



Arrimage des charges



INTRODUCTION



Photo : reportage d'actualité de la chaîne de télévision SBS6, avril 2025

Cet accident tragique a été causé par un freinage d'urgence intentionnellement provoqué par un autre véhicule. Le conducteur du poids lourd, contraint de freiner violemment, n'a pu empêcher son chargement de transpercer la paroi frontale et d'entrer dans la cabine. Ce cas dramatique rappelle que la route n'est pas un terrain de règlement de comptes. Les conducteurs de camion jouent un rôle essentiel dans notre quotidien : sans eux, aucune marchandise n'arriverait du point A au point B.

Or, un tel freinage peut survenir à tout moment lors d'un trajet, que ce soit en ville, sur autoroute ou dans un rond-point. C'est pourquoi il est impératif de rappeler que l'arrimage correct des charges est une priorité absolue — trop souvent négligée. Ce type d'accident souligne de manière brutale l'importance de la prévention, du respect mutuel sur la route et de l'engagement collectif pour la sécurité, pour les conducteurs comme pour les autres usagers.

La plupart des camions circulent avec des remorques équipés d'une bâche de protection du chargement contre les intempéries, empêchant également de voir le contenu et son arrimage. Chaque fois que les agents de l'Administration des douanes et accises procèdent à un contrôle, la même question se pose : « Quelle surprise nous attend derrière cette bâche, ou plutôt, derrière ce rideau ? ».

C'est précisément pour cette raison que nos contrôles sont si importants. Un arrimage défectueux ou inexistant peut non seulement endommager le chargement et le véhicule, mais aussi constituer un danger pour le chauffeur et les autres usagers de la route. Bien que l'arrimage soit régi par de grands principes généraux, chaque type de chargement pose des défis spécifiques selon la nature de la marchandise à transporter, sa forme, son poids, son conditionnement, sa fragilité, et ainsi de suite !

Souvent, le temps nécessaire pour procéder à un arrimage de qualité est surestimé. Pourtant, lorsque le véhicule est adapté à la charge et que les moyens d'arrimage sont disponibles, il ne faut que peu de temps pour arrimer la marchandise de manière professionnelle et efficace.

Lors de contrôles, les agents distinguent entre des défaillances mineures, majeures ou critiques. Généralement, il suffit souvent d'ajouter quelques sangles supplémentaires avant de reprendre la route. Or, il arrive aussi qu'il faut faire appel à une firme spécialisée pour soulever le chargement, poser un tapis antidérapant entre le chargement et le plateau du camion, voire de faire transborder la charge sur un autre

camion si le véhicule initial n'est pas approprié. Ces interventions peuvent durer plusieurs heures, même un ou deux jours ainsi que des coûts supplémentaires pour le transporteur voulant assurer la reprise du trajet.

Bien qu'il faut investir un minimum de temps pour une sécurisation correcte du chargement, il vaut mieux partir avec du retard que de risquer un accident. Un bon arrimage dès le chargement permet de gagner du temps lors d'un contrôle et garantit l'arrivée de la marchandise dans un bon état, tout en assurant la sécurité de tous les usagers de la route.

Au Grand-Duché de Luxembourg, en cas d'accident, la responsabilité du transporteur (gérant technique de l'entreprise), du chauffeur et du chargeur peut être engagée. Pour garantir un transport sûr, il est primordial que le transporteur mette à disposition un véhicule approprié pour la marchandise à transporter et les moyens d'arrimage. Le transporteur doit également veiller à ce que son personnel soit formé de manière adéquate.

Le chauffeur utilise les équipements fournis, surveille le bon arrimage de la marchandise et reste attentif durant tout le trajet. Le transporteur a également le devoir de surveiller le chargeur du camion, lorsque ce dernier exécute un chargement. En effet, il faut veiller à ne pas surcharger le camion ou ses essieux et s'assurer que la charge soit située dans la mesure du possible dans l'axe médiane du véhicule.

La qualité du chargement et de son arrimage est un facteur clé de la sécurité routière. Un chauffeur peut échapper à un contrôle routier, mais pas aux lois de la physique en cas d'un freinage d'urgence ou d'accident.

En effet, il n'est pas possible de prévoir ce qui se passera durant le transport, même sur de courtes distances. À tout moment, un chauffeur peut devoir réagir à une inattention de sa part ou à celle d'un autre usager de la route.

Presque chaque jour, les stations de radio au Luxembourg rapportent des pertes de charges causées par un arrimage insuffisant. Ces incidents peuvent provoquer des embouteillages importants, nuire à l'environnement voire mettre en danger le chauffeur ou les autres usagers de la route.

Dans cette brochure, l'intention est de guider le lecteur dans l'acquisition des connaissances nécessaires pour arrimer correctement un chargement et donc d'empêcher le déplacement d'une marchandise dans des situations telles que le freinage à fond, les manœuvres brusques d'évitement, les routes dégradées ou encore lors d'un démarrage en pente.

Jeroen Schaus

Ken Schmitz

Inspecteur principal 1^{er} en rang

Contrôleur adjoint

« Souvent, l'arrimage des charges repose uniquement sur des suppositions et l'espoir que rien ne se produira. Cependant, lorsqu'un incident survient, ce n'est pas la conséquence d'une chaîne de circonstances malheureuses, mais bien le résultat d'une sécurisation insuffisante de la charge. Aucun chargement ne se sécurise de lui-même. »

- Extrait de la vidéo de sensibilisation « Volltreffer », produite par le BG Verkehr (2005)

Attention si vous circulez sur l'A13 et l'A4, un camion a perdu son chargement. L'accident provoque des perturbations sur les deux autoroutes.

Selon nos premières informations, l'incident s'est déroulé ce vendredi en milieu de matinée sur l'A13, en direction de la bretelle avec l'A4. Cette dernière est de ce fait temporairement fermée.

Un camion aurait perdu une partie de sa cargaison, qui semble être de la peinture blanche. La police et les services de secours sont sur place.

Plus d'informations à venir.



Attention !

Les informations dans cette brochure ont été compilées avec soin. Toutefois, des erreurs ne peuvent pas être exclues. Ainsi, aucune garantie d'exactitude ne peut être assumée. Ce travail ne donne que des indications générales quant à l'arrimage. La responsabilité civile des auteurs pour des dommages corporels, matériels et patrimoniaux est exclue.

TABLE DES MATIÈRES

Vue d'ensemble des points importants à observer pour chaque transport !.....	6
Titre I.- Dispositions légales européennes et nationales.....	12
Chapitre 1.- Droit européen	12
Chapitre 2.- Droit national.....	14
Chapitre 3.- Le droit d'immobiliser un véhicule.....	15
Titre II.- Définitions.....	16
Titre III.- Forces agissant sur le véhicule	18
Chapitre 1.- Les lois de la physique.....	18
Chapitre 2.- Principe général de l'arrimage.....	20
Chapitre 3.- Points d'arrimage sur les véhicules EN 12640	23
Chapitre 4.- Structure de la carrosserie des véhicules utilitaires EN 12642	26
Titre IV.- Moyens d'arrimage	36
Chapitre 1.- Les sangles en fibre synthétique.....	36
Chapitre 2.- Les crochets.....	41
Chapitre 3.- Les chaînes	42
Chapitre 4.- Les câbles en acier	45
Titre V.- Méthodes d'arrimage.....	46
Chapitre 1.- L'arrimage par frottement / par le dessus.....	46
Chapitre 2.- L'arrimage direct.....	51
Chapitre 3.- L'arrimage en boucle.....	54
Chapitre 4.- L'arrimage de sécurité / par blocage.....	57
Chapitre 5.- Filets et bâches	60
Chapitre 6.- Cas pratique : comment rectifier un arrimage insuffisant sur place ?	61
Titre VI.- Transports sur camions et arrimage requis	65
Chapitre 1.- Transport de matériaux en vrac.....	65
Chapitre 2.- Le tapis antidérapant	68
Chapitre 3.- Arrimage des bois longs et bois courts.....	70
Chapitre 4.- Transport de machines mobiles et voitures	72
Chapitre 5.- Les symboles graphiques.....	75
Chapitre 6.- Le risque de basculement.....	76
Chapitre 7.- Outils d'arrimage et de calcul	77
Chapitre 8.- Mauvais exemples et les conséquences d'un arrimage non conforme.....	82
Bibliographie	85

Vue d'ensemble des points importants à observer pour chaque transport !

Un arrimage approprié et conforme aux dispositions légales comprend les règles suivantes essentielles.

L'arrimage du chargement commence déjà **avant** le chargement proprement dit. Les règles suivantes vont permettre de pouvoir assurer la sécurité d'arrimage.

1. Le choix d'un véhicule approprié

Ce dernier est très important. Les véhicules ne se prêtent pas tous à n'importe quel chargement.

K	N° de réception	e11*2007/46*0173*02
J	Catégorie	SEMI-REMORQUE (O4)
D.1	Marque	TALSON
D.3	Dénomination	
D.2	Variante	BB
	Version	L1S0R123
(Z.1)	Carrosserie	DA 03
(Z.2)	Longueur	13750 mm
(Z.3)	Largeur	2550 mm
(Z.4)	Hauteur	4000 mm
Masses maximales autorisées		
F.1	technique	
F.2	rationale	34000 kg
F.3	ensemble	
N.1	essieu 1	8000 kg
N.2	essieu 2	8000 kg
N.3	essieu 3	8000 kg
N.4	essieu 4	
N.5	essieu 5	
(Z.5)	point d'attelage	10000 kg
O.1/O.2	remorquage	

Vérifier la résistance suffisante de la paroi avant, de la paroi arrière et des ridelles (Certificat du constructeur EN 12642).

Vérifier la charge utile autorisée selon le certificat d'immatriculation du véhicule et la charge utile par essieu (Masses maximales autorisées).

Zertifikat zur Ladungssicherung durch den Fahrzeugaufbau Anforderungsprofil und Ladevoraussetzungen

1. Angaben zum Fahrzeug

Fahrzeughersteller: WECON GmbH
 Nutzfahrzeug-Containertechnik
 An der Hansalinie 10
 59397 Ascheberg
 Aufbauten für Motorwagen und Anhänger X 610 – 820 NVSGA

Fahrzeugtyp:
 Fahrzeug-Identifizierungsnummer:
 max. technische Nutzlast:
 Abmessungen außen L / B / H:
 Fahrzeugaufbau: 13.000 kg
 max. 8.200 / 2.550 / 3.200 mm
 Curtainsideraufbau

Der Fahrzeugaufbau erfüllt die Anforderungen der DIN EN 12642 Code XL

2. Angaben zur Ausstattung des Fahrzeugs

Der Fahrzeugaufbau ist dann in der Lage, die unter Punkt 4 genannten Ladegüter bei Einhaltung der unter Punkt 3 genannten Ladebedingungen zu sichern, wenn folgende Ausstattungskomponenten vorhanden sind:

• Stirnwand mit Siebdruckplatte	6.500 daN
• Seitenwände Min. 1 Paar Wecon Rungen Plattenanschlagleisten beidseitig Einsteckbretter wahlweise aus Holz oder Aluminium Plane Scheibeplane Panoramqualität, Vertikalgurtabstand max. 600 mm, Horizontalgurtabstand max. 650 mm	5.200 daN
• Rückwand Heckportal Hecktüren mit 4 Scharnieren und 2 innenliegenden Drehstangenverschluss, je Flügel	5.160 daN
• Dach Autocar Schiebeverdeck, wahlweise als Hubdach	

Der Zustand des Fahrzeugaufbaus ist gem. VDI 2700 regelmäßig zu überprüfen.

Dieses Zertifikat umfasst 2 Seiten und hat nur in vollständiger Form Gültigkeit.
 Stand 08/2009

Ceux qui dépassent la charge utile autorisée selon le permis de circulation:

- mettent en danger la sécurité routière;
- peuvent endommager le véhicule ;
- endommagent les infrastructures routières (surtout en cas de surcharge d'un essieu).

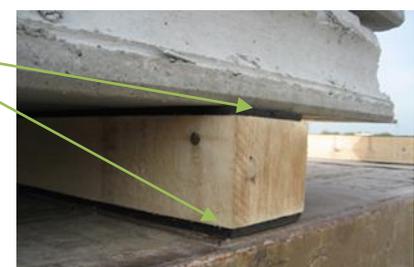
2. Propreté du plateau du chargement, en bon état et sans défauts

- **pas de sable même avec tapis antidérapant ;**
- exempt d'huile et de graisse ;
- exempt de neige et de glace ;
- Utilisation de tapis antidérapants.

Avantage du tapis antidérapant :

- augmente le coefficient de friction (μ de 0.6 garanti) même sur surface mouillée.
- moins d'opérations d'arrimage à mettre en œuvre = **moins de sangles.**

Attention: les tapis antidérapants ne peuvent pas être remplacés par des tapis en caoutchouc quelconques!



3. **Aucun espace libre inutile** entre les différentes charges ou parois

En cas de freinage d'urgence, les chargements développent des énergies énormes. Afin que cette énergie ne se développe pas, **le chargement doit être bloqué contre la paroi (maximum 2 cm)**. Sinon il existe un grand risque de pénétration du chargement dans la paroi et l'arrimage par blocage est inefficace. Voilà pourquoi il est important qu'il n'y ait pas d'espaces libres et que les parois/ridelles soient assez solides pour pouvoir retenir les forces (voir certificat du constructeur).



4. **La méthode d'arrimage** la mieux adaptée à la charge

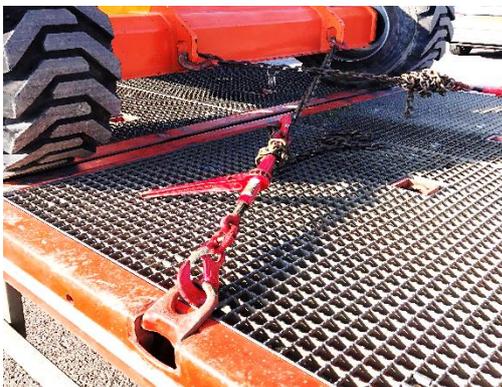
Il faut déterminer la ou les méthodes d'arrimage les mieux adaptées aux caractéristiques de la charge (verrouillage, blocage, arrimage direct, arrimage par frottement ou arrimage par boucle de tête).



Arrimage de sécurité (Blocage)



Arrimage par frottement / par le dessus



Arrimage direct



Arrimage par boucle de tête

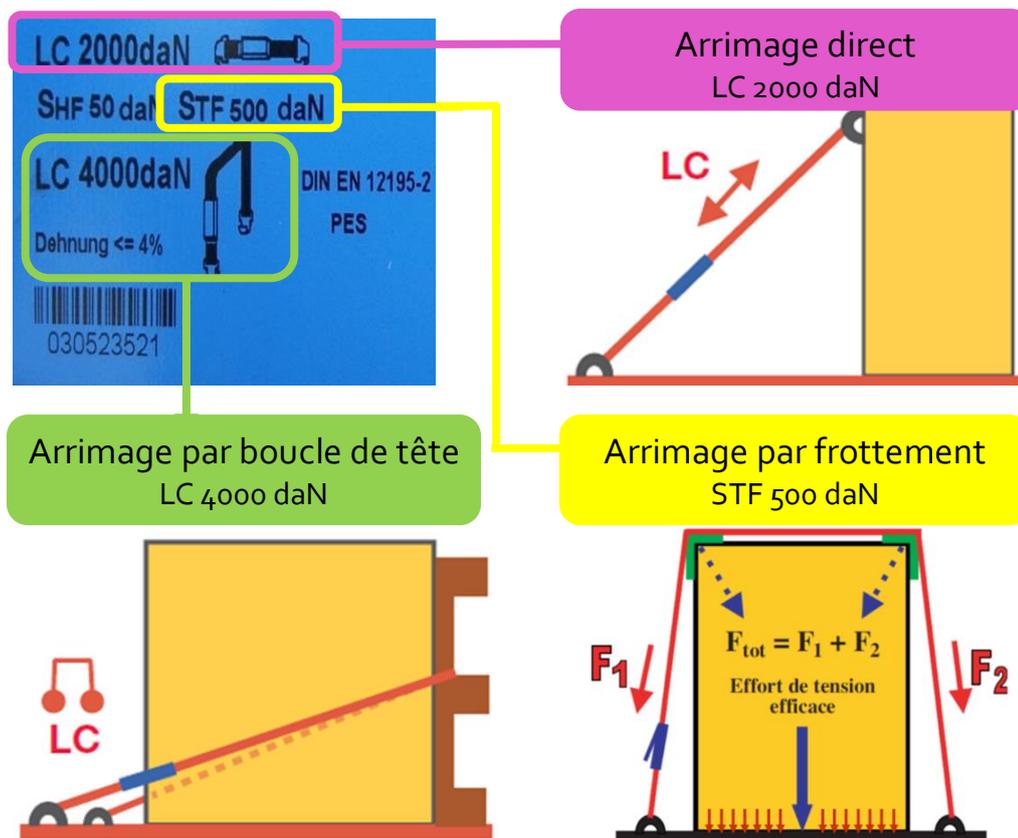
Seuls des éléments de chargement stables peuvent être arrimés correctement avec l'arrimage par frottement :



Dans ce cas, lorsqu'un chargement n'a pas une assise stable, il convient d'adapter la charge ou d'utiliser une autre méthode d'arrimage.

5. Le nombre et le type de sangles et/ou chaînes pour sécuriser le chargement de manière optimale

Il faut connaître les valeurs de charge réelles des sangles ou chaînes d'arrimage utilisées en fonction de(s) méthode(s) d'arrimage choisie(s). Bien évidemment, l'état général des moyens d'arrimage est aussi à vérifier avant leur emploi (sangles, p.39, chaînes, p. 43).



Arrimage par boucle de tête : LC en cerclage = Valeur LC x 2

Arrimage par frottement : Il faut veiller à utiliser une sangle de force de prétension STF élevée. Plus elle sera élevée, plus faible sera le nombre de sangles nécessaire! Il faut toujours utiliser au moins deux sangles, ceci permet d'avoir une stabilité supplémentaire au chargement.

6. Utilisation idéale des sangles et chaînes

Utilisation d'angles appropriés

Pour un **arrimage par frottement**, l'angle optimal de la sangle est de **75 à 90 degrés**.

Pour un **arrimage direct**:

Angle alpha entre la surface de chargement et le moyen d'arrimage: **20 à 65 degrés**.

Angle beta entre la direction longitudinale et la ligne d'arrimage horizontale: **15 à 45 degrés**.

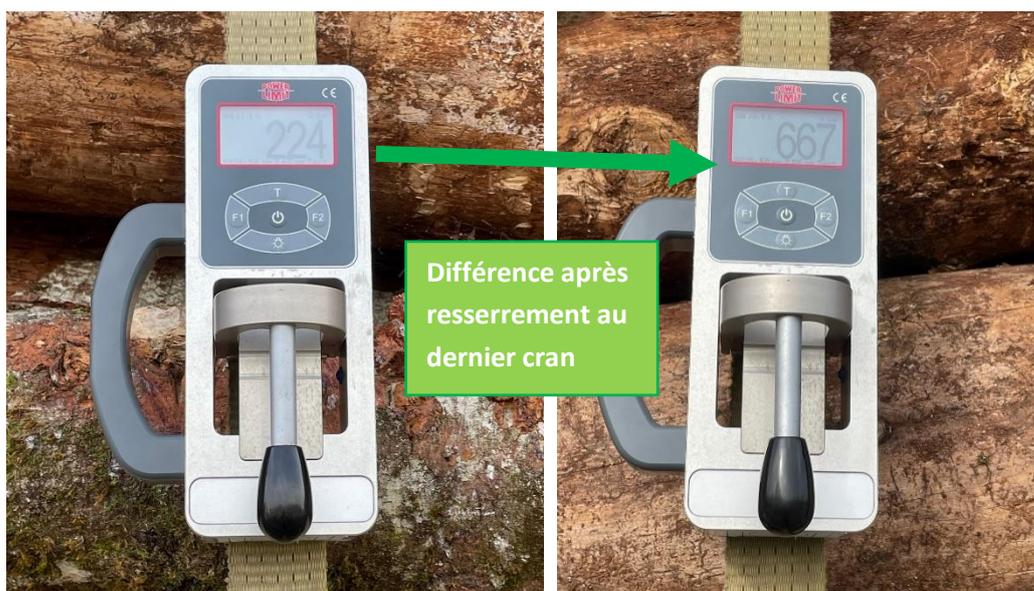
Utilisation de coins / cornières de protection

Seulement avec **des coins ou cornières de protection** une répartition équilibrée de l'effort de tension est possible. En plus, les sangles sont protégées contre l'usure et le cisaillement.



Application d'une tension appropriée

Il est aussi fortement recommandé de bien serrer les sangles jusqu'au dernier cran afin d'assurer une tension optimale. En effet, il s'est avéré avec des tests de mesures, que les derniers crans sont décisifs pour la tension finale exercée par la sangle.



7. Vérification de la résistance des points d'arrimage (EN 12640)

Il faut veiller à ne pas charger pas les points d'arrimage au-delà de leur LC.

Ceci est surtout très important lors d'un arrimage direct.

Par exemple :

Le transport d'une machine **lourde** : La limite de charge de ces points doit être supérieure à celle qui est exigée par la norme **EN 12640** pour résister aux forces.

Force de traction admissible de points d'arrimage:

• Véhicules avec un PMA compris entre 3,5t et 7,5t	800 daN
• Véhicules avec un PMA compris entre 7,5t et 12t	1.000 daN
• Véhicules avec un PMA supérieur à 12t	2.000 daN
• Points d'arrimage dans la paroi avant	1.000 daN

8. Le conducteur et la conduite

Il est conseillé de conduire en douceur et d'**adapter la vitesse aux circonstances afin d'éviter tout changement soudain de direction ou tout freinage brusque**. Dans ce cas, les forces exercées par la charge resteront faibles.

Du temps et de l'argent peut être inutilement perdu si lors d'un contrôle douanier sur route un arrimage inefficace est constaté par les agents douaniers, et que ces derniers exigent :

- Le placement de tapis antidérapants ;
- Le transbordement du chargement sur un autre camion.



La qualité du chargement et de l'arrimage contribue à assurer la **sécurité** de tous les usagers de la route.

Les conséquences peuvent être fatales pour le chauffeur ou pour les autres usagers de la route.



Autres facteurs à considérer

Le centre de gravité

Bien que le positionnement contre une paroi frontale est très important, il faut veiller à ce que ce dernier n'affecte pas la stabilité de conduite du véhicule.

Chaque fois que la charge a été (dé)chargée ou qu'elle a subi une nouvelle répartition, vérifiez le chargement afin de détecter toute surcharge et/ou mauvaise répartition des masses avant de démarrer. Assurez-vous que la charge est répartie de telle sorte que le centre de gravité de la charge totale soit aussi proche que possible de l'axe longitudinale et qu'il se situe le plus bas possible: marchandises les plus lourdes en bas, marchandises les plus légères en haut.

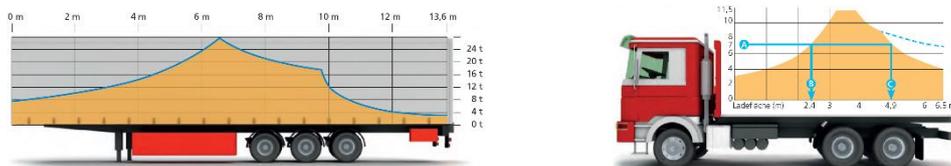


La répartition des charges

Il est conseillé de consulter le plan de répartition de votre véhicule. Chaque véhicule possède un plan de répartition bien défini.

Le plan de répartition du chargement renseigne sur les poids de chargements autorisés en fonction de l'emplacement du centre de gravité mesuré à partir de la paroi frontale.

Celui-ci n'est valable que pour un seul véhicule défini.





Article 13

Contrôle de l'arrimage du chargement

1. Lors d'un contrôle routier, l'arrimage du chargement d'un véhicule peut faire l'objet d'un contrôle conformément à l'annexe III, afin de vérifier que ce chargement est arrimé de manière à ne pas perturber la sécurité de la conduite et à ne pas constituer une menace pour les personnes, pour leur santé, pour les biens ou pour l'environnement. Les vérifications peuvent être réalisées afin de s'assurer qu'à tout moment de l'exploitation du véhicule, y compris lors de situations d'urgence ou d'un démarrage en côte:
 - la position des charges les unes par rapport aux autres, ou par rapport aux parois et plancher du véhicule, ne peut varier que dans des proportions minimales et
 - les charges arrimées ne peuvent sortir de l'espace réservé au chargement ni se déplacer hors de la surface de chargement.
2. Sans préjudice des exigences applicables au transport de certaines catégories de marchandises telles que celles visées par l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)*, l'arrimage du chargement et le contrôle de cet arrimage peuvent être effectués conformément aux principes et, le cas échéant, aux normes figurant à l'annexe III, section I. La version la plus récente des normes figurant à l'annexe III, section I, point 5, peut être utilisée.
3. Les procédures de suivi visées à l'article 14 peuvent également s'appliquer en cas de défaillances majeures ou critiques concernant l'arrimage du chargement.
4. Les États membres prévoient que le personnel qui procède aux vérifications de l'arrimage du chargement est dûment formé à cet effet.

* Transposé par la directive 2008/68/CE du Parlement européen et du Conseil du 24 septembre 2008 relative au transport intérieur des marchandises dangereuses (JO L 260 du 30.9.2008), modifiée, entre autres, par la directive 2012/45/UE de la Commission (JO L 332 du 4.12.2012).

