 1000 kg de poids de chargement

90°	250 daN direct simple	3,93	1,75	0,66	0,05	0,02
60°	250 daN direct simple	4,54	2,02	0,76	0,06	0,03
30°	250 daN direct simple	7,87	3,5	1,32	0,11	0,04

Il s'agit là d'indices calculés, appliquer en tous cas au moins 2 sangles

Sécurité vers l'avant (pour 0,80) sangles standard SR 340 et 350

Arrimage de force

Indice de friction par glissement

$\mu = 0,2$ $\mu = 0,3$ $\mu = 0,4$ $\mu = 0,5$ $\mu = 0,6$

Angle Valeur de Précontrainte selon EN Sangle nécessaire par 1000 kg de poids de chargement

90°	250 daN direct simple	10,47	6,11	3,93	2,62	1,75
60°	250 daN direct simple	12,09	7,05	4,53	3,02	2,02
30°	250 daN direct simple	20,93	12,21	7,85	5,24	3,49

Il s'agit là d'indices calculés, appliquer en tous cas au moins 2 sangles

Indice de friction par glissement selon EN

Assortiment de matériaux	gras	mouillé	sec
Bois/Bois	0,05 – 0,15 μ	0,20 – 0,25 μ	0,20 – 0,50 μ
Métaux/Bois	0,02 – 0,10 μ	0,20 – 0,25 μ	0,20 – 0,50 μ
Métaux/Métaux	0,01 – 0,10 μ	0,10 – 0,20 μ	0,10 – 0,25 μ
Béton/Bois	0,10 – 0,20 μ	0,30 – 0,50 μ	0,30 – 0,60 μ

Avec un tapis antidérapant, on peut utiliser un indice de friction de 0,60. La surface de chargement/la charge ne doit pas être enduite d'huile, de graisse et/ou ne doit pas être fortement contaminée.

Afin de calculer combien de sangles sont nécessaires, veuillez suivre les consignes suivantes:

1. Quelle méthode d'arrimage utilisez-vous: **arrimage de sécurité frontal** ou **arrimage de force**?
2. Calculer l'angle (les angles sont imprimés).
3. Assortiment de matériaux (déterminer l'indice de friction par glissement).
4. Déterminer le nombre de sangles à l'aide du tableau (le tableau montre les sangles par 1000 kg de chargement), il suffit d'additionner les poids de chargement à l'aide du tableau.

Avis important: la force de fixation doit être la même sur les deux côtés de la marchandise.

Afin de permettre ceci, travaillez toujours avec des protections sur les arêtes.