Annexe III de la directive 2014/47/UE

I. Principes relatifs à l'arrimage du chargement

1. **L'arrimage du chargement résiste aux forces suivantes** résultant des accélérations/décélérations du véhicule:
 - **dans la direction du déplacement du véhicule:** 0,8 fois le poids du chargement et
 - **dans la direction latérale:** 0,5 fois le poids du chargement et
 - **dans le sens inverse de la direction du véhicule:** 0,5 fois le poids du chargement
 - et, de manière générale, il **doit empêcher le basculement ou le renversement du chargement.**
2. Pour la **répartition du chargement**, il est tenu compte de la **charge maximale autorisée par essieu** ainsi que de la **charge minimale nécessaire par essieu**, en respectant les limites de la masse maximale

autorisée d'un véhicule, conformément aux dispositions légales relatives aux poids et aux dimensions des véhicules.

3. **Lors de l'arrimage du chargement**, les **exigences** applicables en ce qui concerne la **résistance** de certains composants du véhicule, tels que le **hayon avant**, les **ridelles latérales**, le **hayon arrière**, les **colonnes** ou les **points d'arrimage** sont prises en compte lorsque ces éléments sont utilisés pour l'arrimage du chargement.
4. Pour l'arrimage du chargement, il est possible d'utiliser **l'une des méthodes de retenue** suivantes ou une **combinaison de ces méthodes**:
 - le **verrouillage**.
 - le **blocage (local/général)**.
 - l'**arrimage direct**.
 - l'**arrimage couvrant**.
5. **Normes applicables**:

Norme européenne	OBJET	Adoptée comme Norme luxembourgeoise
– EN 12195-1	Calcul des tensions d'arrimage	ILNAS EN 12195-1: 2010 novembre 2010 ILNAS EN 12195-1: 2010 mars 2014
– EN 12640	Points d'arrimage	ILNAS EN 12640: 2000 juillet 2000
– EN 12642	Résistance de la structure de la carrosserie du véhicule	ILNAS EN 12642: 2016 novembre 2016
– EN 12195-2	Sangles en fibres synthétiques	ILNAS EN 12195-2: 2000 novembre 2000
– EN 12195-3	Chaînes d'arrimage	ILNAS EN 12195-3: 2001 avril 2001
– EN 12195-4	Câbles d'arrimage en acier	ILNAS EN 12195-4: 2003 décembre 2003
– ISO 1161, ISO 1496	Conteneurs ISO	ILNAS ISO 1161: 1984 décembre 1984
– EN 283	Caisses mobiles	ILNAS EN 283: 1991 juillet 1991
– EN 12641	Bâches - Partie 1 Bâches - Partie 2	ILNAS EN 12641-1: 2005 août 2005 ILNAS EN 12641-2: 2006 octobre 2006
– EUMOS 40511	Poteaux — colonnes	
– EUMOS 40509	Emballage de transport	

Note explicative sur les normes européennes

Les normes européennes sont des lignes directrices facultatives précisant des spécifications techniques pour des produits, services et processus. Elles sont élaborées par le « CEN », Comité européen de normalisation. Au niveau national, les organismes nationaux de normalisation adoptent et publient ces normes. Au Luxembourg, l'organisme compétent est l'Institut luxembourgeois de la normalisation, de l'accréditation, de la sécurité et qualité des produits et services (ILNAS).

La Directive 2014/47/UE du Parlement européen et du Conseil du 3 avril 2014 est transposée en droit national par

a.- **LOI du 26 janvier 2016** modifiant la loi modifiée du 14 février 1955 concernant la réglementation de la circulation sur toutes les voies publiques (Mémoriel A – N° 8/2016)

b.- **RÈGLEMENT GRAND-DUCAL du 26 janvier 2016** modifiant l'arrêté grand-ducal modifié du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques (Mémoriel A – N° 8/2016)



ARRÊTÉ GRAND-DUCAL du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques

Art. 8. (Code de la route)

1. Sans préjudice des dispositions du paragraphe 1. de l'article 12, le **chargement d'un véhicule routier doit être disposé et fixé et, au besoin, être bloqué, verrouillé ou arrimé** de manière qu'il ne puisse:
 - a) **constituer un danger pour les personnes ou causer des dommages aux propriétés publiques et privées;**
 - b) **traîner sur la voie publique, ni tomber sur celle-ci, ni compromettre la conduite du véhicule et sa stabilité;**
 - c) **nuire à la visibilité du conducteur du véhicule;**
 - d) **provoquer un bruit pouvant être évité.**

Les équipements amovibles faisant partie intégrante d'un véhicule routier sont à considérer comme chargement de ce véhicule et doivent dès lors être arrimés selon les mêmes principes que celui-ci.

2. Les **matières poussiéreuses, volatiles ou volatilisantes** ainsi que les **débris d'animaux** doivent être transportés **sous couverture ou emballage fermés**.

Les dispositions qui précèdent **ne s'appliquent pas** aux matières qui sont en relation directe avec des **activités agricoles ou viticoles** ou qui sont des produits de telles activités.

3. **L'arrimage du chargement** d'un véhicule routier doit se faire au moyen soit **de sangles, de chaînes ou de câbles fixés au plateau de chargement ou aux parois latérales**, soit à l'aide de **traverses coulissantes, de supports réglables, de sacs gonflables**, soit de tout autre dispositif de verrouillage antiglisse d'une efficacité appropriée et suffisante.

Tous les **dispositifs servant à bloquer, verrouiller ou arrimer ainsi qu'à couvrir ou à protéger** le chargement doivent être dimensionnés de façon à **pouvoir supporter toutes les forces et tous les couples** exercés par le chargement et à serrer étroitement celui-ci, de façon à empêcher toute déperdition du contenu, et être fixés solidement de manière à ne pas pouvoir se relâcher en cours de route. **En aucun cas, ils ne peuvent traîner sur le sol ou osciller en dehors des limites du chargement.** Toutefois, le matériel de déneigement ou de déblaiement peut toucher la voie publique.

4. Les **tensions d'arrimage ainsi que le nombre minimal de dispositifs d'arrimage nécessaires** doivent être calculés suivant les dispositions de la norme **EN 12195-1**.

Les sangles, les chaînes et les câbles utilisés pour l'arrimage du chargement d'un véhicule routier doivent respectivement satisfaire aux exigences des normes **EN 12195-2, EN 12195-3 et EN 12195-4**.

Les exigences du présent paragraphe ne sont pas applicables aux chargements des véhicules traînés.

5. Le **respect des obligations** en relation avec le chargement et son arrimage correct et conforme ainsi qu'avec **le matériel de sécurisation de la charge** incombe au **propriétaire ou au détenteur du véhicule**

routier, au conducteur de celui-ci et à la personne ayant procédé au chargement. Toutefois, si le chargement est repris soit sur une remorque préchargée et scellée par une autorité nationale compétente ou dans un conteneur préchargé et scellé par une autorité nationale compétente, le conducteur du véhicule ne peut pas être tenu responsable de ce chargement.

Art. 50bis.

Les dispositions des articles 2 à 50 obligent le propriétaire et le conducteur



Chapitre 3.- Le droit d'immobiliser un véhicule

Art. 17.

Paragraphe 1^{er}



Les fonctionnaires de l'administration des douanes et accises sont en droit d'immobiliser un véhicule sur la voie publique, soit en enlevant au conducteur les clés de contact, soit en procédant à l'immobilisation du véhicule au moyen d'un système mécanique, lorsque

- 1) le conducteur d'un véhicule qui n'a pas sa résidence normale au Luxembourg et qui est en infraction à la législation routière, pour autant que sont concernés **l'aménagement des véhicules et de leurs chargements**, les plaques d'immatriculation, les numéros d'identification ou les documents de bord, ou à la législation sur les transports routiers, omet de payer l'avertissement taxé ou, à défaut, de régler la somme à consigner; dans ce cas, **les fonctionnaires de l'administration des douanes et accises sont également en droit de retenir les documents de bord du véhicule, jusqu'au paiement de l'avertissement taxé ou du règlement de la somme à consigner.**
- 2) le véhicule présente soit une irrégularité grave au point de vue des documents de bord, soit une surcharge de plus de 10% de la masse maximale autorisée, soit un défaut technique manifeste de nature à mettre gravement en danger la circulation.



Titre II.- Définitions

Il existe des types précis de carrosserie de porteur, remorque ou semi-remorque destinés au transport routier de marchandises, à savoir :

<p>Tautliner</p> <p>C'est un système de rideaux coulissants suspendus par des roulettes dans des gorges de la structure supérieure du véhicule et maintenus au niveau du châssis par des sangles de tension. Ce système permet de libérer toute la longueur disponible pour un chargement latéral (au chariot élévateur) ou par le dessus (au pont roulant).</p>	
<p>Savoyarde</p> <p>Il s'agit d'un porteur, remorque ou semi-remorque possédant une armature en acier ou aluminium sur laquelle se trouve une bâche.</p>	
<p>Fourgon</p> <p>Il s'agit d'un porteur, remorque ou semi-remorque possédant une armature complète en aluminium.</p>	

Facteur de frottement μ

Le facteur de frottement est appelé μ . **Plus cet indice est élevé, plus la résistance au glissement est grande** (p.ex. tapis antidérapant $\mu = 0,6$).

La valeur du facteur de frottement dépend de la nature de la surface de contact entre la charge et le plateau de chargement.

Facteurs de frottement μ estimés pour quelques marchandises et surfaces courantes à utiliser dans les calculs

Combinaison de matériaux à la surface de contact ^{a)}	Facteur de frottement μ
Bois scié	
Bois scié contre tissu bakélinisé/contreplaqué	0,45
Bois scié contre aluminium rainuré	0,4
Bois scié — film rétrécissable	0,3
Bois scié contre plaques d'acier inoxydable	0,3
Bois raboté (Palettes)	
Bois raboté contre tissu bakélinisé/contreplaqué	0,3
Bois raboté contre aluminium rainuré	0,25
Bois raboté contre plaques d'acier inoxydables	0,2
Palette en matériau plastique	
Palette en matériau plastique contre tissu bakélinisé/contreplaqué	0,2
Palette en matériau plastique contre aluminium rainuré	0,15
Palette en matériau plastique contre plaques d'acier inoxydable	0,15
Acier et métal	
Cadre en acier contre tissu bakélinisé/contreplaqué	0,45
Cadre en acier contre aluminium rainuré	0,3
Cadre en acier contre plaques d'acier inoxydable	0,2
Béton	
Béton brut — tasseaux en bois scié	0,7
Béton lisse — tasseaux en bois scié	0,55
Tapis antidérapant ^{a)}	
Caoutchouc (Tapis antiglisse)	0,6 ^{b)}
Autre matériau	Tel que certifié ^{c)}

a) Surface propre, exempte d'huile, de givre, de graisse.

b) Peut être utilisé avec $f_{\mu} = 1,0$ pour l'arrimage direct.

c) En cas d'utilisation de matériaux spéciaux visant à augmenter le frottement comme les tapis antidérapants, un certificat est requis pour le facteur de frottement μ .

Il faut s'assurer que les facteurs de frottement utilisés s'appliquent au transport réel. Si les contacts extérieurs ne sont pas propres, exempts de gel, de glace et de neige, un facteur de frottement plus grand que $\mu = 0,2$ (pour le transport maritime $\mu = 0,3$) ne doit pas être utilisé. Il convient de prendre des précautions particulières pour les surfaces huileuses et graisseuses.

TABLEAU B1 norme EN 12195-1

IMPORTANT !!

- pas de sable même avec du tapis antidérapant ;
- exempt d'huile et de graisse ;
- exempt de neige et de glace.

Sinon, les valeurs du TABLEAU B1 norme EN 12195-1 ne peuvent plus être appliquées !!!



Divers facteurs de frottement μ publiés par DEKRA (Organisation de certification et d'audit)

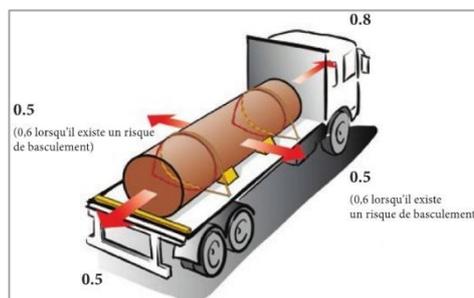
- Pneus sur plateau de chargement en acier (mouillé, sale) μ 0.15
- Pneus sur plateau de chargement en acier (sec, propre) μ 0.45
- Balle de paille sur plancher en bois μ 0.45
- Balle de paille sur balle de paille μ 0.40
- Casier de boissons sur palette en bois μ 0.32
- Fût en acier inoxydable debout sur palette en bois μ 0.49
- Treillis soudé sur treillis soudé μ 0.2

Titre III.- Forces agissant sur le véhicule

Chapitre 1.- Les lois de la physique

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

Une charge lourde 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 avec le véhicule.



Définies sur la base de la force de pesanteur du chargement, les trois valeurs suivantes sont à respecter:

Arrimage vers l'avant, maximum	0.8 Fg	ce qui concerne à 80% du poids du chargement
Arrimage vers les côtés, maximum	0.5 Fg	ce qui concerne à 50% du poids du chargement
Arrimage vers l'arrière, maximum	0.5 Fg	ce qui concerne à 50% du poids du chargement

Explication des forces



La force d'accélération

En démarrant, le chargement a tendance à glisser vers l'arrière.



La force de décélération

En freinant, le chargement a tendance à glisser vers l'avant. Plus la charge est lourde, plus vous freinez fort et plus l'effort sur la charge est important.



Forces ascensionnelles

Les chocs, vibrations et oscillations génèrent des forces d'inertie qui ont pour conséquence que le chargement perd son contact avec le pont de chargement.



La force centrifuge

Les forces centrifuges sont les forces qui s'exercent sur le véhicule et son chargement dans les virages. Elles ont tendance à pousser le véhicule et son chargement vers le côté extérieur du virage. Lorsque l'on aborde un virage à une vitesse excessive, on s'expose à des contraintes énormes.

Une prudence particulière s'impose :

- en cas de manœuvres d'évitement brutales ;
- en cas de changements rapides de voie de circulation ;
- dans les giratoires → Rayon divisé par deux > Force centrifuge double ;
- aux bretelles de sorties d'autoroutes.

Lorsqu'un chargement se déplace vers l'extérieur dans un virage, même à basse vitesse, il y a un grand risque de renversement du chargement et du véhicule.

L'énergie cinétique

C'est l'énergie qu'accumule un corps en prenant de la vitesse.

Si on double la masse d'un objet en mouvement, l'énergie est également **doublée**.

Par contre, si on double la vitesse de cet objet, l'énergie emmagasinée est multipliée **par quatre**.

Masse m / unité kg

La masse est directement liée à la quantité de matière que contient un corps. Isaac Newton a reconnu que la masse du corps est inerte.

Force due au poids F_G

$$F_G = m \times g$$

La force due au poids agit au centre de gravité. C'est la force perpendiculaire du chargement sur la surface de chargement. Elle est le produit de la masse et de l'accélération de la pesanteur.

La force due au poids se calcule en tenant compte de l'accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Masse $m = 1\text{kg}$	$F_G = 1 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 9.81 \text{ N}$ (pour simplifier, on calcule avec $g = 10 \text{ m/s}^2$)
------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$$F_G = 1 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N} = 1\text{daN} \rightarrow \text{règle simplifiée: } 1\text{kg} = 1\text{daN}$$

Exemple	$F_G = 1000 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 9810 \text{ N} = 981 \text{ daN} \rightarrow \text{règle simplifiée } 1000 \text{ daN}$
---------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Force due à la masse F

$$F = m \times a$$

La force due à la masse F, également appelée force d'inertie ou force centrifuge agit au centre de gravité.

Elle est le produit de la masse et l'accélération réelle, sauf si le véhicule est à l'arrêt ou se déplace à vitesse constante, alors $F = 0$.

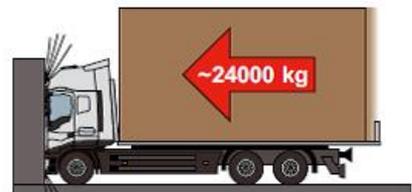
0 km/h



40 km/h



80 km/h



Force de frottement F_F

$$F_F = F_G \times \mu$$

μ = facteur de frottement

La force de frottement F_F s'oppose à un déplacement du chargement. Elle dépend de la structure des surfaces en contact et de la force due au poids. Elle est le produit du facteur de frottement et de la force due au poids. Plus le coefficient de frottement est élevé, plus les forces de frottement contribuent à l'arrimage. La surface de chargement doit être sèche et propre, afin que le facteur de frottement maximal puisse être obtenu. Les impuretés entre les surfaces de contact (sable, abrasion) sont à éliminer par des mesures adéquates.

Chapitre 2.- Principe général de l'arrimage

Force d'arrimage F_S :

$$F_S = F - F_F$$

Force d'arrimage F_B :

$$F_B = F - F_F$$

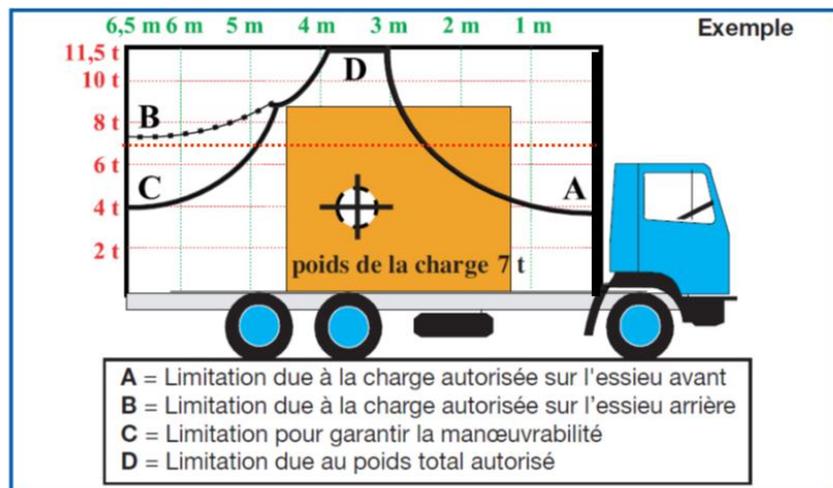
Afin que la charge ne se déplace pas, la somme de toutes les forces à tous les niveaux doit être 0. En d'autres termes, la force restante doit être créée, il s'agit de la force d'arrimage F_S ou de la force de blocage F_B nécessaire.

La force d'arrimage F_S ou la force de blocage F_B est à créer à l'aide de moyens d'arrimage. L'arrimage du chargement est réalisé par la capacité de blocage BC de la paroi avant. Le chargement peut uniquement être maintenu dans sa position si la somme de la force de frottement, de la force d'arrimage et force de blocage est égale ou supérieure à la force d'inertie.

La répartition du chargement

Le plan de répartition des charges

Le chargement est à arrimer de telle sorte que le centre de gravité de l'ensemble de la charge se situe dans la mesure du possible dans l'axe médiane du véhicule. Le centre de gravité doit être situé aussi bas que possible, il ne faut pas surcharger le véhicule et il faut tenir compte de la bonne répartition des charges. Même un chargement partiel demande une répartition uniforme des poids et des charges.



Un plan de répartition des charges renseigne sur les données qui permettent de réaliser un chargement conforme et sûr du véhicule. Un non-respect du plan de répartition peut avoir comme origine :

- Une répartition des charges à vue de nez puisque le véhicule ne dispose d'un plan de répartition des charges.
- Chargement dans l'ordre inverse des lieux de déchargement prévus, facilitant le travail mais ne respectant pas le plan de répartition des charges.

Un véhicule mal chargé peut en être la conséquence. Le cas échéant, un chargement non réglementaire provoque une surcharge du véhicule, voire celle des essieux. Les effets négatifs sur le freinage et la manœuvrabilité ainsi engendrés peuvent rendre le véhicule dangereux à la circulation.

Ainsi un chargement non réglementaire peut provoquer des accidents de la route étant donné que le comportement du véhicule de transport sur la route peut changer de manière dramatique.

Le plan de répartition des charges est individuel et dépend de plusieurs données techniques du véhicule. Il faut, par exemple, tenir compte des charges par essieu, du poids maximal autorisé, de l'empattement ainsi que des dimensions et l'utilisation du plateau de chargement.

La répartition requise des charges sur le plateau de chargement peut changer considérablement sous l'influence des structures de carrosseries comme le hayon de levage ou la grue de chargement, parce que déjà par leur poids propre ces éléments agissent sur un véhicule non chargé. C'est la raison pour laquelle on devrait disposer du plan de répartition des charges pour chaque véhicule.

Un chargement mal réparti peut provoquer:

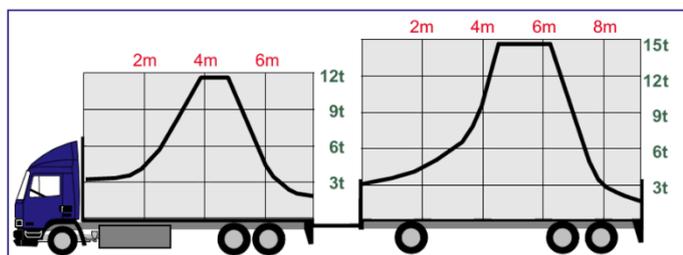
- un renversement du véhicule, même à faible allure ;
- une mise en portefeuille de l'ensemble des véhicules ;
- une déviation de trajectoire en cas de freinage ;
- une difficulté à maintenir la trajectoire.

Les graphiques suivants servent à présenter de façon simplifiée les plans de répartition des charges pour différents types de véhicules. Ils ne peuvent en aucun cas être transférés tel quel sur des véhicules réels.

Véhicule semi-remorque

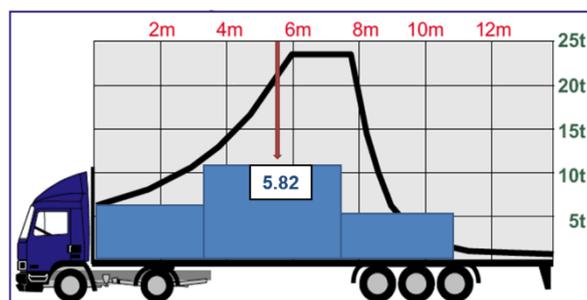


Camion remorque



En pratique, les conducteurs et chargeurs ont la tâche de charger des colis de taille et de poids différents (groupage). Dans ce cas, il faut calculer la position du centre de gravité du chargement global.

Véhicule semi-remorque



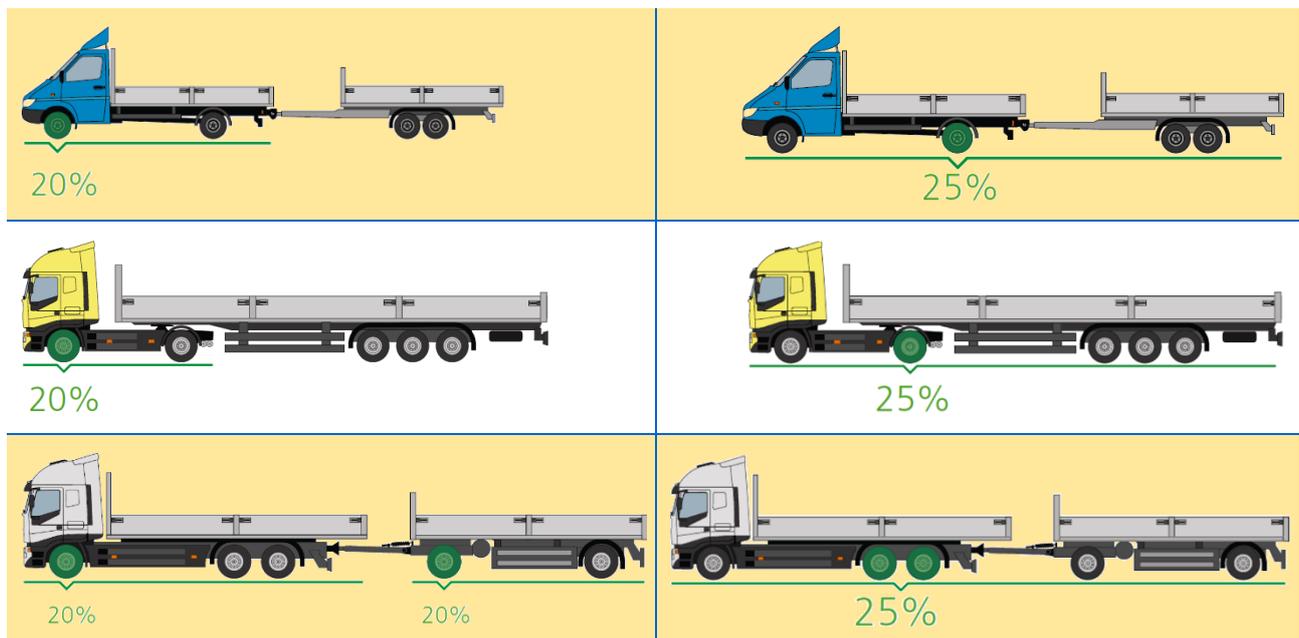
Poids effectifs et charges par essieu

Les charges maximales par essieu indiquées **dans la carte grise du véhicule** renseignent sur la répartition du poids effectif sur les essieux. Pour ceux-ci également, il y a des prescriptions légales: il va de soi que les valeurs maximales doivent être respectées.

En complément, les principes suivants sont applicables à tous les véhicules, indépendamment de leur taille:

- charge sur le ou les essieux directeurs: **minimum 20%** du poids effectifs du véhicule dirigé.
Ce n'est qu'à cette condition que le véhicule pourra être dirigé en toute sécurité dans n'importe quelle situation
- charge sur le ou les essieux tracteurs **minimum 25%** du poids effectif, remorque comprise.
Ce n'est qu'à cette condition que le véhicule appliquera sur la chaussée une force de traction ou de freinage suffisante.

La charge minimale sur les essieux arrière des remorques ne fait pas l'objet d'une prescription particulière.



Surcharge sur l'essieu arrière. Pour cette raison la charge sur l'essieu directeur de minimum 20% n'est pas garantie.

Le véhicule ne pourra pas être dirigé en toute sécurité.



Chapitre 3.- Points d'arrimage sur les véhicules EN 12640

La norme **EN 12640** fixe les exigences minimales des points d'arrimage de véhicules utilitaires destinés au transport de colis dont la masse maximum autorisée dépasse 3.5 tonnes.

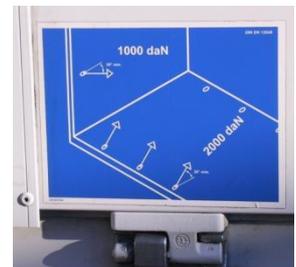
Force de traction admissible de points d'arrimage:	
• Véhicules avec un PMA compris entre 3,5t et 7,5t	800 daN
• Véhicules avec un PMA compris entre 7,5t et 12t	1.000 daN
• Véhicules avec un PMA supérieur à 12t	2.000 daN
• Points d'arrimage dans la paroi avant	1.000 daN

La norme ne s'applique pas:

- aux véhicules qui sont exclusivement prévus pour le transport de produits en vrac ;
- aux véhicules qui sont destinés au transport de produits spéciaux posant des exigences particulières à l'arrimage des charges.

Le nombre de points d'arrimage dépend entre autres de la longueur du plateau de chargement.

- la distance entre la paroi avant et le premier point d'arrimage est de 50 cm maximum ;
- la distance entre deux points d'arrimage est de 70 cm minimum et 120 cm maximum (150 cm maximum au-dessus des essieux.) ;
- la paroi avant doit être équipée de deux points d'arrimage.



La force de traction admissible (limite de charge des points d'arrimage) résulte de la masse maximum autorisée du véhicule.

Les points d'arrimage et leur force de traction admissible doivent être marqués sur le plateau de chargement.

Selon la norme EN 12640, les points d'arrimage peuvent également se présenter sous forme de **rails** d'arrimage. Il existe aussi d'autres types de **système à points d'arrimage variables**. Tous ces types de systèmes à points d'arrimage permettent à l'utilisateur d'ancrer les équipements d'arrimage à l'endroit du véhicule où ils sont nécessaires pour l'arrimage des charges.

IMPORTANT !!

Vérifiez la résistance des points d'arrimage EN 12640 (cf. tableau ci-dessus) !

Ne chargez pas les points d'arrimage au-delà de leur LC !

Ceci est très important lors d'un arrimage direct !

Lorsqu'on dépasse la capacité de l'accessoire ou du point d'arrimage :

- amélioration du coefficient de frottement par l'emploi d'un tapis antidérapant ;
- optimisation des angles d'arrimage en changeant les points d'arrimage sur le porte-engins ;
- utilisation de moyens d'arrimages de capacité appropriée ;
- calage de la charge (arrimage de sécurité) ;
- Utilisation d'une remorque où la limite de charge des points d'arrimage est supérieure (p.ex. LC 5.000 / LC 8000 / LC 10.000 daN) à celle qui est exigée par la norme EN 12640 (LC 2000 daN pour un poids maximal autorisé supérieur à 12 tonnes).



Exemple de systèmes à points d'arrimage variables



Chaque trou dans le châssis sert de point d'arrimage. 3 points d'arrimage sont utilisables sur un mètre au maximum. Chaque point d'ancrage a une capacité de 2000 daN.

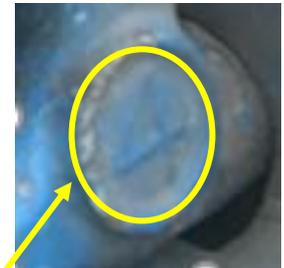


Utilisation de plusieurs crochets à un point d'arrimage. Ceci est uniquement autorisé si le point d'arrimage (+ 12t = 2000 daN) n'est pas surchargé et que les crochets des sangles soient sollicités correctement.

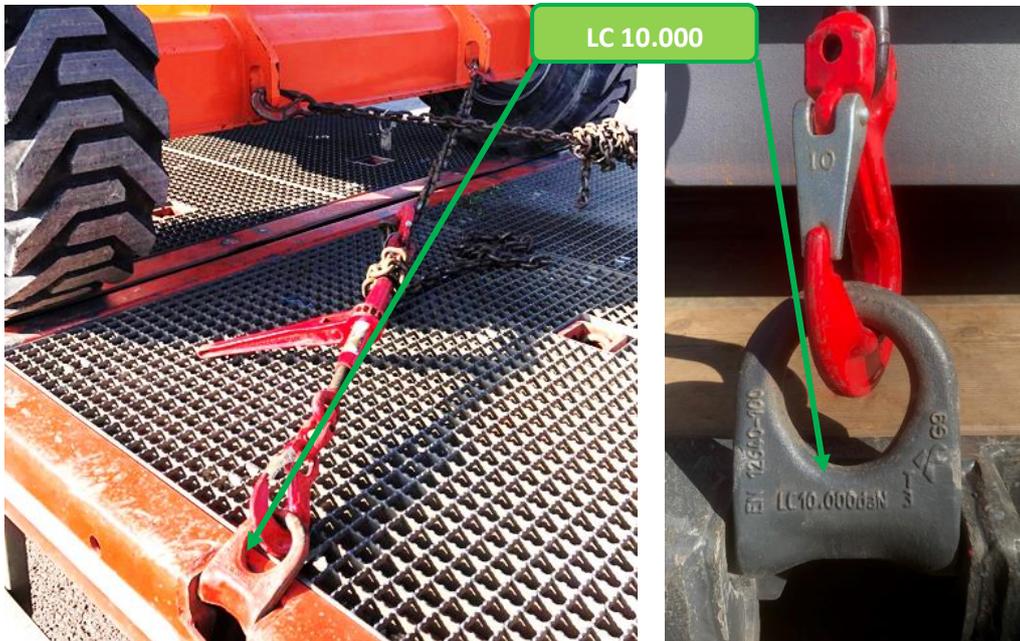
Points d'arrimage ayant une limite de charge exceptionnelle

Des points d'arrimage à limite de charge exceptionnelle sont généralement utilisés sur **des véhicules spéciaux**.

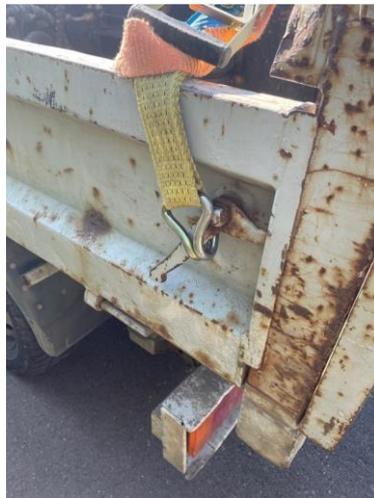
La limite de charge de ces points est supérieure à celle qui est exigée par la EN 12640. Il arrive souvent que le constructeur leur attribue un numéro d'identification.



Limite de charge:
4 tonnes au levage.
 Jusqu'à 8.000 daN à l'arrimage sous réserve que le constructeur du véhicule l'autorise.



Ceci ne sont pas des points d'arrimage !



Un véhicule approprié est la base d'un transport sûr. Dans la pratique, il faut tenir compte des faits suivants en ce qui concerne l'arrimage des charges:

- type de produit ;
- type d'emballage ;
- quantité chargée ;
- voie de transport ;
- conditions extérieures.

Avant le chargement, il faut vérifier si le véhicule est approprié au transport de ce chargement.

En principe, toutes les charges doivent être arrimées !

Il existe toutefois des exceptions:

- Produits en vrac dans un conteneur ouvert ou dans une benne basculante ouverte. Le chargement **ne doit pas** dépasser les parois et le chargement ne peut pas être emporté par le vent ;
- Arrimage de sécurité (page 57) d'un chargement sur un véhicule doté d'une structure de carrosserie suffisamment résistante.

EN 12642 - Code L

Les camions et les remorques avec une masse maximale autorisée supérieure à 3.5 tonnes, construits après avril 2002 doivent garantir les résistances de la carrosserie sur base de la norme de construction européenne **EN 12642 L**.

Les valeurs de limite de charges suivantes sont les critères d'essai de la norme **EN 12642**. La structure de carrosserie ne doit pas montrer de déformation permanente sous l'effet des charges d'essai.

• Paroi avant	40% de la charge utile, force d'essai maximale 5.000 daN
• Paroi arrière	25% de la charge utile, force d'essai maximale 3.100 daN
• Paroi latérale	30 % de la charge utile Fourgon / Savoyarde Tautliners (0%) 1-2007 Tautliners (15%) 1-2017

Ces valeurs ne peuvent être appliquées que dans le cas d'un arrimage de sécurité !

Limite de charge de la paroi avant

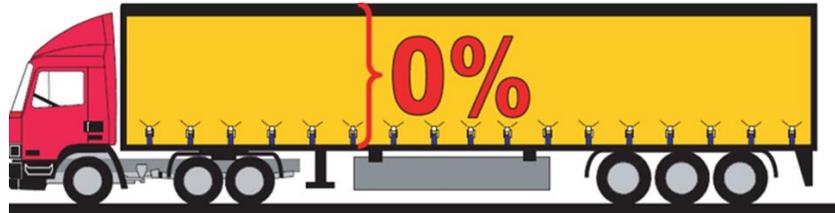


Limite de charge de la paroi latérale (Tautliner)

La Limite de charge d'une bâche coulissante latérale n'était pas réglementée par la norme européenne EN 12642 – version avril 2002. Il s'ensuit qu'en principe, une bâche coulissante latérale n'est pas approprié pour l'arrimage des charges.

La bâche, conformément à l'EN 12641-2 assure uniquement une protection contre les intempéries et n'est pas conçue pour absorber les forces nécessaires à l'arrimage des charges. En janvier 2007 la norme 12642 a été remaniée et a été complétée par le code XL.

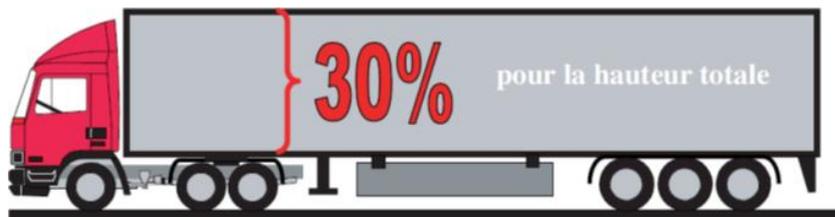
La version la plus récente date de janvier 2017.



EN 12642, 1- 2007 - 2017 → 0 % sur toute la hauteur

EN 12642, 1-2017 / Après 2017 ► 15% → ⅓ de la hauteur !!

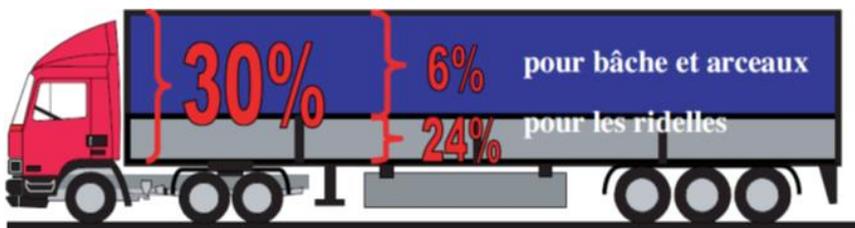
Limite de charge de la paroi latérale (Fourgon)



EN 12642 / avant 2017 → 30% pour la hauteur totale

EN 12642 / 2017 → 30% → ⅓ de la hauteur !!

Limite de charge de la paroi latérale (Savoyarde)



EN 12642 – 2007 et 2017

N.B. - Les valeurs précitées ne peuvent être appliquées que dans le cas d'un arrimage de sécurité.

Sécurisation des charges selon le Code XL : principes et limites

Tous les essais réalisés par les constructeurs de véhicules sont effectués avec une charge simulée de 27 tonnes, généralement composée de caisses de boissons. Ces caisses, munies de bords de fourche, peuvent être empilées de manière à constituer une unité de charge rigide et stable, voire une véritable tour.

Lorsque cette tour bascule contre la paroi latérale, par exemple lors d'un virage serré, elle reste globalement cohérente grâce à la solidarité mécanique entre les caisses. La charge, estimée à environ 10,8 tonnes (40% de 27t vers le côté) dans ce scénario, n'exerce pas une pression directe et concentrée sur la paroi latérale, car les caisses se soutiennent mutuellement. La paroi agit alors comme un appui temporaire sans subir de déformation.

Cependant, ce comportement n'est possible que si la charge forme une unité indéformable. C'est pourquoi le Code XL ne peut garantir une rétention efficace que dans le cas de charges stables, compactes et correctement réparties. Le respect des distances latérales, longitudinales et verticales entre la marchandise et les parois du véhicule est donc essentiel.

Inspection périodique

Un véhicule certifié XL n'est, en principe, pas soumis à une obligation d'inspection périodique. Or, une telle inspection p.ex. annuelle est fortement recommandée comme bonne pratique notamment en cas de dommages ou d'indications d'usure. La résistance du code XL est garantie qu'en cas d'intégrité structurelle intacte.

Limites de la paroi frontale Code XL

La norme EN 12642 Code XL exige que la paroi avant résiste à une force équivalente à 50 % de la charge utile (par ex. 13,5 t pour un poids total de 27 t). Les essais sont réalisés avec une répartition homogène de la charge mais en situation réelle, une charge non arrimée ou mal positionnée peut exercer une pression très localisée, que la paroi ne peut pas nécessairement supporter, même si elle est certifiée Code XL.

La paroi avant doit absorber les forces de pression qui résultent notamment d'un freinage brusque ou d'un déplacement de la charge. La manière dont cette charge est répartie sur la surface a un impact direct sur la contrainte mécanique exercée sur la paroi.

Il y a une différence très importante entre une charge de 10 tonnes appliquée localement sur un mètre de largeur ou répartie sur toute la surface de la paroi avant.

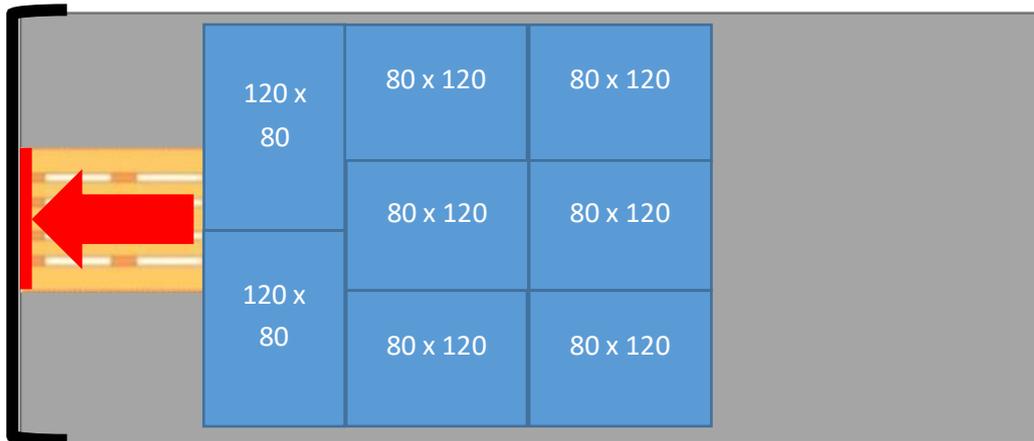
Cas 1 : 10 tonnes sur 1 mètre de largeur

- La charge est très concentrée sur une **petite surface** ;
- Cela génère une **pression locale très élevée** (force par m²) ;
10 tonnes par mètre de largeur ;
- Cela peut provoquer une **déformation, une flexion ou un échec structurel** localisé de la paroi.

Cas 2 : 10 tonnes réparties sur toute la surface (2,40m – 2,50m)

- La charge est **répartie uniformément** ;
- La **contrainte est réduite** sur chaque point de la paroi ;
4 tonnes par mètre de largeur ;
- La paroi peut mieux absorber et répartir la force **sans risque de dommage**.

Une charge ponctuelle est nettement plus critique pour la paroi avant qu'une charge répartie. Il ne suffit donc pas de connaître la masse totale : il faut également maîtriser la répartition de la charge.



Mais comment désamorcer une charge mal répartie comme dans l'image précédente?

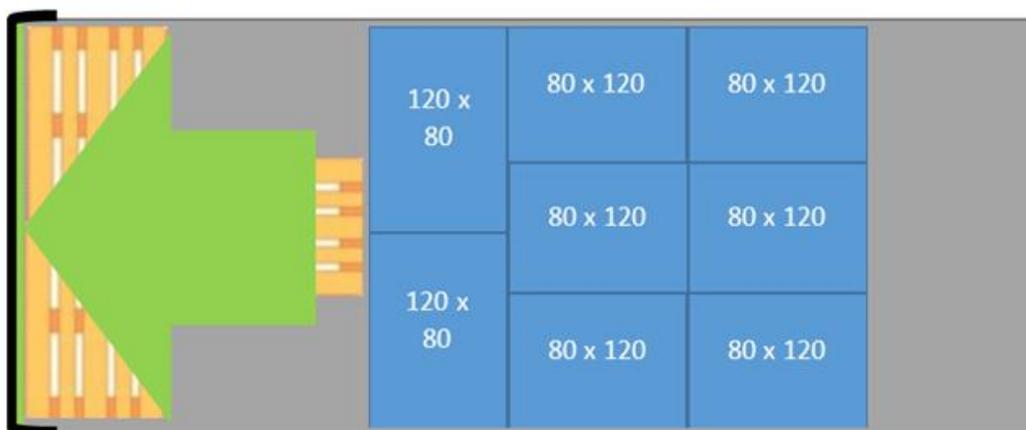
Solution 1:

Le fait de placer des palettes en bois solides sur toute la largeur (ex. 2,5 m) devant la paroi avant permet de répartir la force appliquée – même si la charge principale est concentrée sur un mètre seulement. Les palettes agissent comme un élément tampon ou une plaque de répartition :

- Elles diffusent la pression localisée sur une surface plus large ;
- La force sur la paroi est répartie non sur 1 m, mais sur 2,5 m de paroi ;
- Cela réduit la pression linéaire (t/m) exercée sur la paroi avant.

Conditions nécessaires :

- Palettes
 - en bon état, solides, non endommagées ;
 - Positionnées sur toute la largeur ($\approx 2,5$ m) et bien calées ;
 - elles doivent être en contact direct avec la paroi ;
- La charge doit pouvoir transférer sa pression aux palettes.

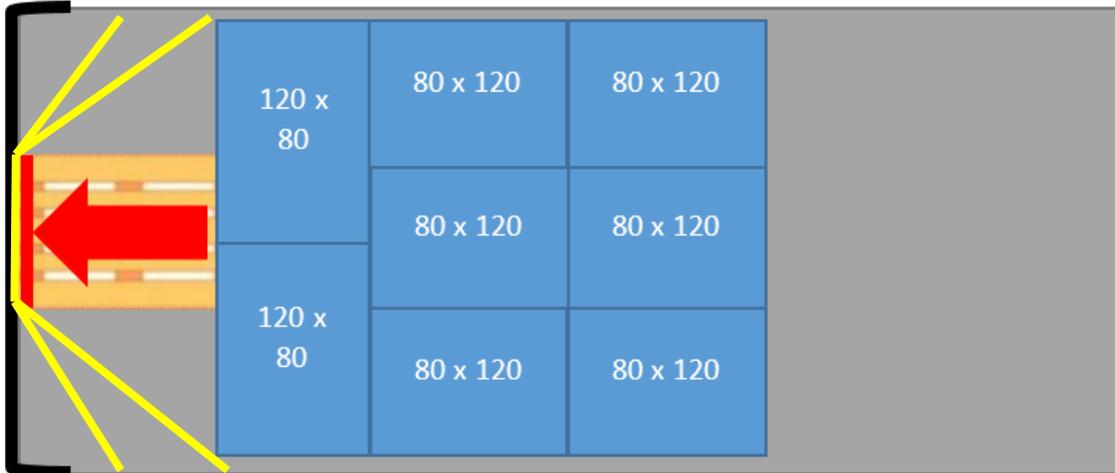


Solution 2 :

La boucle de tête (« Kopflashing » en allemand) est en effet une méthode très pertinente ici. Elle permet de diriger une partie de la force vers le plancher du véhicule à travers des points d'ancrage et ainsi soulager la paroi frontale. La boucle de tête permet de retenir des charges lourdes et ponctuelles sans dépasser les capacités des structures du véhicule.

Attention :

- Le coefficient de frottement (μ) entre la charge et le sol doit être pris en compte.
- Le nombre et l'angle des sangles doivent être calculés avec précision (en fonction du poids, du centre de gravité, et de l'angle d'inclinaison). Les sangles doivent être fixées à ce que l'angle d'arrimage α soit en tout cas inférieur à 45° .
- L'arrimage doit être prévu dès le chargement, avec accès aux points d'ancrage.



Limites des bâches latérales Code XL

Une bâche Code XL, même conforme à la norme, ne peut pas retenir des éléments individuels comme des sacs mal arrimés ou insuffisamment conditionnés. En cas de déplacement de ces éléments pendant le transport, la bâche ne peut ni les repousser ni absorber leur énergie cinétique. Cela entraîne souvent une bosse visible depuis l'extérieur, signe d'un chargement instable.

Code XL ou non, ce genre de déformation indique un défaut de préparation de la marchandise. Il revient donc au chargeur de s'assurer à priori que le filmage, l'arrimage et le blocage des unités de charge soient réalisés correctement.

Exemple critique : charge lourde mal arrimée

Prenons le cas d'une caisse lourde d'environ 5 tonnes, mal sanglée ou non immobilisée à 100 %. Si cette caisse bascule latéralement dans un virage et heurte la bâche latérale, aucune bâche Code XL ne pourra retenir un tel projectile. L'énergie cinétique dégagée dépasse largement les capacités d'absorption prévues par la norme.

Matériaux des lattes et compatibilité Code XL

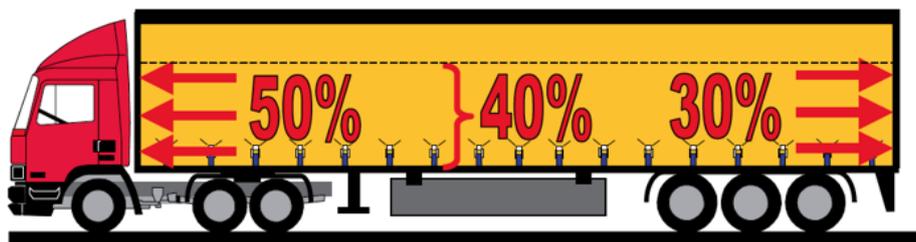
Pour respecter les exigences du Code XL, le matériau des lattes (ou barres de retenue) importe peu, tant qu'il respecte les performances mécaniques requises. Les poids approximatifs des lattes sont les suivants :

- Bois : environ 3 kg ;
- Aluminium : environ 4 kg ;
- Acier : environ 9 kg.

Pour la sécurisation du chargement à l'arrière, les lattes en acier sont les plus efficaces en raison de leur robustesse. En revanche, pour former des ridelles latérales, les lattes en aluminium offrent une excellente

stabilité grâce à leur système rainure-langouette, nettement supérieur au bois. Ce choix entraîne cependant un surpoids d'environ 24 kg par paroi.

Limite des charges en % de la charge utile (avant, latéral, arrière) pour le Code XL



Caractéristiques de la carrosserie renforcée Code XL

- toiture à structure rigide ;
- paroi avant renforcée ;
- ranchers très résistants ;
- lattes (rehausses) encastrables renforcées en bois épais ou en aluminium ;
- bâche particulièrement solide ;
- butée de palettes.



Pas de sangles nécessaires si les conditions suivantes sont respectées en Code XL

- minimum 30% de frottement ($\mu = 0.30$) ;
- chargement bloqué dans le sens de la marche sur $\frac{3}{4}$ de hauteur pour une hauteur de paroi avant > 160 cm (pas d'espaces vides en longitudinal) ;
- largeur du chargement ≥ 240 cm (pas d'espaces vides en transversal) ;
- ≤ 15 cm d'espace entre le chargement et les hayons arrières ;
- ≤ 8 cm d'espace entre le chargement et la paroi latérale ;
- la carrosserie doit être dotée des composantes d'équipements définies par le constructeur.



Pas de sangles.

Toutes les conditions sont respectées.
(Code XL)

$\mu = 0.30$

Rehausses encastrables

Chargement bloqué vers l'avant, les côtés et vers l'arrière.



Dans ce cas, une des conditions n'a pas été respectée et la remorque perd le statut « Code XL »

Les rehausses encastrables renforcées en bois épais ou en aluminium manquent.

Carrosserie renforcée Code XL sans rehausses encastrables

Depuis 2018, il existe des bâches spéciales du fabricant de remorques « Krone » dénommées « Safe Curtain » qui ne nécessitent pas de rehausses encastrables pour garantir un certificat code XL. En effet, ce système est conforme à la norme EN 12642 Code XL.



Selon le fabricant, « Safe Curtain » permettrait de réduire le temps, d'augmenter la sûreté et de faciliter la manutention lors du chargement. En effet, ce système favorise des bâches sans rehausses encastrables qui sont par contre munies de multiples bandes d'acier à ressorts. De plus, ceci permettrait de réduire le poids de 60 kg à 90 kg.

Der Fahrzeugaufbau erfüllt die Anforderungen der:

- DIN EN 12642 Code XL

2. Angaben zur Ausstattung des Fahrzeugs

Der Fahrzeugaufbau ist dann in der Lage, die unter Punkt 4 genannten Ladegüter bei Einhaltung der unter Punkt 3 genannten Ladebedingungen zu sichern, wenn folgende Ausstattungskomponenten vorhanden sind:

		Nachgewiesene max. Prüfkraften (nach DIN EN 12642)
• Stirnwand:	Curtainsider – Krone-Stirnwand	13.500 daN
• Seitenwände:		10.800 daN
• Plane:	Ladungssicherungsplane mit Federstahlstreifen "Safe Curtain"; Planenqualität: Polyester-Trägergewebe / Panama-Qualität; Gewebequalität ca. 850 g/m ² ; Krone Spezifikation MN 601; Schweißgurte (innen) waagrecht und senkrecht bei jeder Rolle/Ratsche; Kippsicherung mit Bremse unten aus rostfreiem Stahl	
• Rungen:	Adaico; 3 pro Seite; gleichmäßig aufgeteilt	
• Einsteckprofile:	nicht notwendig	
• Rückwand:	Krone - Containertür mit 4 Drehstangenverschlüssen	8.100 daN
• Dach:	Krone - Schieberverdeck - Topline II - Krone Diagonalverspannung	

Bien qu'une remorque munie avec le système « Safe Curtain » ne nécessite plus de rehausses encastrables pour garantir les résistances code XL, il faut bien respecter les conditions de chargement prévus par le certificat du constructeur.

Différence entre une carrosserie standard et renforcée

	Carrosserie standard		Carrosserie renforcée
	Code L - 2007	Code L - 2017	Code XL
Paroi avant	40 % max 5000 daN	40 % max 5000 daN	50 %
Paroi latérale Fourgon	30 %	30 % $\geq \frac{3}{4}$ hauteur	40 % $\frac{3}{4}$ de la hauteur
Paroi latérale Savoyarde	24 % panneaux 6 % bâche	24 % panneaux 6 % bâche	40 % $\frac{3}{4}$ de la hauteur
Paroi latérale Tautliner	0 %	15% $\geq \frac{3}{4}$ hauteur	40 % $\frac{3}{4}$ de la hauteur
Paroi arrière	25 % max 3100	25 % max 3100	30 %

Exemple illustrant la différence entre une paroi avant Code L et une paroi avant Code XL (renforcée) :

Soit un camion avec les paramètres suivants :

Arrimage de sécurité (blocage vers l'avant) / $\mu = 0.3$ / angle = 75 ° / Chaîne S_{TF} 2000 daN

25 tonnes de poutre en acier sur 3 rangées. Entre chaque rangée des cales en bois.

Pour sécuriser ce chargement **vers l'avant** avec une **remorque Code L**, **8 chaînes avec un S_{TF} de 2000 daN** sont nécessaires.

Par contre pour sécuriser ce chargement **vers l'avant** avec une **remorque Code XL**, théoriquement aucune chaîne avec un S_{TF} de 2000 daN est nécessaire, mais on doit poser deux chaînes au minimum pour contrer les forces dynamiques dues aux nids de poule (Schlaglöcher) de la chaussée.

Ces deux valeurs comptent que dans le cas d'un arrimage de sécurité.

Si on laisse trop d'espace entre le chargement et la paroi,

14 chaînes S_{TF} 2000 daN sont nécessaires pour sécuriser le chargement de 25 tonnes sur une remorque code L ou XL. Dans ce cas, il n'y a plus aucune différence entre ces deux types de remorques !! **Sans blocage contre la paroi avant, sans utilisation d'une ou plusieurs boucles de tête et sans tapis antidérapant ($\mu = 0,6$), il devient pratiquement impossible d'assurer un arrimage efficace de cette charge.**

N.B. : Cet exemple prend seulement en compte l'arrimage vers l'avant afin d'illustrer la grande importance du blocage vers l'avant. Veuillez noter que les forces latérales sont encore à arrimer le cas échéant.



Illustration de l'exemple précédent par logiciel de calcul (« LaSiBe »)

Paroi avant Code L (blocage).

Berechnung aktuell nach **DIN EN 12195-1:2010**

STF in daN	Zurrwinkel α in °	Anzahl Zurrmittel
2000	75	0

Ladungsgewicht (kg) Zurrpunktbelastbarkeit in daN
 25000 2000

Reibbeiwert (μ) Ladefläche nicht besenrein
 0,3

Fahrzeugnutzlast (kg)
 27000

Formschluss vorne
 Formschluss Seite
 Formschluss hinten

Aufbaubelastbarkeit anwenden:
 Code-L Code-XL Herstellerangabe

Informatorischer Hinweis:
 Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurrmitteln mit 2000 da Vorspannkraft und 75° Zurrwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurrmittel erforderlich:

n Fahrtrichtung:	Zu den Seiten:	Entg. Fahrtrichtung:
8	5	5

Paroi avant Code XL (blocage).

Berechnung aktuell nach **DIN EN 12195-1:2010**

STF in daN	Zurrwinkel α in °	Anzahl Zurrmittel
2000	75	0

Ladungsgewicht (kg) Zurrpunktbelastbarkeit in daN
 25000 2000

Reibbeiwert (μ) Ladefläche nicht besenrein
 0,3

Fahrzeugnutzlast (kg)
 27000

Formschluss vorne
 Formschluss Seite
 Formschluss hinten

Aufbaubelastbarkeit anwenden:
 Code-L Code-XL Herstellerangabe

Informatorischer Hinweis:
 Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurrmitteln mit 2000 da Vorspannkraft und 75° Zurrwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurrmittel erforderlich:

In Fahrtrichtung:	Zu den Seiten:	Entg. Fahrtrichtung:
0	5	5

Paroi avant Code L (sans blocage).

Berechnung aktuell nach **DIN EN 12195-1:2010**

STF in daN	Zurrwinkel α in °	Anzahl Zurrmittel
2000	75	0

Ladungsgewicht (kg) Zurrpunktbelastbarkeit in daN
 25000 2000

Reibbeiwert (μ) Ladefläche nicht besenrein
 0,3

Fahrzeugnutzlast (kg)
 27000

Formschluss vorne
 Formschluss Seite
 Formschluss hinten

Aufbaubelastbarkeit anwenden:
 Code-L Code-XL Herstellerangabe

Informatorischer Hinweis:
 Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurrmitteln mit 2000 da Vorspannkraft und 75° Zurrwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurrmittel erforderlich:

n Fahrtrichtung:	Zu den Seiten:	Entg. Fahrtrichtung:
14	5	5

Paroi avant Code XL (sans blocage).

Berechnung aktuell nach **DIN EN 12195-1:2010**

STF in daN	Zurrwinkel α in °	Anzahl Zurrmittel
2000	75	0

Ladungsgewicht (kg) Zurrpunktbelastbarkeit in daN
 25000 2000

Reibbeiwert (μ) Ladefläche nicht besenrein
 0,3

Fahrzeugnutzlast (kg)
 27000

Formschluss vorne
 Formschluss Seite
 Formschluss hinten

Aufbaubelastbarkeit anwenden:
 Code-L Code-XL Herstellerangabe

Informatorischer Hinweis:
 Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurrmitteln mit 2000 da Vorspannkraft und 75° Zurrwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurrmittel erforderlich:

In Fahrtrichtung:	Zu den Seiten:	Entg. Fahrtrichtung:
14	5	5

Titre IV.- Moyens d'arrimage

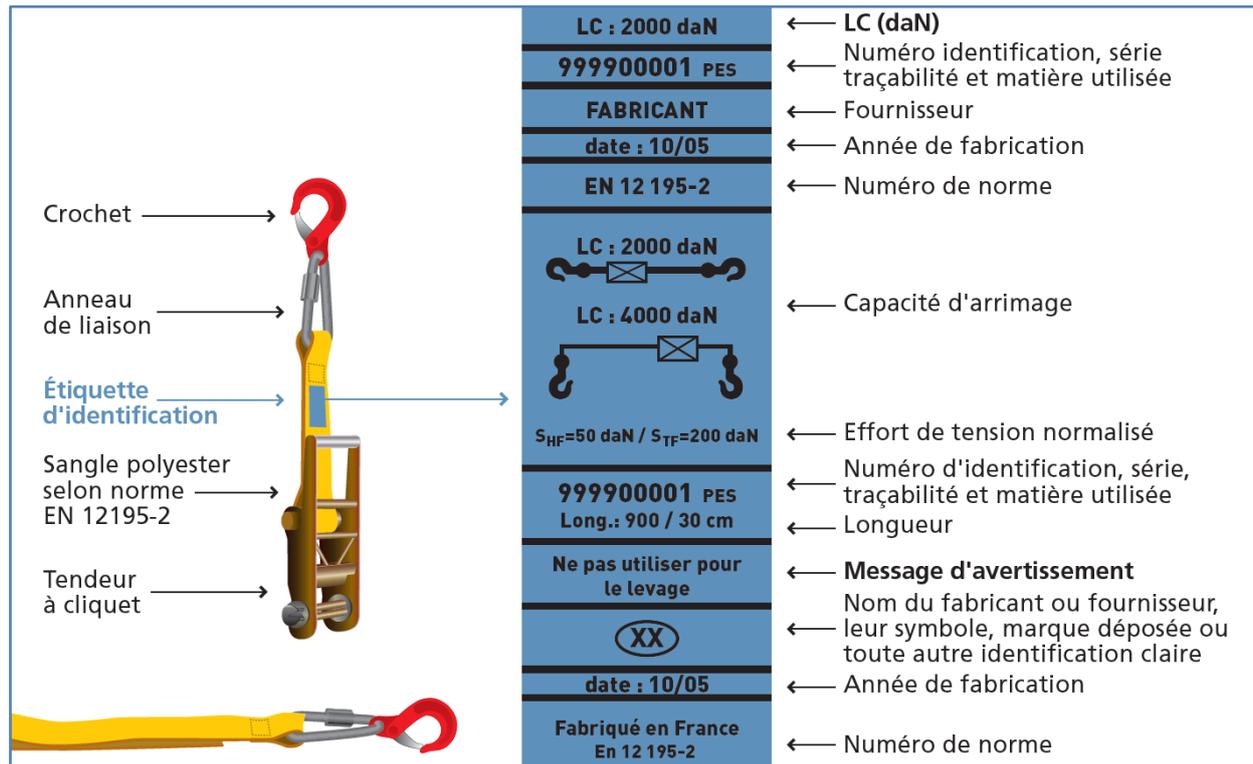
Chapitre 1.- Les sangles en fibre synthétique

Les sangles d'arrimage sont des sangles tissées en fibres synthétiques, généralement associées à un tendeur à cliquet. Elles peuvent être constituées d'un seul élément ou de deux parties.

La sangle est le plus souvent fabriquée en polyester et doit être conforme à la norme EN 12195-2. Il existe également des sangles en polypropylène et en polyamide.

Le tendeur est un dispositif mécanique permettant de mettre la sangle sous tension. Il introduit une force de traction dans le système d'arrimage.

L'étiquette d'identification



L'exemple illustré ci-dessus montre une étiquette type indiquant les principales informations obligatoires. Parmi eux, on peut retrouver les valeurs suivantes :

- **SHF (Standard Hand Force)** : Force manuelle standard appliquée par l'utilisateur pour tendre la sangle. Elle est fixée à 50 daN, ce qui permet une mise en tension correcte sans outil supplémentaire.
- **STF (Standard Tension Force)** : Force de tension générée par la SHF. Cette valeur est essentielle dans le cas de l'arrimage par le dessus, car elle détermine la force de serrage appliquée sur la charge.
- **LC (Lashing Capacity)** : Capacité d'arrimage, exprimée en daN. Elle indique la force maximale supportée en traction droite. En cas d'arrimage en cerclage, cette valeur peut être doublée.

La présentation visuelle, tout comme l'ordre des données ou les pictogrammes utilisés, peut varier d'un fabricant à l'autre. Ainsi l'étiquette peut être :

- pliée en deux ;
- cousue entièrement ou partiellement sur la sangle ;
- protégée dans une pochette plastique ou entre deux couches de tissu.

En cas d'accident grave, si les étiquettes visibles sur la sangle sont illisibles ou arrachées, il est possible de sectionner la dernière. Une étiquette interne, insérée dans la sangle, contient notamment le numéro de série. Ce numéro permet au fabricant de retrouver la valeur STF, ce qui peut s'avérer essentiel dans le cadre d'une enquête post-accident.

Attention aux contrefaçons !

- Sur la sangle, les valeurs doivent être indiquées en daN et pas en kg ;
- Le marquage « CE » ne doit pas être visible ;
- Veillez à ce que les sigles des organismes d'homologations (TÜV, Dekra p.ex.) soient des originaux.

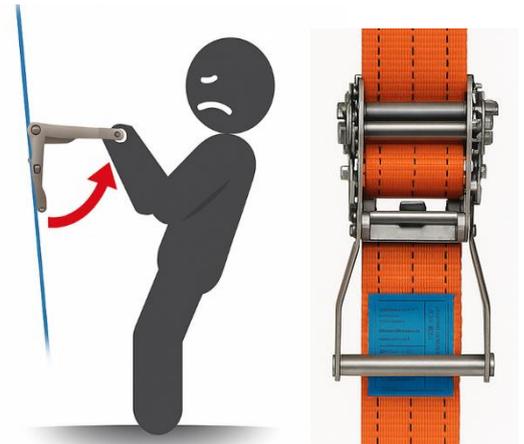
Les tendeurs

Il existe deux types de tendeurs à savoir le tendeur classique et le tendeur à traction.

Le **tendeur à cliquet classique**, aussi appelé tendeur à levier court (« Druckratsche » ou « Kurzratsche »), est actionné par un mouvement de poussée du levier vers l'extérieur, c'est-à-dire vers l'extrémité libre de la sangle (« Losende »).

Ce type de tendeur est particulièrement adapté lorsque l'utilisateur se trouve à la même hauteur que la sangle, par exemple lorsqu'il est debout sur la plateforme du véhicule. Il peut ainsi facilement exercer une pression vers l'avant ou vers le haut pour tendre la sangle.

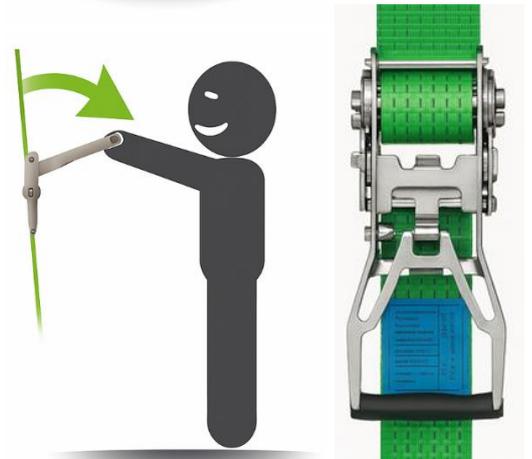
Il est moins coûteux à l'achat mais dispose d'une force de tension STF plus faible, généralement jusqu'à 500 daN maximum.



Le **tendeur ergonomique** (« Zugratsche » ou « Langhebelratsche ») aussi appelé tendeur à traction ou à long levier, fonctionne par un mouvement de traction : l'utilisateur tire le levier vers lui, en direction de l'extrémité fixe de la sangle (« Festende »).

Ce mouvement est plus naturel et ergonomique, notamment lorsque l'on travaille depuis le sol ou en position basse à côté du véhicule, car tirer vers le bas sollicite moins le dos que de pousser vers le haut.

Ce tendeur est plus cher à l'achat mais est plus performant. Ainsi une force de tension STF plus élevée peut être atteinte, jusqu'à 1000 daN.



Astuces pratiques concernant le tendeur

Si une quantité importante de sangle est enroulée dans le tendeur, il devient impossible de desserrer le mécanisme. Au pire des cas, on ne peut plus que couper la sangle. Il est donc important de toujours veiller à ne pas dépasser, en principe, deux à trois tours maximum. Ainsi, le desserrage de la sangle ne pose généralement aucun problème.

Il est fortement recommandé de resserrer les sangles avant d'emprunter la voie publique, notamment après être sorti d'un chantier, d'un champ ou d'une forêt, ou régulièrement pendant un long trajet.

Les vibrations et les mouvements du véhicule peuvent entraîner un relâchement partiel des sangles, compromettant ainsi l'intégrité de l'arrimage.

L'utilisation des sangles d'arrimage

Pour l'utilisation des sangles, les critères suivants doivent être remplis:

- **utiliser** uniquement des sangles d'arrimage **intactes** ;
- **ne pas charger** les sangles d'arrimage **au-delà de leur LC** ;
- **ne pas faire des nœuds** dans les sangles d'arrimage ;
- **ne pas utiliser** les sangles d'arrimage pour le **levage des charges** ;
- **ne pas poser des charges** sur la sangle d'arrimage ;
- **ne pas tendre** les sangles d'arrimage sur des **arêtes vives** ;
- la sangle doit être munie d'une **étiquette de marquage** bien lisible. **Pour les sangles en deux parties, une étiquette sur chaque partie.**

Les sangles d'arrimage ne doivent pas être tendues sur des arêtes vives ou être tendues sur des surfaces rugueuses.

Si les marchandises à transporter présentent de telles surfaces et arêtes, alors les sangles d'arrimage sont à protéger pour éviter l'usure ou le cisaillement.

On peut utiliser des **coins de protection**, des **cornières** ou des **fourreaux de protection**, qui répartissent de manière uniforme l'effort de tension à l'arrimage par le dessus, et permettent ainsi qu'un effort de tension global plus élevé soit atteint.

L'utilisation du **tapis antidérapant** (ou similaire, par exemple un tuyau d'incendie) pour protéger les sangles contre l'usure ou le cisaillement n'est pas recommandée puisque **l'effort de la tension global est moins élevé** qu'avec des coins de protection. Dans des circonstances exceptionnelles ne permettant pas d'autre solution, elle peut cependant être tolérée.

En raison du coefficient de frottement plus élevé du tapis en caoutchouc, la répartition de la force n'est pas aussi bonne des deux côtés. C'est pourquoi il est essentiel de veiller à doubler le nombre de sangles qui auraient autrement été nécessaires pour sécuriser la charge et de répartir les tendeurs de manière uniforme à gauche et à droite.

Lors de l'arrimage en boucle de tête, il est possible de protéger les sangles contre les dommages en utilisant des petits morceaux de tapis antidérapants. Lors de l'arrimage en boucle de tête, les sangles doivent seulement être légèrement tendues contrairement à l'arrimage par frottement où la tension jusqu'aux derniers crans du tendeur à cliquet est décisive pour la force finale exercée par la sangle.

Attention!

Seulement avec des coins ou cornières de protection une répartition équilibrée de l'effort de tension est possible. En plus, les sangles sont protégées contre l'usure et le cisaillement.

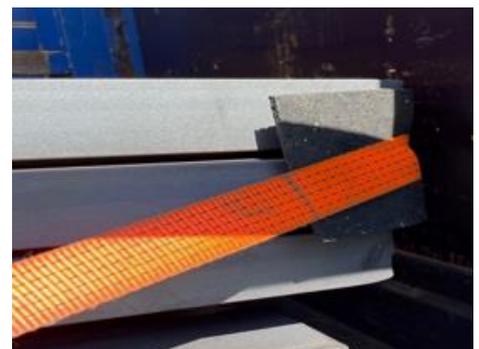
COINS de protection



CORNIÈRES de protection



FOURREAU de protection





Pas de coins de protection.
 Aucun blocage vers toutes les directions.
 Pas de tapis antidérapant.
 Manque étiquette d'identification.
 Seulement 2 sangles, largement insuffisant pour sécuriser 3 tonnes !!

Sont interdits:

- l'installation d'un tendeur sur une arrête ;
- l'utilisation d'une annexe non prévue par le fabricant, risquant de faire dépasser les 50 daN de S_{HF} (Lever).



Le remplacement des sangles:

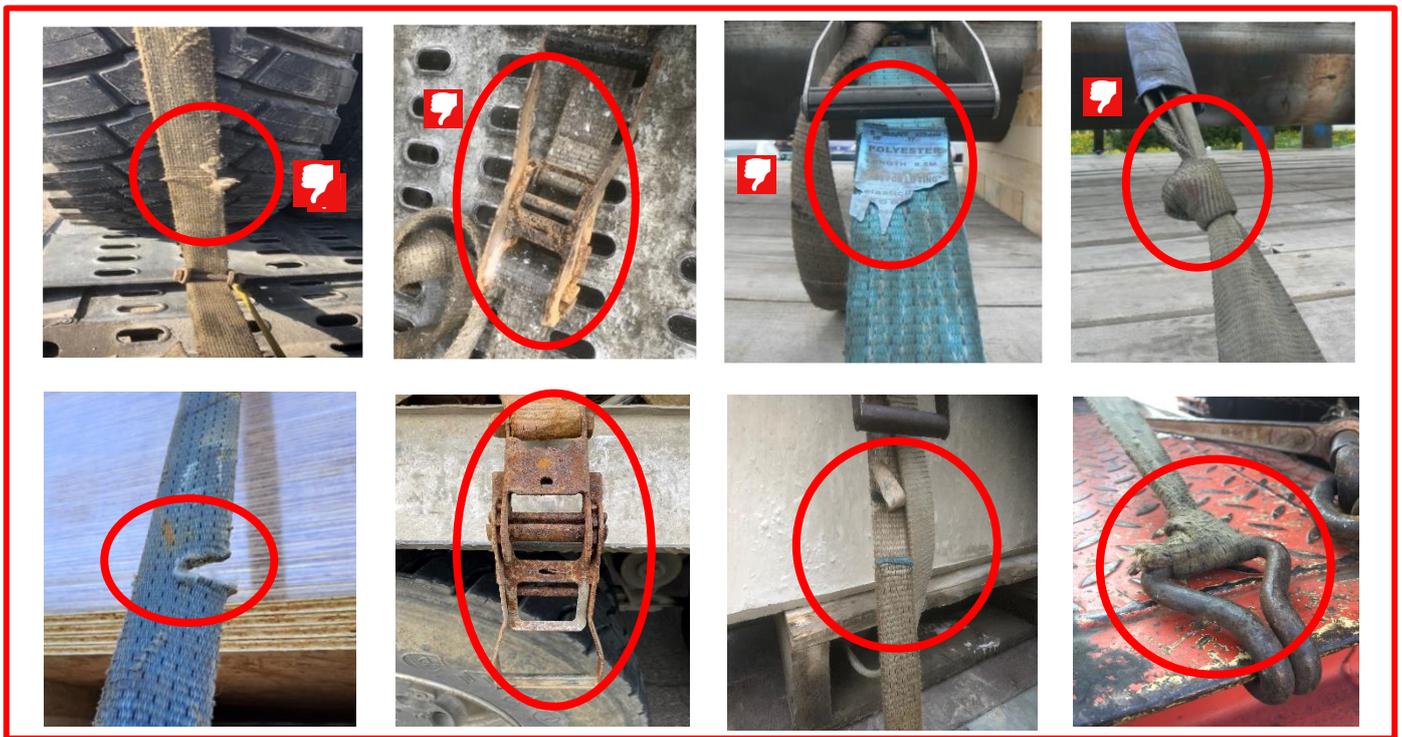
Avant chaque utilisation, les sangles doivent être visuellement contrôlées afin de détecter toute coupure, usure, fissure ou fatigue du matériau. En cas d'utilisation fréquente, une inspection plus approfondie est recommandée au moins une fois par mois. Si du dommage est visible, la sangle doit être retirée et remplacée :

- en cas de ruptures de fibres porteuses ou de coupures de fibres porteuses qui détruisent plus de 10% du tissu ;
- en cas de dommage aux coutures de retenue, ou de déformations résultants de l'exposition à la chaleur ;
- en cas de dommage dû au contact accidentel avec des produits chimiques ;
- en cas de fissures, de déformations importantes, de ruptures ou de traces de corrosion préoccupantes au niveau des tendeurs ou des accessoires de liaison ;
- en cas d'élargissement du bec du crochet de plus de 5% ou en cas de déformation permanente détectable.



Attention !
Si un seul critère de rebut est détecté, la sangle ne peut plus être utilisée.
N.B.: Les sangles d'arrimage n'ont pas de durée de vie limitée, pas de date d'expiration!

Exemples de sangles d'arrimage dont l'état d'usure requiert leur remplacement :



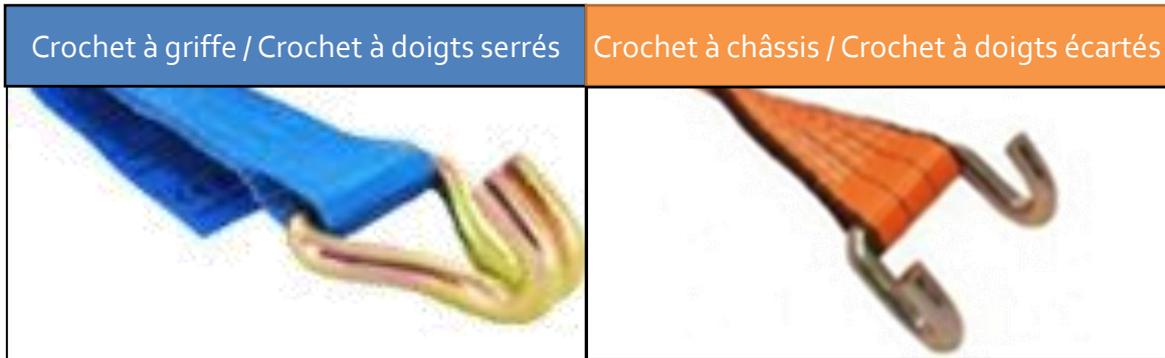
Torsion de sangles

Certains chauffeurs préfèrent ajouter une torsion sur les sangles afin d'éviter des bruits de flottements dus au courant d'air sur un plateau de chargement libre, tandis que d'autres ne peuvent que difficilement éviter ces torsions à cause de la hauteur de la charge transportée, nécessitant le lancement de la sangle. Bien qu'il est recommandé de veiller à ce que les sangles utilisées ne soient pas en torsion, nous n'avons pas pu constater des différences de tension significatives. Toutefois, des torsions sur des coins de la marchandise respectivement des coins de protection sont à éviter. En fin de compte, la tension des sangles jusqu'aux derniers crans du tendeur à cliquet est décisive pour la force finale exercée par la sangle.



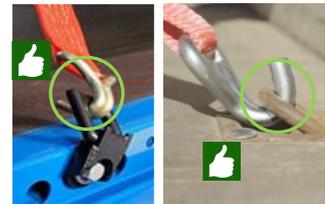
Chapitre 2.- Les crochets

Afin de relier la sangle au véhicule ou à la charge, différents types de crochets sont utilisés, comme les **crochets à griffe (Crochet à doigts serrés)** ou les **crochets de châssis (crochet à doigts écartés)**. Le choix du crochet n'affecte pas la valeur du STF, mais il doit être adapté au point d'ancrage disponible.



L'accrochage du crochet au point d'arrimage peut se faire aussi bien de **l'extérieur** que de **l'intérieur** par rapport au point d'arrimage du véhicule.

L'essentiel est que la charge repose au **fond du crochet**, afin d'assurer une transmission correcte des forces.



Il n'est pas prévu d'enfiler un crochet dans un autre dans le but de rallonger la sangle — cette pratique affaiblit considérablement le système d'arrimage. Pour rallonger une sangle, il faut utiliser des **manilles d'extension** spécialement prévues à cet effet et adaptées à la résistance des points d'arrimages choisis.



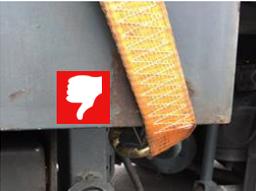
Cependant, il est possible de relier deux crochets entre eux dans le but de regrouper une marchandise sur une palette.

A l'arrimage direct, le crochet de la sangle doit obligatoirement être fixé à **un point d'arrimage** et pas à la carrosserie du véhicule.

A l'arrimage par le dessus, le crochet de la sangle peut être fixé à des éléments porteurs des véhicules comme par exemple des longerons. **Le crochet doit être sollicité dans le fond et non sur la pointe.**

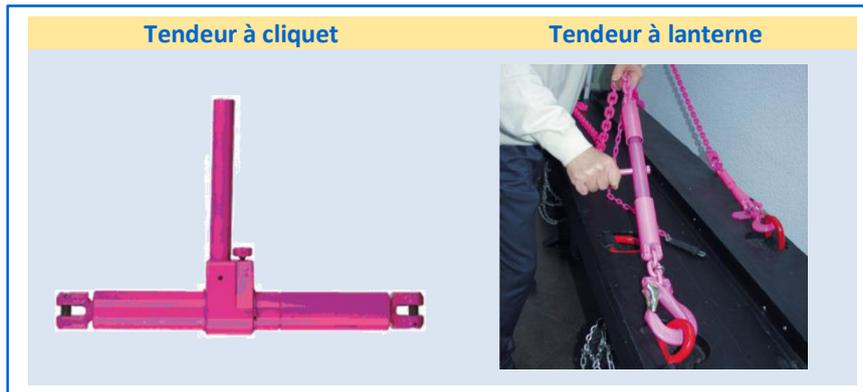
Le bord de rive peut aussi servir de «point d'arrimage» nécessitant l'utilisation des sangles **dotées de crochets de châssis**.



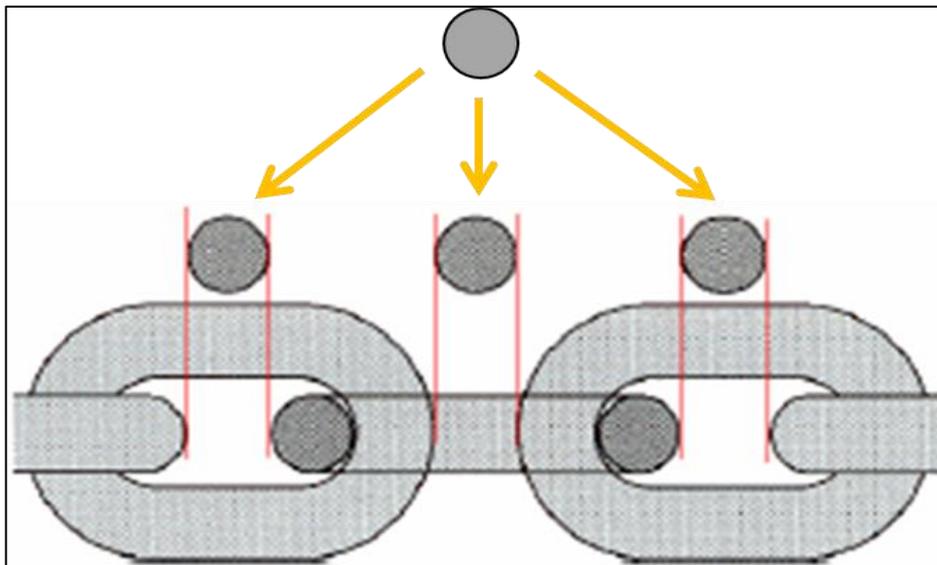
			
<p>Crochet doit être fixé dans le fond et non sur la pointe. Utilisation d'un crochet à griffe au lieu d'un crochet de châssis.</p>	<p>Seulement une pointe du crochet accrochée au châssis.</p>	<p>Dimension de l'anneau trop large pour ce crochet. Le crochet est seulement fixé sur la pointe. Dans ce cas utilisez une manille.</p>	<p>Crochet fixé sur un point d'arrimage non conforme.</p>

Chapitre 3.- Les chaînes

Les chaînes d'arrimage EN 12185-3



Une chaîne d'arrimage est une chaîne en acier rond équipée d'un tendeur à lanterne ou d'un tendeur à cliquet. La fabrication de chaînes d'arrimage requiert un acier qui correspond au moins à la classe de qualité 8 (degré 80). La capacité d'arrimage LC de la chaîne est indiquée sur la plaquette de marquage sous la forme de la « Lashing Capacity ». Cette capacité est exprimée en daN et représente la force maximale pour une utilisation en ligne droite que la chaîne peut supporter. Si la chaîne d'arrimage est utilisée en cerclage, comme dans le cas d'une boucle de tête, sa LC peut doubler.



Pour garantir une résistance optimale, les chaînes d'arrimage doivent être constituées de maillons courts. La longueur intérieure de chaque maillon ne doit pas dépasser trois fois l'épaisseur du fil (section ronde du maillon). Cette exigence assure une répartition uniforme des charges et préserve la solidité de l'arrimage.

Différence de la force d'arrimage entre classe de qualité 8 minimum et classe de qualités 10 et 12 exprimée en daN

Dimension nominale de la chaîne	Classe de qualité 8 LC en daN	Classe de qualité 10 LC en daN	Classe de qualité 12 LC en daN
6 mm	2.200 daN	3.000 daN	3.600 daN
8 mm	4.400 daN	5.000 daN	6.000 daN
10 mm	6.300 daN	8.000 daN	10.000 daN
13 mm	10.000 daN	13.000 daN	16.000 daN
16 mm	16.000 daN	20.000 daN	25.000 daN

Marquage d'une chaîne d'arrimage

La «**Lashing Capacity (LC)**» est exprimée en daN (3.000 daN). C'est la force maximale pour l'utilisation en traction droite de la chaîne peut supporter.



La vignette d'inspection

La vignette d'inspection (plaquette à **droite** sur l'image) n'est pas obligatoire au Luxembourg selon la norme EN 12195-3. Il est conseillé cependant de les faire vérifier annuellement surtout s'il y a lieu d'effectuer des trajets sur territoire allemand, où la norme VDI 2700 est d'application.

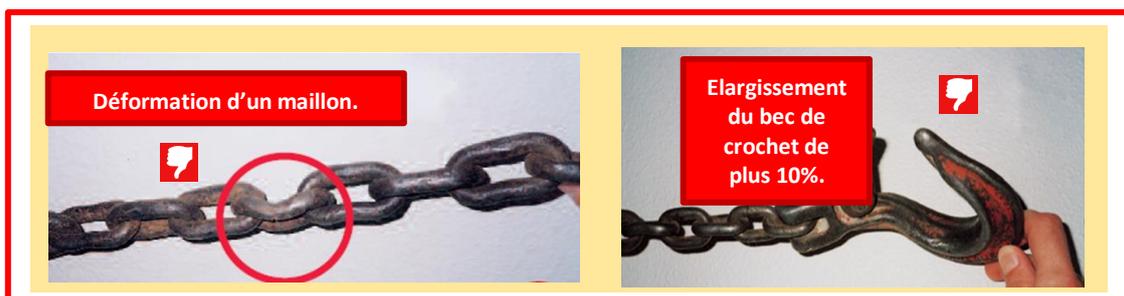


L'utilisation des chaînes d'arrimage

- utiliser des chaînes d'arrimage intactes ;
- ne pas charger les chaînes d'arrimage au-delà de leur LC ;
- ne pas faire de nœuds, ni tordre les chaînes d'arrimage ;
- ne pas utiliser les chaînes d'arrimage pour le levage des charges ;
- ne pas déposer de charges sur la chaîne d'arrimage ;
- ne pas tendre les chaînes d'arrimage sur les arêtes vives ;
- la chaîne d'arrimage doit être munie d'un marquage d'identification (plaquette à **gauche** de l'image);
- les crochets ne doivent pas être sollicités sur la pointe.

Les chaînes d'arrimage requièrent un remplacement :

- en cas d'usure supérieure à 10% du diamètre nominal d'un maillon de chaîne ;
- en cas d'allongement supérieur à 3% du pas d'un maillon de chaîne (seulement en cas d'accident) ;
- en cas de fissures, déformations, traces de corrosion importantes au niveau des tendeurs ou des accessoires de liaison ;
- en cas d'élargissement du bec de crochet de plus de 10%.



Utilisation incorrecte des chaînes d'arrimage



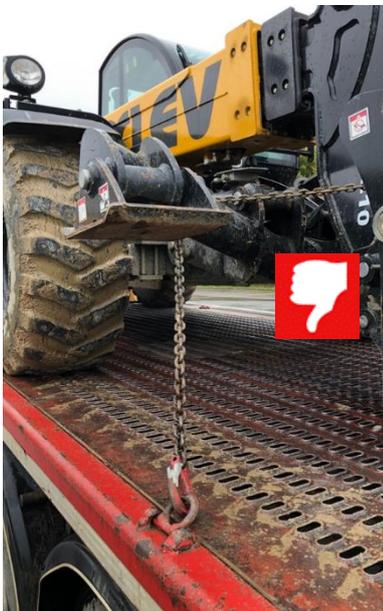
Crochet de raccourcissement attaché au châssis. À l'arrimage direct le crochet de la chaîne doit être fixé sur un point d'ancrage du véhicule.



Crochet mal fixé sur la machine (Seulement sur la pointe du crochet).



Le crochet de la chaîne doit être fixé directement au point d'arrimage.



Une machine lourde est à sécuriser en arrimage direct par 4 chaînes (2 à l'avant et 2 à l'arrière).

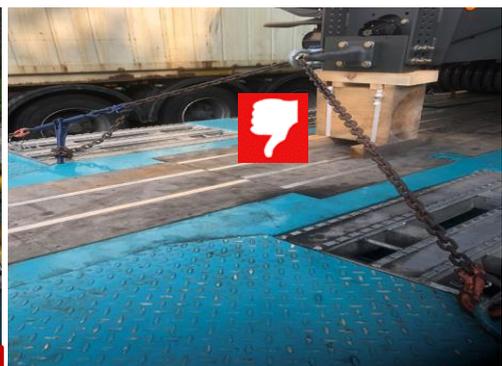
Cette chaîne est mal mise. Dans ces deux cas, une seule chaîne a été utilisée pour arrimer l'engin.



Manque de linguet de sécurité.



Différents systèmes d'arrimage (chaîne, sangle) ne doivent pas être utilisés pour arrimer la même charge car leur comportement et élasticités changent lorsqu'elles sont sollicitées.



La chaîne n'est pas fixée et peut se déplacer dans l'accouplement. À l'arrimage en diagonal, il faut utiliser 4 chaînes. 2 à l'avant et 2 à l'arrière.

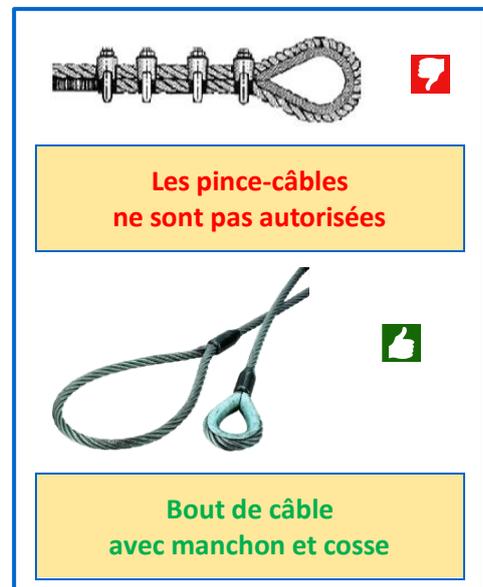
Câbles d'arrimage en acier / EN 12195 - 4

La capacité d'arrimage LC du câble d'arrimage fini en acier résulte du nombre de fils et de torons utilisés. Elle est appelée «Lashing Capacity». Cette capacité est exprimée en daN et représente la force maximale pour une utilisation en ligne droite que le câble peut supporter. Si le câble d'arrimage est utilisé en cerclage, comme dans le cas d'une boucle de tête, sa LC peut doubler.

Diamètre nominal du câble d'arrimage en acier \varnothing en mm	Lashing Capacity (LC) en traction directe en daN
8 mm	1.120 daN
10 mm	1.750 daN
12 mm	2.500 daN
14 mm	3.500 daN
18 mm	5.650 daN
22 mm	8.500 daN

Utilisation de câbles d'arrimage en acier

- utiliser uniquement des câbles d'arrimage en acier intact ;
- ne pas charger les câbles d'arrimage en acier au-delà de leur LC ;
- ne pas faire des nœuds dans les câbles d'arrimage en acier ;
- ne pas utiliser les câbles d'arrimage en acier pour le levage des charges ;
- ne pas déposer de charges sur les câbles d'arrimage en acier ;
- ne pas tendre les câbles d'arrimage en acier sur des arêtes vives ;
- il est interdit d'utiliser des pince-câbles, également dénommés crampons à vis de serrage, pour réaliser des boucles sur des câbles en acier destinés à l'arrimage de charges.

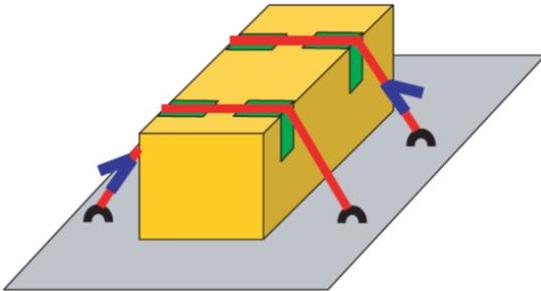


Les câbles d'arrimage en acier doivent être remplacés dans les cas suivants

- en cas d'endommagement du manchon ou de l'épissure ;
- en cas de forte usure ou d'abrasion du câble en acier de plus de 10% du diamètre nominal ;
- en cas d'écrasement du câble en acier de plus de 15% ;
- en cas de fissures, de bris ou de forte corrosion aux tendeurs et accessoires de liaison.

Titre V.- Méthodes d'arrimage

Chapitre 1.- L'arrimage par frottement / par le dessus

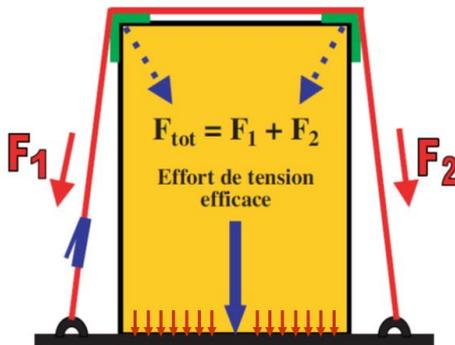


Lors de l'arrimage par frottement / par le dessus, le chargement est comprimé sur le plateau de chargement par les équipements d'arrimage. Cette compression augmente la force de frottement. La force de frottement empêche le glissement du chargement.

Les équipements d'arrimage ne fixent pas le chargement directement, mais augmentent et maintiennent la force de frottement (arrimage par frottement / par le dessus) qui arrime le chargement.

L'équipement d'arrimage qui passe au-dessus du chargement est accroché de part et d'autre au point d'arrimage et est tendu au moyen du tendeur (p.ex. tendeur à cliquet).

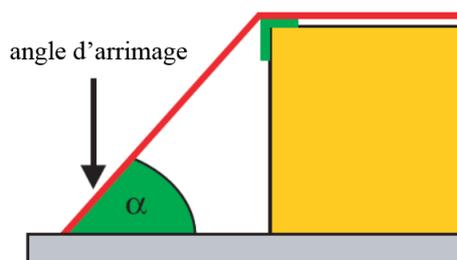
Pour assurer une répartition uniforme de l'effort de tension, on devrait utiliser des coins de glisse et disposer les tendeurs en alternance pour l'arrimage par le dessus.



Effort de tension efficace à l'arrimage par le dessus

Les conditions pour un effort de tension optimal sont notamment:

- S_{TF} élevée du tendeur à cliquet ;
- des coins de glisse / protection (verts) ;
- un angle d'arrimage proche de 90° ;
- un chargement indéformable.



Influence de l'angle d'arrimage alpha α

$\alpha = 90^\circ \rightarrow 100\%$ de S_{TF} est utilisée pour plaquer le chargement sur la plate-forme

$\alpha = 30^\circ \rightarrow 50\%$ de S_{TF} est utilisée pour plaquer le chargement sur la plate-forme.



Influence de l'angle d'arrimage alpha α

$\alpha = 90^\circ \rightarrow 100\%$ de S_{TF}

$\alpha = 60^\circ \rightarrow 85\%$ de S_{TF}

$\alpha = 45^\circ \rightarrow 70\%$ de S_{TF}

$\alpha = 30^\circ \rightarrow 50\%$ de S_{TF}

$\alpha = < 30^\circ \rightarrow 0\%$ de S_{TF}

Si l'angle alpha est petit, il est indispensable d'utiliser des tapis antidérapants.

Différence entre un angle d'arrimage α de 90° et 30°

Exemple 1:

Angle α	90°	30°
Masse	4 tonnes	4 tonnes
Facteur de frottement μ	0.3	0.3
S_{TF}	500 daN	500 daN
Sangles nécessaires	9	17



Perte de 50% de sa capacité en cas de déchirure de 10%.



Perte jusqu'à 75% de sa capacité en cas d'un nœud dans la sangle.

A cause du mauvais angle alpha de 30° , 17 sangles sont nécessaires, alors que seulement 9 sangles sont nécessaires si l'angle alpha est de 90°

Angle de $30^\circ \rightarrow$ Perte de 50% de tension.



Attention !

Lors d'un arrimage sans tapis antidérapant:
 \rightarrow Force de précontrainte maximum



Exemple 2:

Angle α	90°	30°
Masse	4 tonnes	4 tonnes
Facteur de frottement μ	0.6 (tapis antiglisse)	0.6 (tapis antiglisse)
S_{TF}	500 daN	500 daN
Sangles nécessaires	2	4

Même avec un mauvais angle alpha de 30° , en utilisant un tapis antiglisse, seulement 2 sangles supplémentaires sont nécessaires.

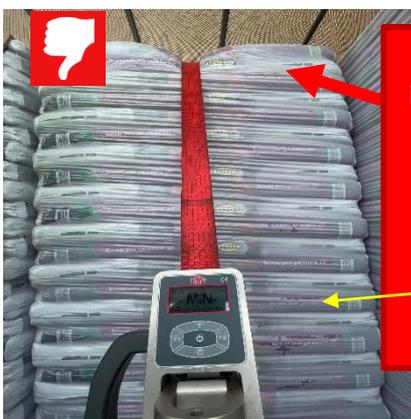
Chargement approprié à un arrimage par le dessus

Les chargements arrimés par frottement ne doivent pas se déformer sous la tension exercée par les équipements d'arrimage. La méthode n'est qu'efficace si l'effort de tension est transmis à travers la charge, ce qui augmente la pression sur la surface d'appui et, par conséquent, le coefficient de frottement.



Valeur pour un calcul par le dessus / frottement.
Cette sangle possède une S_{TF} de 350 daN

Chargement non approprié à un arrimage par le dessus sans coin de protection



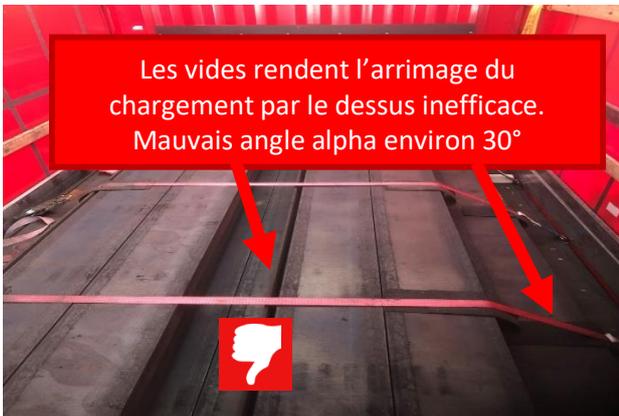
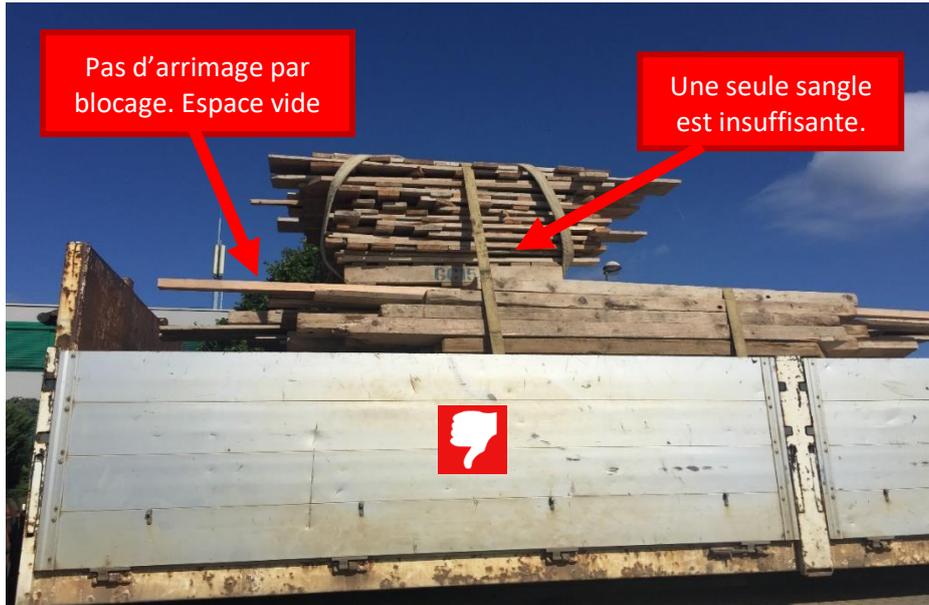
Utilisation indispensable de coins de protection ! Aucune tension a été mesurée sur la sangle par notre tensiomètre.



On peut également utiliser des palettes au lieu des coins de protection pour ne pas déformer et stabiliser la marchandise.

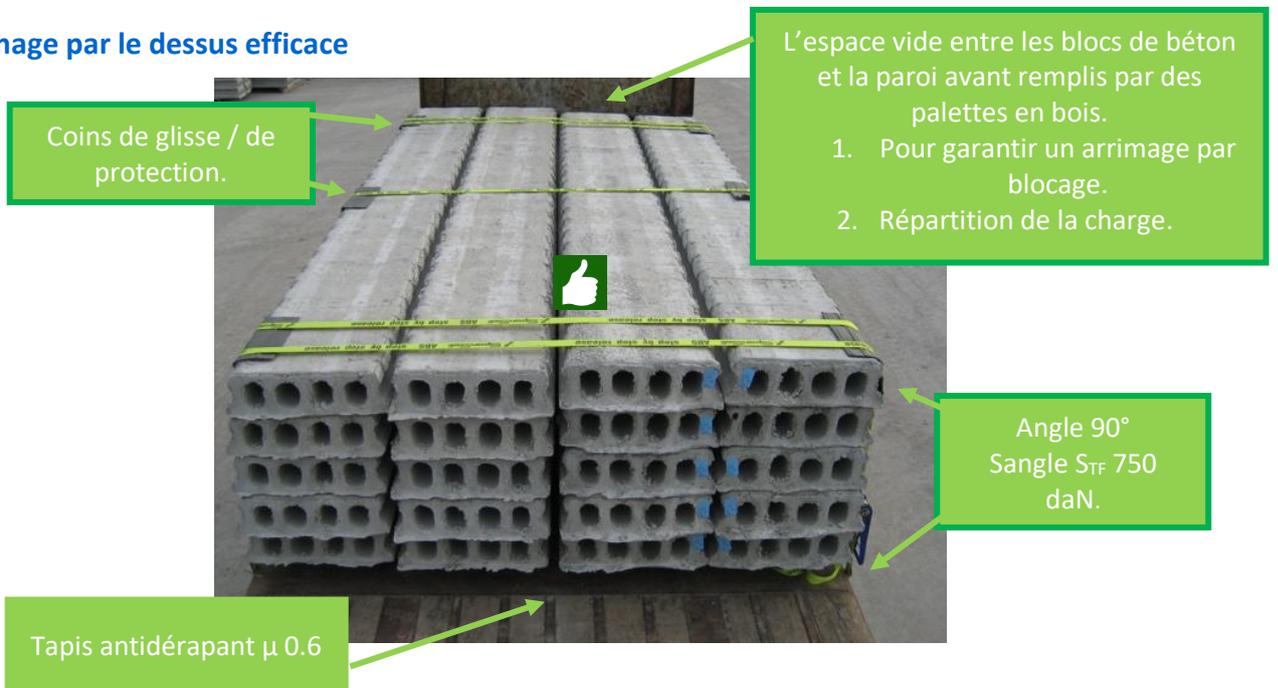


Arrimage par le dessus non conforme

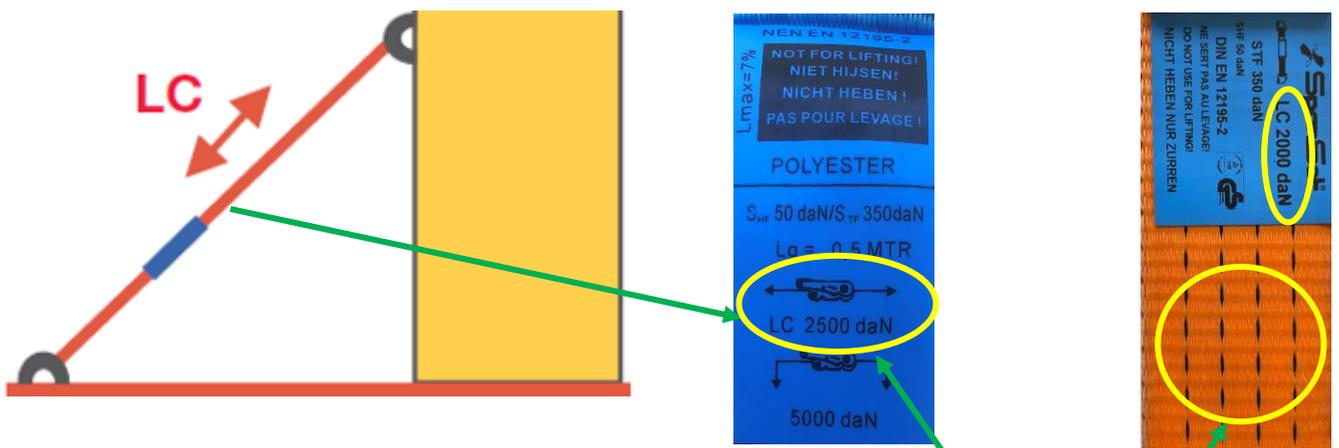


Dans le cas d'un arrimage par blocage, les écarts entre la paroi avant et les parties de chargement comme les palplanches, les poutres, les dalles en béton doivent être réduites au minimum (max. 2cm) pour éviter que le chargement fasse impact contre la paroi. **Un arrimage par blocage est la méthode la plus efficace.**

Arrimage par le dessus efficace



Chapitre 2.- L'arrimage direct



L'arrimage direct est un arrimage de sécurité. Dans ce cas, la Lashing Capacité (LC) capacité d'arrimage de l'équipement d'arrimage est déterminante. **Pour cette sangle LC en direct est de 2500 daN.**

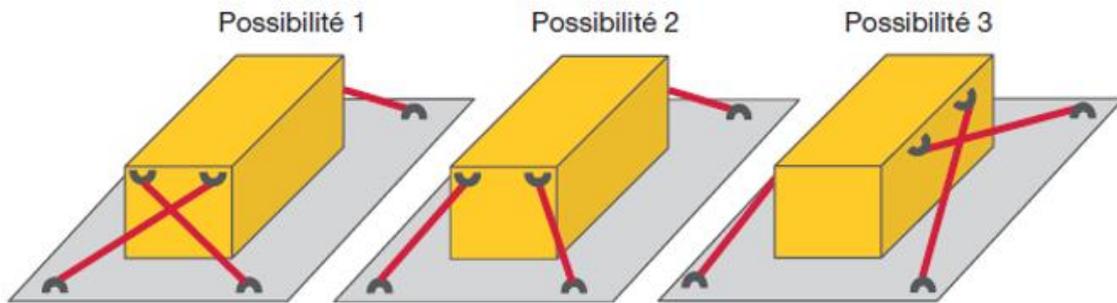
Certains fabricants indiquent la force de traction de leurs sangles **au moyen de lignes pointillées** tissées sur la sangle – chaque ligne représentant 500 daN de capacité de retenue. Ainsi, une sangle comportant quatre lignes pointillées indiquerait une force de traction de **2000 daN.**

Cependant, ce système de marquage **n'est pas utilisé par tous les fabricants.** Il n'est donc pas fiable de se baser uniquement sur le nombre de lignes pour évaluer la résistance d'une sangle.

Le plus sûr est de vérifier directement les informations figurant sur l'étiquette technique de la sangle.

A l'arrimage direct, les équipements d'arrimage retiennent le chargement.

L'arrimage diagonal = 4 moyens d'arrimage



Les possibilités 1 et 2 peuvent être combinées.

Les équipements d'arrimage n'ont pas besoin de se croiser.

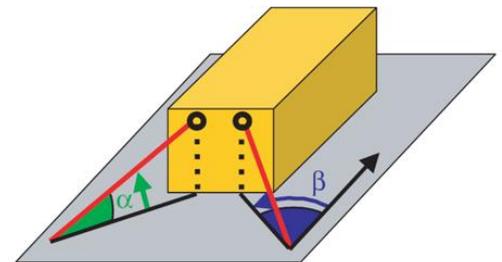
Les angles d'arrimage alpha et beta sont déterminés par la façon dont les équipements d'arrimage sont placés.

Influence des angles d'arrimage alpha et beta

Les angles d'arrimage sont importants, étant donné que chaque équipement d'arrimage retient le chargement dans les deux directions.

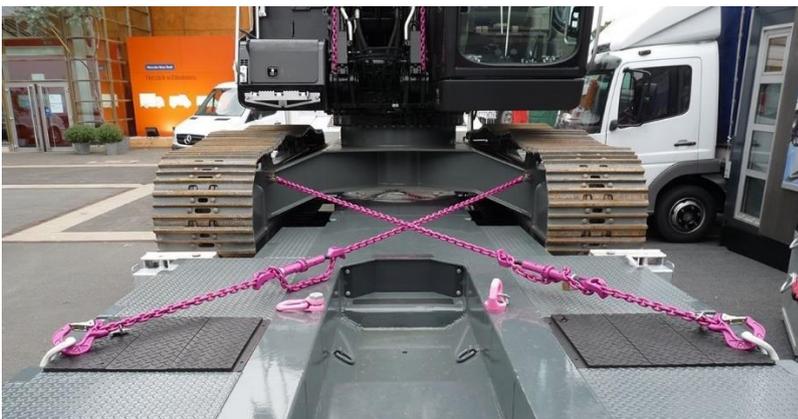
Pour l'arrimage en diagonale, les plages angulaires suivantes sont recommandées.

Alpha: de 20° à 65° **Beta: 15° à 45°**



- pour le calcul de l'arrimage, il est nécessaire de mesurer les deux angles d'arrimage pour chaque équipement d'arrimage.
- des angles d'arrimage défavorables exigent une Lashing Capacity (LC) plus élevée pour arrimer le chargement.

Exemple d'arrimage en diagonale



Il ne faut pas utiliser les chenilles comme point d'attache pour les crochets de chaînes ou sangles sauf si c'est autorisé par le fabricant.



Si le crochet de la chaîne ne peut être fixé directement sur l'engin utilisez des manilles. Ces manilles existent en différentes forces. Bien évidemment, la manille doit être appropriée à la résistance du point d'arrimage choisi.



Pendant le transport les articulations de l'engin doivent être bloquées à l'aide d'une barre (rouge).



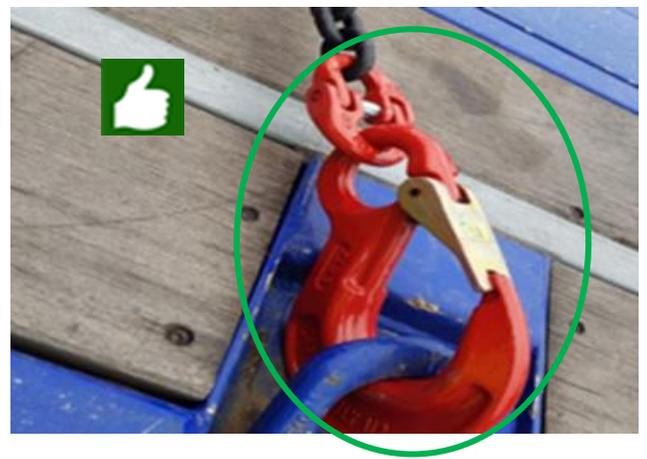
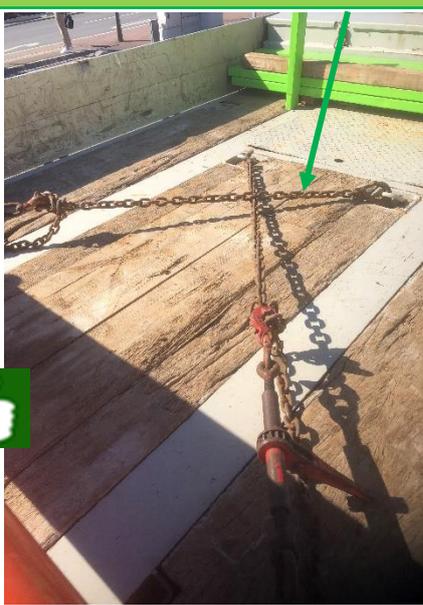
La barre devrait être reliée avec la partie rigide de l'engin. Dans ce cas, pas de blocage des articulations pendant le transport.



Une machine lourde est à sécuriser en arrimage direct par 4 chaînes (2 à l'arrière et 2 à l'avant).
Les plages angulaires sont respectées.

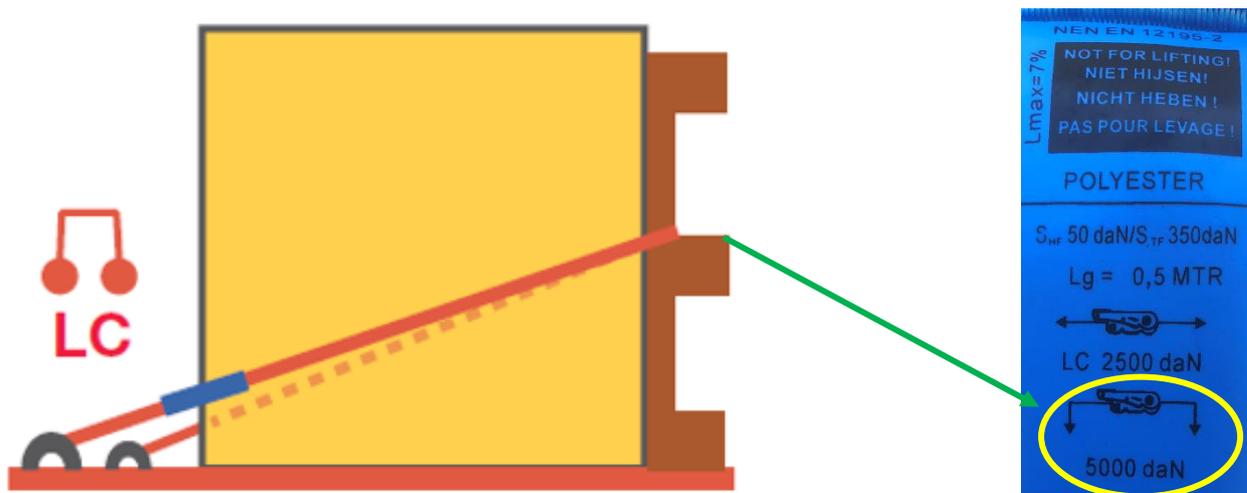


La chaîne ne doit pas être fixée à l'aide du crochet de raccourcissement.
En plus, les plages angulaires ne sont pas respectées.



Chapitre 3.- L'arrimage en boucle

L'arrimage en boucle est une méthode d'arrimage direct.



- Lors de l'arrimage en boucle, aucun point de fixation sur le chargement n'est nécessaire. **La capacité d'arrimage LC en cerclage est déterminante. Pour cette sangle, LC en cerclage est de 5000 daN.**
- Pour toutes les méthodes d'arrimage direct, les équipements d'arrimage ne doivent être tendus que légèrement.
- Lors de l'arrimage en boucle, les équipements d'arrimage sont placés sous forme de boucles à l'avant, à l'arrière ou sur les côtés et sont fixés aux points d'arrimage sur le véhicule.

Boucle de tête

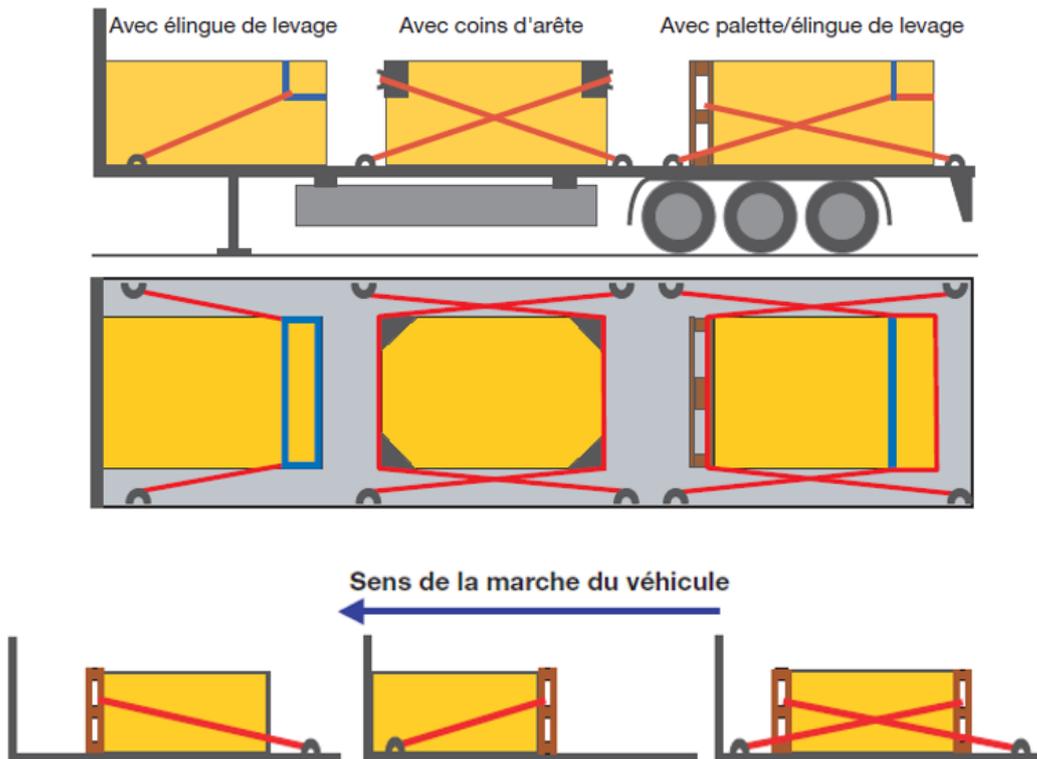
La boucle de tête sert à remplacer la paroi avant ou la paroi arrière lorsque le chargement n'a pas fait l'objet d'un arrimage de sécurité dans le sens longitudinal à cause de la répartition des charges par exemple.

Une boucle de tête peut arrimer le chargement dans le sens de la marche ou dans le sens inverse de la marche.

A la mise en place de la boucle de tête, les équipements d'arrimage sont maintenus dans leur position devant ou derrière le chargement à l'aide d'accessoires. Les équipements d'arrimage doivent impérativement être fixés aux points d'arrimage du véhicule.



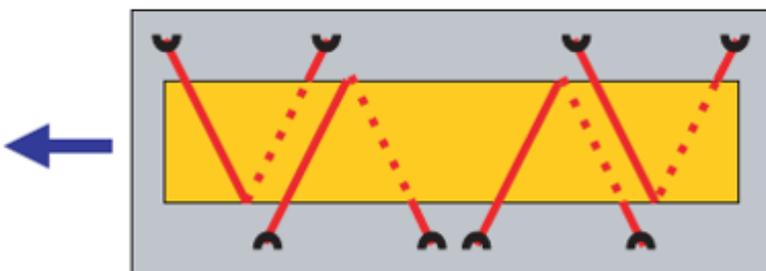
Différentes méthodes (boucle de tête)



Une boucle de tête peut être disposée dans le sens de la marche, dans le sens inverse de la marche, ou bien dans les deux sens pour le même chargement.

Boucle latérale

Vue d'en haut

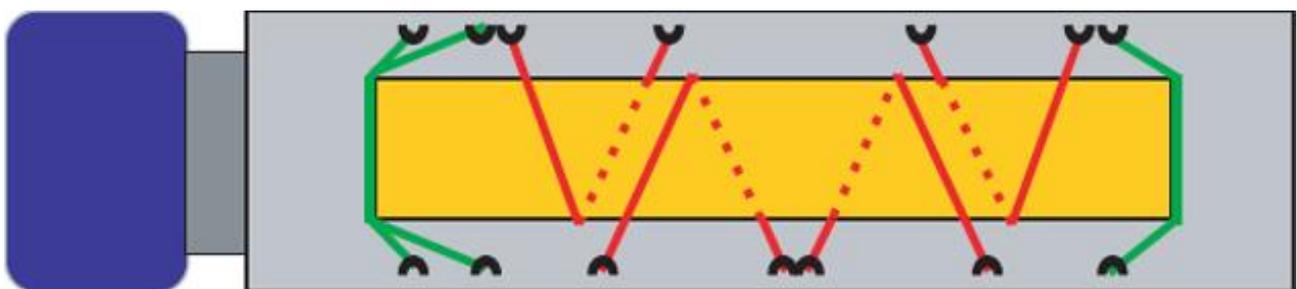


La boucle latérale sert à remplacer la ridelle si l'arrimage de sécurité du chargement vers les côtés s'avère impossible.

Dans le cas de la boucle latérale, les équipements sont disposés autour du chargement et fixés à des points d'arrimage sur le véhicule (**Sangles rouges**).

La boucle latérale peut uniquement arrimer le chargement vers les côtés.

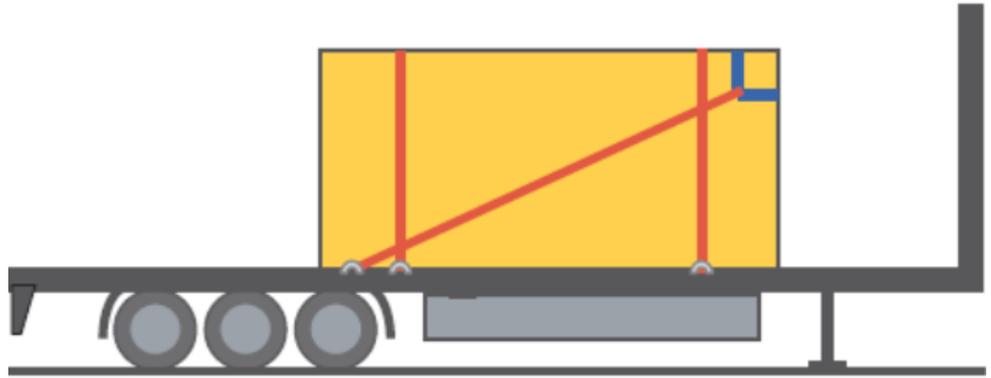
L'arrimage dans le sens de la marche et dans le sens inverse de la marche doit être réalisé séparément (**Sangles vertes**).



Boucle de tête + arrimage par frottement en combinaison

Arrimage combiné :

- Boucle de tête
- Arrimage par le dessus
- Tapis antidérapant



Chapitre 4.- L'arrimage de sécurité / par blocage

Par arrimage de sécurité, on entend le fait de charger les marchandises contre la paroi avant, la paroi arrière et les parois latérales. Si la totalité du plateau de chargement ne présente aucun vide, une structure de carrosserie suffisamment solide peut assurer la sécurité du chargement.

Un plateau avec parois solides code XL est complètement rempli avec du groupage sur euro-palettes.



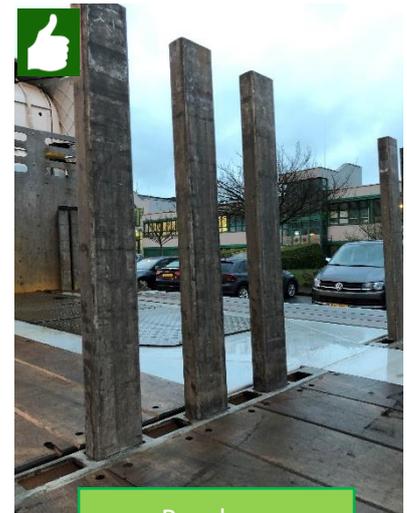
Planches / poutres de blocage pour sécuriser vers l'arrière.

Arrimage combiné :

1. Arrimage par frottement.
2. Arrimage par blocage vers l'avant, vers l'arrière et vers les côtés.



Blocage par un sac de gonflage entre les deux big bags



Ranchers amovibles pour blocage



Pas de blocage vers les côtés et vers l'arrière.



Pas de blocage vers l'avant.

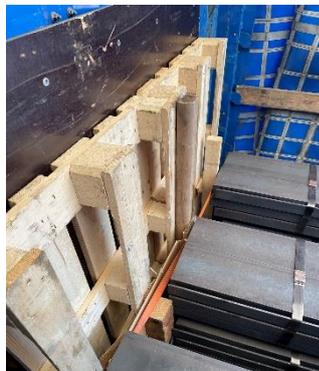


Outils pour combler des vides

Les outils pour combler les vides sont destinés à remplir les espaces intermédiaires et à empêcher le déplacement du chargement.



Planche de blocage



Palettes vides



Poutres en bois



Sacs de gonflage

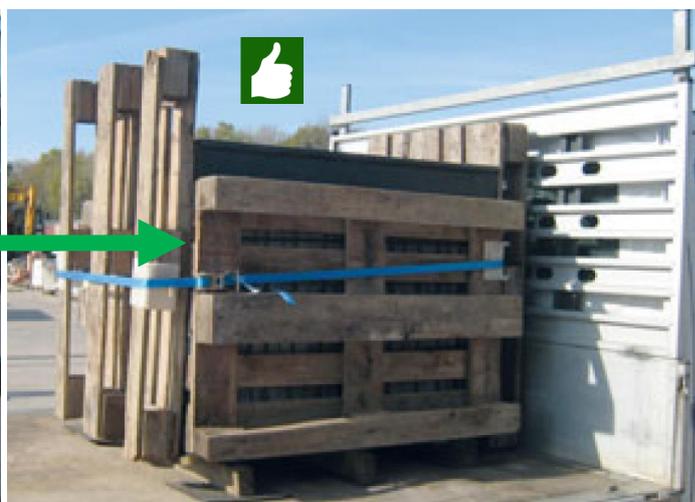
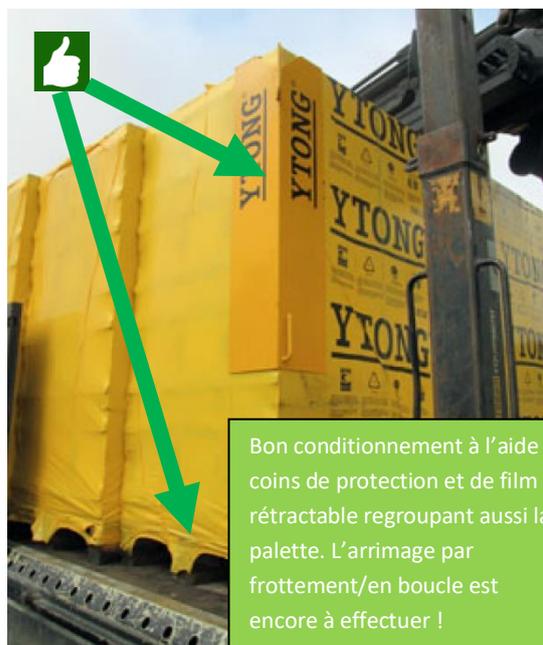


Cales réglables

Conditionnement de la marchandise

Certaines marchandises, telles que des briques transportées sur des palettes, présentent des feuillets de cerclage regroupant les briques. Or, ces feuillets ne suffisent pas pour garantir une unité de charge stable notamment lors d'un freinage à fond. Pour cette raison, ce type de marchandise nécessite un conditionnement particulier qui peut être réalisé à l'aide de coins de protections, l'utilisation de film étirable, de palettes et de sangles.

En cas d'emploi de film étirable (ou de coins de protections) pour le conditionnement, il faut veiller à ce que celles-ci couvrent aussi la palette sur laquelle la marchandise est posée. Le but étant de créer une seule unité de charge stable.



Chapitre 5.- Filets et bâches

Les filets et les bâches sont des outils d'arrimage flexibles. Il est possible de les utiliser pour des arrimages par le dessus et aussi pour bloquer des chargements.



Filets d'arrimage

- les filets d'arrimage sont cousus de sangles en fibres synthétiques et fabriqués en diverses dimensions et ont des limites de charges différentes ;
- peuvent être utilisés pour sécuriser des chargements lourds ;
- la capacité d'arrimage des filets peut varier et devrait être demandée au fabricant.



Filets de recouvrement

Les filets de recouvrement sont appropriés à l'arrimage de **charges légères**. C'est avant tout sur les véhicules plateaux qu'ils peuvent être utilisés pour arrimer les matières isolantes, les ustensiles de travail ou de petits objets.



Bâche d'arrimage

Les bâches d'arrimage peuvent être utilisées pour sécuriser des **chargements lourds**. La capacité d'arrimage devrait être demandée auprès du fabricant.



Bâche de recouvrement

Les bâches de recouvrement peuvent être mises sur les conteneurs, les bennes ouvertes transportant par exemple du sable ou des matières de recyclage. **Les bâches évitent que ces produits soient emportés par le vent.**



Chapitre 6.- Cas pratique : comment rectifier un arrimage insuffisant sur place ?

Prenons l'exemple du transport ci-dessous disposant d'un arrimage insuffisant :

Charge	22 tonnes de poutres en acier
Sangles appliquées	8 sangles d'une STF de 750 daN, angle α de 35°
Blocage(s) présent(s)	Pas de blocage ni dans le sens de la marche, ni latéralement, ni vers l'arrière
Résistance de la remorque	EN 12 642 – Code L
Coefficient de frottement estimé	0,3 (absence de tapis antidérapant)
Charge utile du véhicule	27 tonnes
Résistance des points d'arrimage de la remorque	2000 daN
Matériel disponible	2 palettes, 8 sangles (STF 750 daN, LC 2500), quelques morceaux de bois



DIN EN 12195-1:2011 VDI 2700 - Blatt 2

Berechnung aktuell nach **DIN EN 12195-1:2011**

STF in daN	Zurwinkel α in °	Anzahl Zurmittel
<input type="text" value="750"/>	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="8"/>

Ladungsgewicht (kg) Reibbeiwert (μ)

Zurpunktbelastbarkeit in daN Fahrzeugnutzlast (kg)

Ladefläche nicht besenrein

Aufbaubelastbarkeit anwenden:

Code-XL Code-L Herstellerangabe

Formschluss vorne

Formschluss Seite

Formschluss hinten

Blockierung vorne Schlingenzurrung vorne + Anzahl

Blockierung seitlich Schlingenzurrung Seite + Anzahl

Blockierung hinten Schlingenzurrung hinten + Anzahl

Wähle Reibbeiwert μ Protokoll drucken

Checkliste erstellen Kippt die Ladung ?

Beende Programm

Ergebnisbereich der Berechnungen (auf ganze Stellen gerundet)

In Fahrtrichtung	seitlich	hinten	
<input type="text" value="22000"/> kg	<input type="text" value="22000"/> kg	<input type="text" value="22000"/> kg	Masse (m)
<input type="text" value="17266"/> daN	<input type="text" value="10791"/> daN	<input type="text" value="10791"/> daN	Trägheitskraft
<input type="text" value="6475"/> daN	<input type="text" value="6475"/> daN	<input type="text" value="6475"/> daN	Reibungskraft als Folge der Vertikalkraft
<input type="text" value="0"/> daN	<input type="text" value="0"/> daN	<input type="text" value="0"/> daN	Sicherungskraft Fahrzeugaufbau
<input type="text" value="0"/> daN	<input type="text" value="0"/> daN	<input type="text" value="0"/> daN	Sicherungskraft Blockiereinrichtung
<input type="text" value="0"/> daN	<input type="text" value="0"/> daN	<input type="text" value="0"/> daN	Sicherungskraft Schlingenzurrung
<input type="text" value="1652"/> daN	<input type="text" value="1877"/> daN	<input type="text" value="1877"/> daN	Sicherungskraft Niederzurrung
<input type="text" value="9139"/> daN	<input type="text" value="2439"/> daN	<input type="text" value="2439"/> daN	Fehlende Sicherungskraft

Ladungssicherung-Berechnungsprogramm nach DIN EN 12195-1:2011 oder VDI 2700 Blatt 2:2014

Informatorischer Hinweis:

Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurmitteln mit daN Vorspannkraft und ° Zurwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurmittel erforderlich:

In Fahrtrichtung:	Zu den Seiten:	Entg. Fahrtrichtung:
45	11	11

Après introduction des valeurs dans le logiciel d'arrimage, nous constatons le **manque de 45 sangles** pour arrimer les forces restantes dans le sens de la marche et de 11 sangles latéralement et vers l'arrière. Rappelons que dans le sens de la marche, la force d'inertie représente 80% du poids tandis que latéralement et vers l'arrière il s'agit de 50%. Bien évidemment, le nombre de 45 sangles est très difficile à appliquer en réalité non seulement à cause de points d'arrimages limités mais aussi le défaut d'autant de sangles à bord du véhicule.

Le déficit immense de sangles à appliquer s'explique notamment par un manque de blocage vers l'avant avec la paroi frontale (espace libre de 20-30 cm) et à cause d'un angle des sangles peu favorable de 35°, donc très plat et non optimal. Un tel angle réduit fortement l'efficacité de la tension appliquée, ce qui conduit à une augmentation significative du nombre de sangles nécessaires.

1^{ère} tentative de résolution – blocage de la charge

Comme le problème principal est l'espace libre entre la charge et la paroi, nous essayons d'abord de rectifier le manque d'arrimage par l'application d'un blocage en comblant l'espace précité. Afin de confirmer notre bonne démarche, nous saisissons le logiciel d'arrimage :

Berechnung aktuell nach DIN EN 12195-1:2011

STF in daN: 750 Zurwinkel α in °: 35 Anzahl Zurrmittel: 8

Ladungsgewicht (kg): 22000 Reibbeiwert (μ): 0,3

Zurrpunktbelastbarkeit in daN: 2000 Fahrzeugnutzlast (kg): 27000

Code-L

Ergebnisbereich der Berechnungen (auf ganze Stellen gerundet)			
In Fahrtrichtung	seitlich	hinten	
22000 kg	22000 kg	22000 kg	Masse (m)
17266 daN	10791 daN	10791 daN	Trägheitskraft
6475 daN	6475 daN	6475 daN	Reibungskraft als Folge der Vertikalkraft
5000 daN	0 daN	0 daN	Sicherungskraft Fahrzeugaufbau
0 daN	0 daN	0 daN	Sicherungskraft Blockiereinrichtung
0 daN	0 daN	0 daN	Sicherungskraft Schlingenzurrung
1652 daN	1877 daN	1877 daN	Sicherungskraft Niederzurrung
4139 daN	2439 daN	2439 daN	Fehlende Sicherungskraft

Informatorischer Hinweis:
 Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurrmitteln mit **750 daN** Vorspannkraft und **35°** Zurwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurrmittel erforderlich:
 In Fahrtrichtung: **21** Zu den Seiten: 11 Entg. Fahrtrichtung: 11

Un arrimage de sécurité (blocage) est la méthode de sécurité de chargement la plus importante et la plus efficace pour tous les chargements et elle doit être utilisée dans la mesure du possible, en particulier pour les poutres ou autres charges très lourdes. En effet, il faut également faire attention à veiller à ce que la **répartition de la charge soit adéquate** et que **la remorque ait la résistance structurale nécessaire !**

Dans ce cas, la répartition de la charge ne joue pas un rôle. Nous continuons donc avec la résistance structurale. En cas de blocage dans le sens de la marche utilisant la paroi frontale dans une remorque de type **Code L**, 5000 daN maximum peuvent être retirées des forces à arrimer. Ces 5000 daN représentent la résistance maximale de la paroi frontale de type Code L. Ainsi, malgré le blocage, encore **21 sangles** doivent encore être appliquées selon le logiciel dans le sens de la marche.

2^{ème} tentative de solution – l'arrimage en boucle de tête

Ayant constaté dans notre logiciel que le blocage lui seul ne suffit pas à maîtriser les forces à arrimer dans le sens de la marche et les forces latérales ainsi qu'en arrière restants à arrimer, nous envisageons l'installation supplémentaire d'arrimages en boucle de tête. Il convient de noter qu'on utilise deux sangles vers l'avant respectivement vers l'arrière à cause du fait qu'on fait face à 2 deux rangées de poutres. Voici la configuration envisagée :

- 2 sangles vers l'avant ;
- 2 sangles vers l'arrière ;
- 1 sangle vers la gauche ;
- 1 sangle vers la droite.

Voici la saisie des données des sangles dans notre logiciel de calcul d'arrimage:

Input Fields (Left Panel):

- STF in daN: 750
- Zurwinkel α in °: 35
- Anzahl Zurmittel: 8
- Ladungsgewicht (kg): 22000
- Reibbeiwert (μ): 0,3
- Zurpunktbelastbarkeit in daN: **2000** (1)
- Fahrzeugnutzlast (kg): 27000
- Blockierung vorne: Schlingenzurrung vorne + Anzahl: 2000 / 2
- Blockierung seitlich: Schlingenzurrung Seite + Anzahl: 2000 / 1
- Blockierung hinten: Schlingenzurrung hinten + Anzahl: 2000 / 2

Calculation Results (Right Panel):

In Fahrtrichtung	seitlich	hinten	Masse (m)
22000 kg	22000 kg	22000 kg	
17266 daN	10791 daN	10791 daN	Trägheitskraft
6475 daN	6475 daN	6475 daN	Reibungskraft als Folge der Vertikalkraft
5000 daN	0 daN	0 daN	Sicherungskraft Fahrzeugaufbau
0 daN	0 daN	0 daN	Sicherungskraft Blockiereinrichtung
8000 daN	4000 daN	8000 daN	Sicherungskraft Schlingenzurrung
1652 daN	1877 daN	1877 daN	Sicherungskraft Niederzurrung
0 daN	0 daN	0 daN	Fehlende Sicherungskraft

Bottom Right Panel:

Informatorischer Hinweis:
 Falls die fehlenden Sicherungskräfte durch Niederzurrung mit Zurmitteln mit **750 daN** Vorspannkraft und **35°** Zurwinkel aufgebracht werden sollen, sind folgende Zurmittel erforderlich: **2**

Summary Table:

In Fahrtrichtung:	Zu den Seiten:	Entg. Fahrtrichtung:
0	0	0

1. Bien que la sangle dispose d'une LC de 2500 daN, il faut considérer la résistance des points d'arrimage d'uniquement 2000 daN. En effet, il convient toujours de se baser sur la valeur la plus faible des deux.
2. Il se trouve maintenant que l'arrimage est suffisant pour maîtriser les poutres dans tous les sens.

Nous procédons dès lors à l'installation des moyens d'arrimage abordés. En fin de compte, nous obtenons l'arrimage combiné suivant:

Méthode d'arrimage	Matériel utilisé
Blocage	Vers l'avant grâce à deux euro-palettes et latéralement quelques morceaux de bois entre les poutres. 
Arrimage par frottement	8 sangles par le dessus de 750 STF déjà appliquées. 
Arrimage par boucle de tête	6 sangles d'un LC de 2500 daN (2 vers l'avant respectivement vers l'arrière, 2 latéralement). 

Grâce à ce dispositif, nous avons assuré deux fois l'arrimage des poutres en acier vers l'avant, une fois par une double boucle de tête et une fois en créant un blocage. **Cette combinaison de méthodes d'arrimage devrait être utilisée en particulier pour les remorques avec une structure de carrosserie Code L Norme 12642¹**, car celles-ci ne possèdent qu'une paroi avant qui ne peut retenir que 5000 daN selon la norme.

Une double boucle de tête vers l'avant peut retenir jusqu'à 8000 daN (2x4000). Cette valeur peut encore être augmentée, si les points d'arrimage sont supérieurs à 2000 daN sur la remorque.

Attention : Il faut toujours prendre la valeur la plus faible pour le calcul et faire en sorte que plusieurs boucles ne se font pas sur les mêmes points d'arrimage dont la LC ne peut supporter qu'une seule boucle! Bien évidemment, si la LC d'un point d'arrimage est élevée et peut supporter plusieurs boucles, il n'existe pas de contre-indication.

Comme on peut le constater, la rectification à posteriori de l'arrimage lorsque la charge a déjà été placée sur le véhicule peut s'avérer difficile. Le mieux est de prévenir ce scénario en faisant en sorte d'avoir un blocage dès le début (si possible) et d'utiliser des tapis antidérapants lors du chargement. En effet, dans ce cas, si un blocage aurait été fait, aucune sangle supplémentaire aurait été nécessaire et même sans blocage, seulement 3 sangles supplémentaires devraient être appliquées.

¹ Cette méthode reste essentielle, même avec une remorque Code XL, lorsque la charge est lourde, longue et étroite : malgré un blocage, le contact avec la paroi frontale reste ponctuel, ce qui peut entraîner sa déformation, voire sa perforation (cf. page 29)

Titre VI.- Transports sur camions et arrimage requis

Chapitre 1.- Transport de matériaux en vrac

Voici sur les deux prochaines pages, une liste avec des produits d'origine naturelle, artificielle et divers qui doivent être bâchés ou non lors d'un transport. La liste n'est pas exhaustive, elle relève une grande partie des matières transportées en vrac. Si la matière à transporter est poussiéreuse ou volatilisante, elle doit être, conformément au Code de la route, transportée sous couverture.

L'institut de Formation Sectoriel du Bâtiment en collaboration avec l'Administration des Douanes et Accises, la Police Grand-Ducale, l'Organisme de formation continue MAWI, Groupement des entrepreneurs, Fédérations des entreprises de construction et de génie civile et par le conseil pour le développement de la Construction économique ont publié cette liste.

Produits d'origine naturelle

MATÉRIAUX		NATURE	MODE DE TRANSPORT	
			BÂCHÉ	NON BÂCHÉ
SABLES NON LAVÉS	0/1, 0/2, 0/3, 0/4	Calcaire	x	
		Dolomie	x	
		Grès jurassique	x	
		Porphyre	x	
		Basalte	x	
SABLES LAVÉS	0/1, 0/2, 0/3, 0/4	Alluvionnaire	x	
		Calcaire	x	
		Dolomie	x	
		Porphyre	x	
		Basalte	x	
GRAVIERS NON LAVÉS	4/8, 4/16, 8/11, 8/16, 8/22, 8/32, 11/16, 16/22, 16/32	Calcaire	x	
		Dolomie	x	
		Grès jurassique	x	
		Porphyre	x	
		Basalte	x	
GRAVIERS LAVÉS	2/8 4/8, 4/16, 8/11, 8/16, 8/22, 8/32, 11/16, 16/22, 16/32	Toutes natures	x	
		Alluvionnaire		x
		Calcaire		x
		Dolomie		x
		Grès jurassique		x
		Porphyre		x
GRAVES	0/8, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/100, 0/150, 0/250 0/250 TOUT-VENANT MOSELLE	Alluvionnaire	x	
				x
GRAVES	0/8, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/100, 0/150, 0/250	Calcaire	x	
		Dolomie	x	
		Grès jurassique	x	
		Porphyre	x	
		Basalte	x	
MATÉRIAUX NATURELS DIVERS	Terre végétale tamisée 0/16		x	
	Terre végétale tamisée 16/80			x
	Terre végétale brute non tamisée		x	
	Terre de compost		x	
	Terre humifère		x	
	Argile et marnes (sols cohérents)			x
	Sols meubles (sableux)			x
	Déblai d'excavation non poussiéreux			x

Produits d'origine artificielle

MATÉRIAUX		NATURE	MODE DE TRANSPORT	
			BÂCHÉ	NON BÂCHÉ
SABLES NON LAVÉS	0/2, 0/3, 0/4	Laitier de haut-fourneau	x	
		Laitier granulé	x	
GRAVIERS NON LAVÉS	4/8, 4/16, 8/11, 8/16, 8/22, 8/32, 11/16, 16/22, 16/32	Laitier de haut-fourneau		x
		Laitier de four électrique		x
GRAVIERS LAVÉS	4/8, 4/16, 8/11, 8/16, 8/22, 8/32, 11/16, 16/22, 16/32	Laitier de haut-fourneau		x
		Laitier de four électrique		x
GRAVES	0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/100, 0/150, 0/250	Laitier de haut-fourneau	x	
GRAVE-LAITIER	0/32 (toujours humide)			x
GRAVE À PARTIR DE BÉTON	0/32 (toujours humide)			x

Produits d'origine divers

MATÉRIAUX DIVERS EN VRAC	MODE DE TRANSPORT	
	SOUS COUVERTURE	SANS COUVERTURE
Copeaux d'écorces	Bâche	
Déchets verts	Bâche / filet à maille fine	
Bois broyé	Bâche	
Sciure de bois	Bâche	
Copeaux de bois	Bâche	
Engrais	Bâche	
Céréales	Bâche	
Déchets de papiers	Filet	
Déchets de cartons	Filet	
Déchets de plastique	Filet	
Déchets de polystyrène	Filet	
Déchets de styrodur	Filet	

Conditions à respecter pour le transport en vrac

Conditions techniques

La benne doit être étanche.

Le hayon arrière et les ridelles doivent présenter une étanchéité suffisante pour empêcher le chargement de sortir de la benne et de tomber sur la chaussée.

Les fermetures et sécurités des hayons et ridelles doivent être fonctionnelles et empêcher une ouverture involontaire.



Le hayon est étanche et ferme convenablement

Conditions de propreté.

Après le chargement ou le déchargement du véhicule et avant d'emprunter la voie publique, le conducteur du véhicule est dans l'obligation :

- D'enlever à la brosse ou à la pelle toutes les saletés qui se sont éventuellement déposées sur les différentes parties du véhicule comme p.ex. les garde-boues, les pare-chocs, les ridelles, le timon, le châssis, etc. et qui risquent de tomber sur la chaussée à cause du vent et des vibrations ;
- De couvrir le chargement s'il transporte une matière pouvant être emportée par le vent.



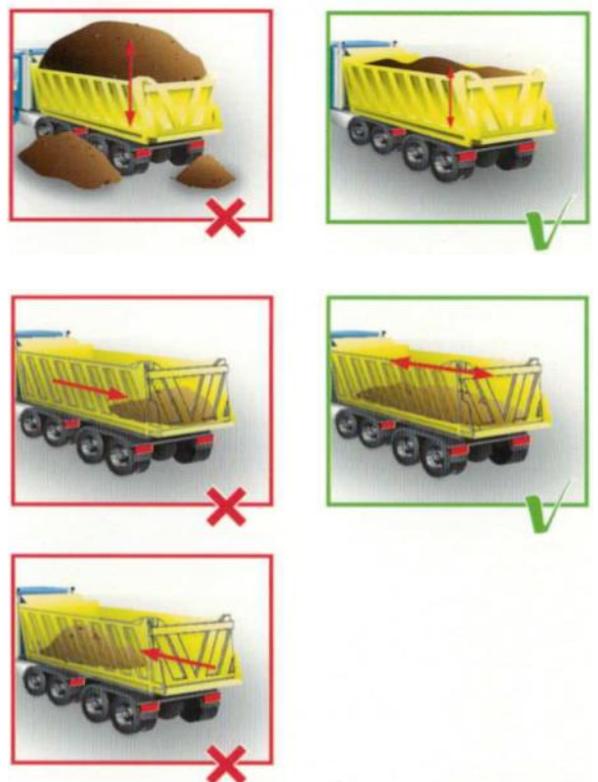
Conditions de chargement.

La capacité utile (volume) de la benne ne doit pas être dépassée.

La MMA du véhicule (masse maximale autorisée) ne doit pas être dépassée. Les masses maximales autorisées des essieux ne doivent pas être dépassées respectivement rester inférieure au seuil fixé.

Le centre de gravité du chargement doit se trouver sur l'axe longitudinal du véhicule et doit se trouver aussi bas que possible.

Même pour les chargements partiels, on doit veiller à une répartition proportionnelle du poids sur les essieux



Chapitre 2.- Le tapis antidérapant

Les tapis antidérapants sont des tapis noirs en granulat de caoutchouc. Leur confection est faite à partir de vieux pneus qui sont broyés et de fibres de granulat compactées à l'aide d'un liant en polyuréthane.

La qualité du tapis antidérapant est déterminée par la forme et la quantité des fibres et de la qualité et la quantité du liant.

Avantages du tapis antidérapant

- augmente le coefficient de friction (μ 0.6 garanti même sur surface mouillée) ;
- moins de matériaux d'arrimage à mettre en œuvre donc moins de dépenses pour le matériel d'arrimage ;
- moins de charge sur les points d'arrimage ;
- moins de temps nécessaire pour réaliser un arrimage par frottement.

Informations importantes

- économique et réutilisable (selon la qualité jusqu'à 40 fois) ;
- existe en différentes épaisseurs 0.2 – 30 mm. L'épaisseur du tapis dépend du poids de la charge ou du matériel de chargement.

Surface lisse ou faible poids = moins d'épaisseur.
Surface rugueuse, poids lourd ou des arêtes vives = plus d'épaisseur.

Attention !



- ➔ un chargement isolé ne doit jamais être sécurisé en utilisant seulement des tapis antidérapants. À cause des forces dynamiques dues au mouvement du véhicule, **la force de frottement peut être diminuée considérablement**. C'est pourquoi d'autres mesures de sécurité sont nécessaires. On pourra alors bloquer le chargement ou réaliser un arrimage par frottement ;
- ➔ la surface de chargement doit être propre. (pas de sable, exempte d'huile et de graisse et exempte de neige et de glace. **(Sinon μ 0.1 même avec tapis antiglisse)**).

Moins de glissements des marchandises
=
moins d'accidents



On n'a pas besoin de l'utiliser sur toute la surface à moins que le chargement et la surface de chargement ne se touchent pas. Le tapis antidérapant doit séparer le chargement du plateau pour avoir 60 % de frottement.



Les tapis antidérapants doivent aussi être mis entre les différents éléments du chargement.

Tapis antidérapant entre la surface de chargement et la poutre en bois.



Le milieu de la palette touche la surface de chargement. Au lieu de μ 0,6 seulement μ 0,3



Pas de tapis antidérapant entre la surface de chargement et la poutre et aussi entre la poutre et le bloc en béton.

Chapitre 3.- Arrimage des bois longs et bois courts

Arrimage des bois longs

Sont considérés comme bois longs, les troncs d'arbres d'une longueur dépassant 6 mètres.

Liste de contrôle pour l'arrimage des bois longs :

- la couche inférieure des troncs est posée sur les lames coniques ou lames dentées ;
- le centre des rondins situés aux extrémités supérieures du chargement ne peut dépasser la hauteur des colonnes ;
- la charge devra être fixée par un double arrimage au moins à chaque paire de colonnes afin d'avoir une sécurité en cas de défaillance d'un des arrimages. Chaque sangle doit avoir une force de prétention d'au moins $S_{TF} = 750 \text{ daN}$. En ce qui concerne chaque paire de colonnes, celle située à l'avant et celle située à l'arrière, les forces de prétension à prévoir sont d'au moins 1000 daN.



Arrimage des bois courts – Empilés longitudinalement

- chaque tronçon ou morceau de bois extérieur doit être retenu par au moins deux paires de support verticaux (Colonnes, ranchers) qui doivent présenter une résistance suffisante pour empêcher tout dépassement de largeur du véhicule consécutif à une accélération latérale de 0.5 g ;
- tout morceau de bois dont la longueur est inférieure à la distance séparant deux supports verticaux doit être placé au centre du chargement ;
- les extrémités du bois doivent dépasser les colonnes d'au moins 30 cm ;
- le centre des rondins situés aux extrémités supérieures du chargement ne peut dépasser la hauteur des colonnes ;
- le bois sommet du bois situé au centre du sommet doit être plus élevé que les bois latéraux afin de couronner la charge et de permettre une tension correcte des moyens d'arrimage ;
- si le chargement est censé être bloqué vers l'avant, alors le véhicule doit être pourvu d'une paroi frontale suffisamment dimensionnée. La charge ne peut être plus élevée que la paroi.



Le centre des rondins situés aux extrémités supérieures du chargement ne peut dépasser la hauteur des colonnes.



Au moins 2 paires de supports verticaux (colonnes) pour un arrimage conforme. Les extrémités du bois doivent dépasser des colonnes d'au moins 30 cm.



Le bois sommet est plus élevé que les bois latéraux, la charge est couronnée, une tension correcte de sangles est possible.

Si le chargement est sécurisé par blocage.

- au moins 1 arrimage, si la partie de la charge est composée de bois avec écorce, jusqu'à une longueur maximale de 3.3 mètres ;
- au moins 2 arrimages, si la longueur de la partie de la charge est supérieure à 3.3 mètres ou quelle que soit la longueur si l'écorce a été enlevée.

Si le chargement est sécurisé par un arrimage par le dessus. (sans blocage, sans paroi)

- 3 sangles jusqu'à 3 mètres de longueur
- 5 sangles jusqu'à 5 mètres de longueur
- 6 sangles jusqu'à 6 mètres de longueur.

S'il y a de la neige et / ou de la glace sur le bois, des arrimages supplémentaires sont nécessaires compte tenu du frottement résiduel.

Empilés transversalement

Les bois empilés transversalement sur un véhicule à plancher plat ne peuvent être arrimés convenablement par des mesures de retenue conventionnelles. L'expérience a montré qu'en cas de freinage d'urgence, les bois empilés transversalement ont le même comportement qu'un chargement liquide. Le passage de sangles de fixation ou de chaînes de l'avant vers l'arrière du véhicule en passant par le sommet du chargement n'est pas considéré comme une méthode d'arrimage de charge acceptable.

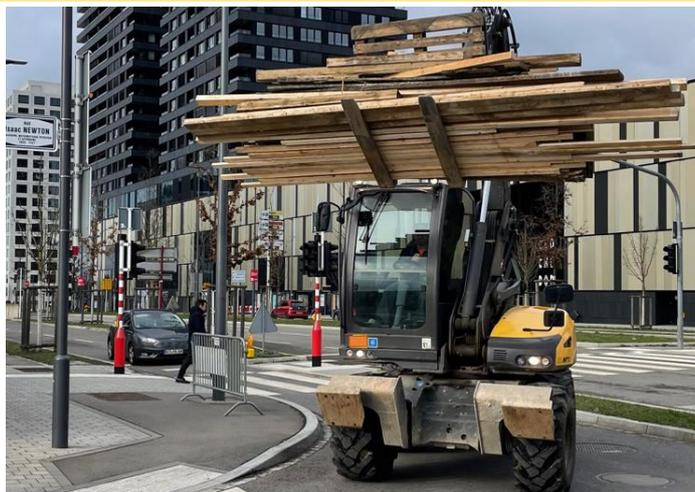
Lorsque le bois est transporté transversalement, il convient uniquement d'utiliser des parois ou grilles latérales rigides. Dans ce dernier cas, aucun morceau de bois ne doit pouvoir passer par l'ouverture de la grille. Dans le sens longitudinal, la charge doit être subdivisée en sections dotées de cloisons ou de colonnes rigides. Aucune section ne mesurera plus de 2,55 m de long.



Machines mobiles

Mesures à respecter pour le transport en toute sécurité, par des véhicules libres de circuler sans restriction dans l'UE (Sans autorisation ministérielle pour transport exceptionnel) :

- d'engins de chantiers à roues ou à chenilles ;
- grues ;
- bulldozer ;
- rouleaux compresseur ;
- racleurs ;
- chariots élévateurs.



Sur la voie publique, le transport de charge sur les fourches ou dans la pelle d'une machine mobile n'est pas conforme aux exigences légales en matière d'arrimage. Ceci constitue une mise en danger d'autrui !

À vérifier avant le départ :



- Le poids de la machine à transporter.
Son poids est déterminant pour établir les forces d'arrimage ;
 - l'angle d'arrimage alpha et l'angle beta entre l'engin et porte engin. L'angle alpha doit être compris entre 20° et 65° et que l'angle beta entre 15° et 45° ;
 - la capacité des points d'arrimage des portes engins ;
 - si les chaînes ont été fixées sur les points d'arrimage de l'engin indiqués par le fabricant ;
- ➔ En l'absence de recommandations du fabricant, les dispositifs d'arrimage ou de fixation ne doivent être attachés qu'aux parties de l'engin de chantier qui présentent une résistance suffisante pour résister aux sollicitations qu'ils sont susceptibles de subir.

- il convient d'utiliser **au moins quatre arrimages ;**

- les chaînes ou sangles doivent être fixées à un point d'arrimage du porte engin et non à la carrosserie du porte engin ;
- ne pas utiliser différents types d'accessoires pour arrimer un engin (par exemple des chaînes et des sangles.) En effet leur comportement et leur élasticité changent lorsqu'ils sont chargés ;
- les accessoires ne doivent jamais être utilisés lorsqu'ils sont noués ;
- seuls les accessoires d'arrimage, lisiblement marqués et étiquetés doivent être utilisés ;
- les articulations de l'engin doivent être bloquées ;
- ne pas utiliser les chenilles comme points d'attache pour les crochets de chaînes ou de sangles, sauf si ceci est autorisé par le fabricant ;
- les chaînes à maillons longs ne doivent pas être utilisées pour arrimer des engins, bien que conformes à la norme EN 12195-3 (elles sont d'un usage limité au transport de bois) ;
- les chaînes d'arrimage ne doivent pas passer sur des arêtes vives et ne doivent jamais être utilisées lorsqu'elles sont nouées.

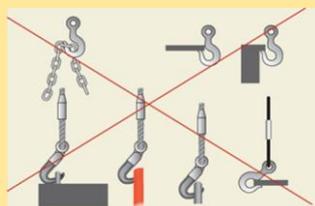
Lorsqu'on dépasse la capacité de l'accessoire ou du point d'arrimage.

- amélioration du coefficient de frottement par **l'adjonction d'un tapis antidérapant ;**
- **optimisation** des angles d'arrimage en changeant les points d'arrimage sur le porte-engins ;
- **changement** des accessoires par des accessoires de capacité appropriée ;
- **calage** de l'engin.





Attention !



**Mauvais positionnement du crochet sur un porte - engin.
Le crochet ne doit pas être sollicité sur la pointe.**

Utilisation de bennes pour le transport de pelleteuse

Le transport de pelleteuses dans des bennes n'est en principe pas interdit. Dans ce cas, un arrimage direct avec 4 chaînes / sangles devrait être effectué. Or, souvent des points d'arrimage manquent sur la benne ou celles-ci ne sont pas conçus pour supporter des pelleteuses lourdes.

De plus, selon la machine transportée, il existe un manque de place dans la benne pour appliquer des moyens d'arrimage. Attention aussi à ne pas dépasser la hauteur maximale réglementaire de 4 mètres. En cas de dépassement, une autorisation émise par le ministère de transport serait nécessaire. Pour cette raison, l'utilisation d'un plateau de chargement au lieu d'une benne est recommandée.

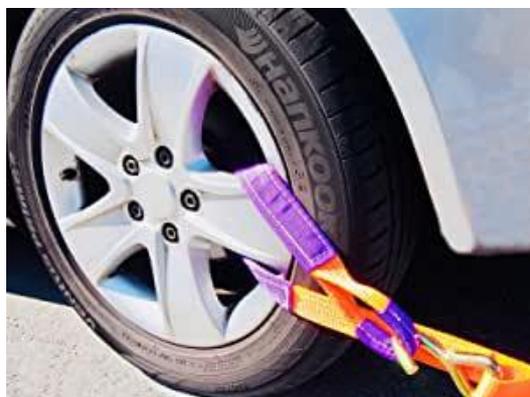


Transport de voitures

Il est vivement conseillé de n'utiliser que les transporteurs de voitures conçus à cet effet. Les voitures transportées doivent avoir leur frein de stationnement serré et leur première vitesse (ou sur position P pour les boîtes de vitesse automatiques) enclenchée.

En ce qui concerne le point de fixation :

- L'arrimage de voitures se fait principalement par fixation sur les **jantes**. Or, il faut veiller à ce que le constructeur de ces dernières garantit leur stabilité pour une telle fixation sans que des dommages subsistent.
- Une alternative de fixation est celle qui consiste à faire passer la sangle sur la **partie supérieure du pneu** en utilisant une sangle à trois points.



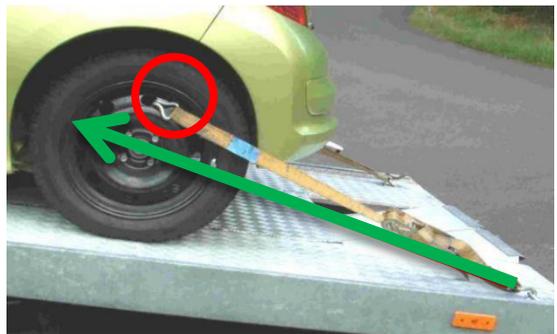
- Il ne faut surtout pas appliquer le moyen d'arrimage sur la carrosserie ou sur un anneau de remorquage. Une fixation par la carrosserie pourrait créer des vibrations provoquant un relâchement de la sangle. La fixation sur un anneau de remorquage ne permet pas de supporter les forces qui peuvent survenir lors d'un transport.
- Pour les points de fixation sur la remorque de transport, il faut veiller à ce qu'uniquement les points d'arrimage prévus par le constructeur sont utilisés.

En ce qui concerne les moyens d'arrimage :

- En principe, les véhicules doivent être assurés avec des **sangles d'arrimage à trois points** qui sont munis de contrôleurs variables de sangles, en liaison avec des cales de roue sur les véhicules de transport.

- En cas d'utilisation de **sangles « normales » à deux points** en arrimage direct, 4 sangles sont à appliquer. De plus, il faut veiller à ce que les sangles ne peuvent faire tourner leur roue respective, créant un moment de rotation.

Sur cette photo, le point de fixation a été mal choisi parce qu'un mouvement de torsion pourrait causer un relâchement de la sangle. La sangle devrait passer par le centre de la roue (trait vert).



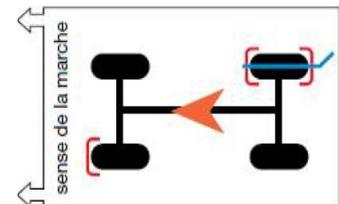
- Si des cales spéciales figurent sur la remorque, veiller à leur bonne fixation et utilisation. Leur utilisation en grand nombre est conseillée.

Tout au long de la conduite, il est fortement recommandé d'effectuer des arrêts réguliers afin de vérifier la tension des sangles.

PORTE-VOITURES :

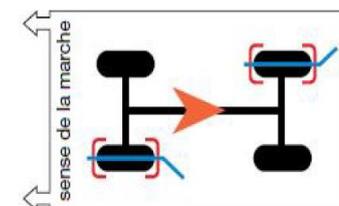
Fixation des véhicules automobiles chargés par l'avant sans cavité ou bride

1. une cale de roue devant et derrière une roue arrière quelconque ;
2. fixation supplémentaire de cette roue arrière par une sangle d'arrimage à trois points ;
3. en diagonale à celle-ci, une cale de roue devant la roue correspondante.



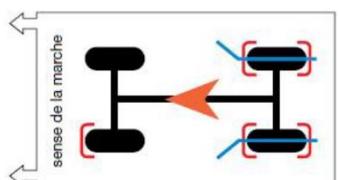
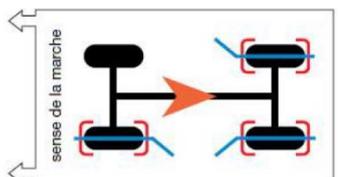
Fixation des véhicules automobiles chargés par l'arrière sans cavité ou bride

1. une cale de roue devant et derrière une roue quelconque ;
2. en diagonale à celle-ci, une cale de roue devant et derrière la roue avant correspondante ;
3. fixation supplémentaire des deux roues respectivement par une sangle d'arrimage à trois points.



Fixation supplémentaire du dernier véhicule automobile sans cavité ou bride

En ce qui concerne le dernier véhicule automobile qui est chargé derrière le dernier essieu de la remorque ou lors de véhicules qui sont chargés derrière l'essieu arrière, il est impératif d'assurer le dernier essieu en supplément sur les roues par deux cales et par une courroie d'arrimage à trois points à chaque fois.



Chapitre 5.- Les symboles graphiques



Marchandise fragile

Les chargements portant ce symbole doivent être traités avec un soin particulier. Il convient notamment d'éviter tout choc lors du chargement et déchargement et naturellement aussi en route.



Ce côté vers le haut

Les marchandises munies de ce symbole doivent être impérativement chargées avec les flèches vers le haut.



Lever ou fixer la charge ici

Ce symbole sur les marchandises montre les lignes sur lesquelles on peut les lever au moyen de sangles de levage ou d'instruments similaires.



Protéger de l'humidité

Les chargements avec ce symbole ne devraient pas être exposés à l'humidité. C'est pourquoi ils sont transportés de préférence dans des superstructures fermées ou protégées d'une autre manière de la pluie.



Protéger de la chaleur

Les marchandises munies de ce symbole ne devraient pas être exposées à des températures élevées. Celles-ci sont générées notamment lorsque le véhicule est stationné au soleil pendant un temps prolongé.



Centre de gravité

Ces symboles sont placés sur des caisses ou éléments de chantiers lourds sur lesquels le centre de gravité ne se trouve pas au milieu. Cette indication ne doit pas seulement être respectée lors du levage des pièces, mais aussi lors de leur positionnement sur le pont de chargement. Respecter les charges autorisées par essieu.

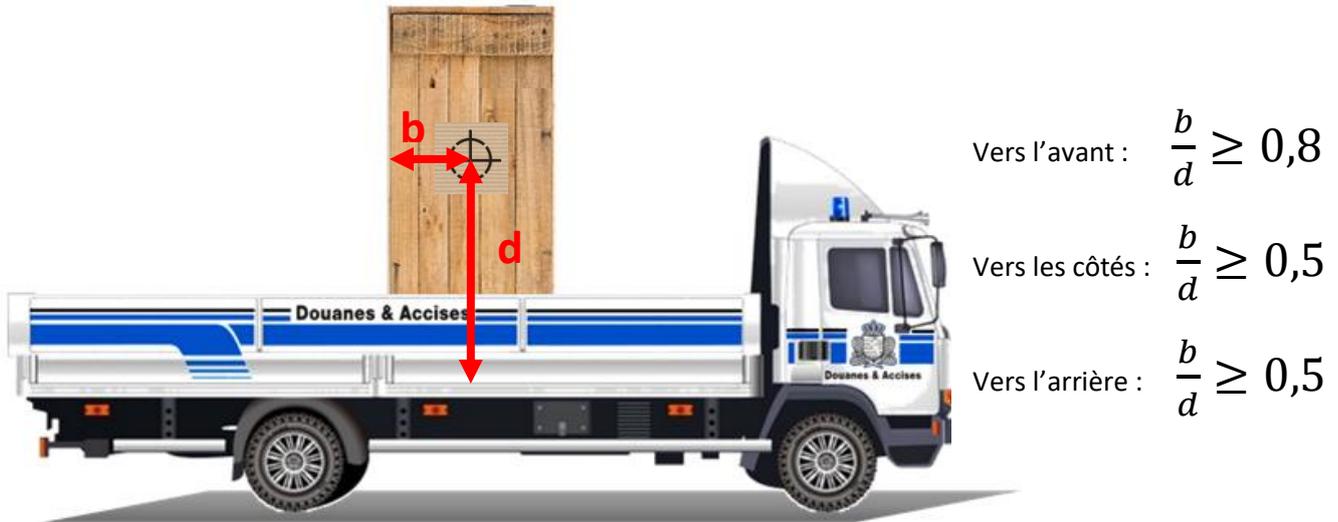


Chapitre 6.- Le risque de basculement

Si une charge présente un centre de gravité élevé, non seulement il y aura un risque de déplacement mais aussi un risque de renversement. Or, comment déterminer si une charge donnée risque de basculer ou non ?

Il est nécessaire de connaître la position du centre de gravité ainsi que les dimensions d'une charge.

En effet, un risque de basculement peut être calculé selon les formules suivantes :



En guise d'exemple :

Soit un camion transportant une boîte ayant une hauteur du centre gravité de 150 centimètres et se trouvant au milieu de la largeur (100 centimètres) :

$$\text{Vers l'avant : } \frac{b}{d} = \frac{100\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,66 < 0,8$$

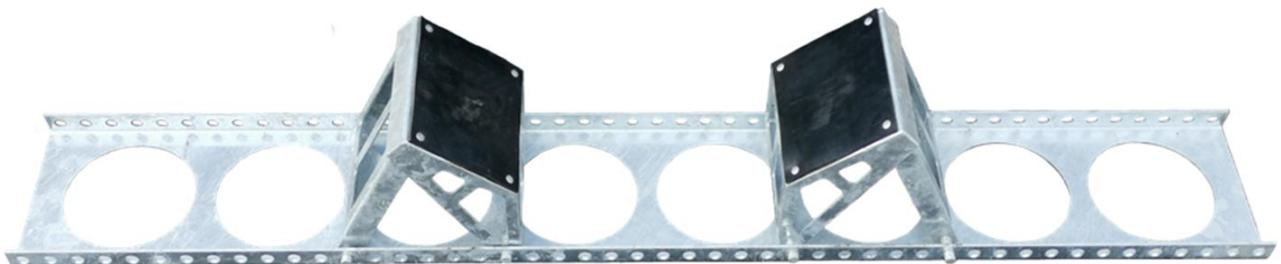
$$\text{Vers les côtés : } \frac{b}{d} = \frac{100\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,66 > 0,5$$

$$\text{Vers l'arrière : } \frac{b}{d} = \frac{100\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,66 > 0,5$$

Donc, la boîte est instable vers l'avant mais stable vers les côtés et vers l'arrière. On constate qu'un risque de basculement, notamment vers l'avant, est rapidement atteint lorsque la marchandise est plus haut qu'elle est large. Il est dès lors recommandé d'utiliser des moyens d'arrimage supplémentaires par exemple en effectuant une boucle de tête vers l'avant, un blocage vers l'avant ou, si ces derniers ne sont pas possibles, un arrimage par frottement dont le nombre de sangles est déterminé par un calcul d'une application mobile.

Chapitre 7.- Outils d'arrimage et de calcul

Renseignez-vous auprès des revendeurs spécialisés ! Pour chaque transport de marchandises et/ou de matériel il existe des produits adéquats pour garantir un arrimage sûr et efficace.
Renseignez-vous également auprès de votre concessionnaire lors de l'achat d'un nouveau véhicule de transport !



Une cale spéciale mise sur tapis antidérapant pour sécuriser le gros tambour à câble.



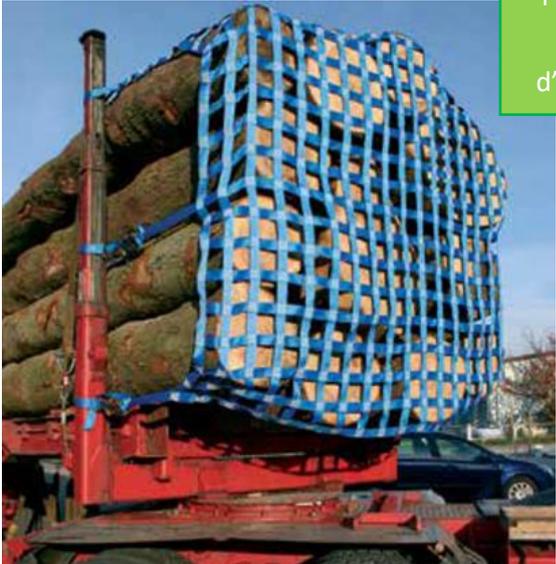


Semi-remorque à étages variables.

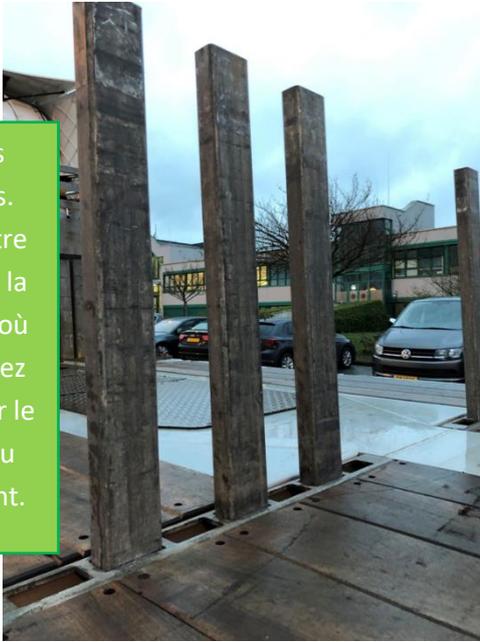
Blocage du chargement par des barres.



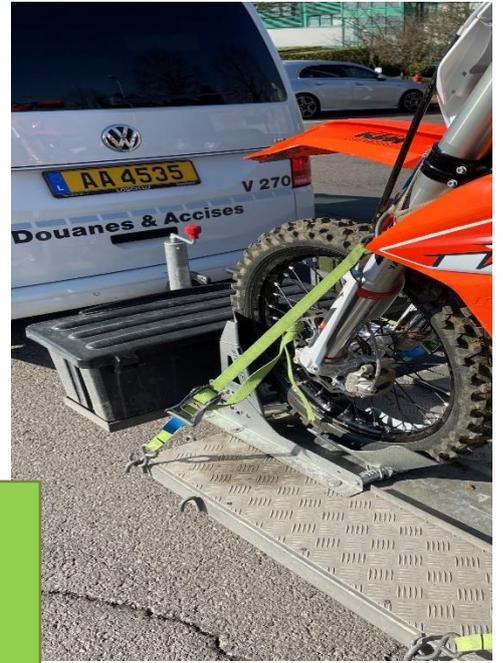
Le chargement est fixé à l'aide d'un filet d'arrimage.



Ranchers
amovibles.
Peuvent être
utilisés sur la
remorque où
vous en avez
besoin pour le
blocage du
chargement.



Les motos
sont
bloquées
vers l'avant
par une cale
et arrimées
en arrimage
direct.



La voiture est
fixée à l'aide de
sangles spéciales.

Semi-remorques
spécialement
fabriquées pour le
transport du foin.





Même des simples poutres en bois (cercle vert) ou des palettes peuvent être utilisées pour combler le vide et optimiser l'arrimage sans coûts élevés.

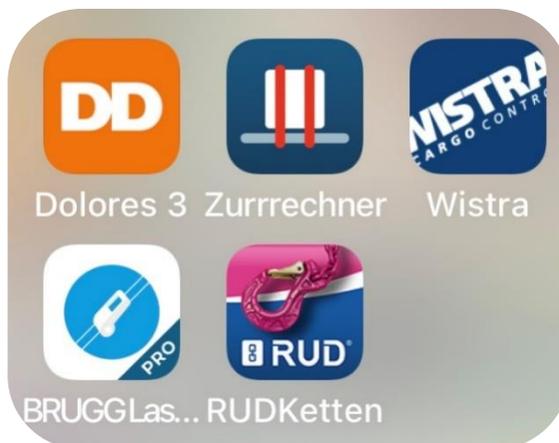


Outils de calcul

Il existe de nombreuses applications mobiles permettant de déterminer le nombre nécessaire de moyens d'arrimage pour une charge et un véhicule donnés. Des constructeurs de moyens d'arrimage offrent de différentes applications mobiles dont la gamme de calculs varie fortement.

Si on veut prendre en compte des blocages de marchandises contre des parois, il faut veiller à ce que l'application dispose de cette fonction pour chaque direction applicable.

Ci-dessous un exemple illustratif de calcul par application mobile. Un camion transportant une charge de 2 tonnes dont la surface de chargement correspond à un μ de 0,3 nécessite 2 sangles (de S_{TF} 500 daN) appliquées avec un angle idéal de 90° avec un blocage vers l'avant et 5 sangles sans ce blocage.



< Arrimage par frottement

Poids kg

2000

Angle α

90

Force de précontrainte par sangle (S_{TF}) daN

500



μ

0,3



Dispositifs d'arrimage

5

Arrimage par frottement + blocage vers l'avant



Paroi avant

5000



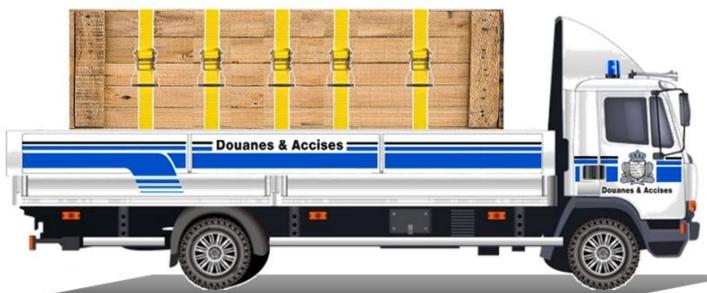
Parois latérales

daN



Paroi arrière

daN



Chapitre 8.- Mauvais exemples et les conséquences d'un arrimage non conforme







Bibliographie

- Administration des douanes et accises . (s.d.). Diverses documentations.
- Amiel, D. (s.d.). Récupéré sur www.formation-arrimage.com
- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. (s.d.). Récupéré sur <https://www.bgbau.de/>
- Brochure IRU (Union internationale des transports routiers). (s.d.). Récupéré sur <https://www.iru.org/>
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (s.d.). Récupéré sur <http://www.praxis-agrar.de>
- Commission européenne, Direction générale de la mobilité et des transports. (s.d.). *L'arrimage des charges sur les véhicules routiers, Code européen de bonnes pratiques 2014*. Récupéré sur <https://op.europa.eu/s/z44x>
- Hilmar Müller. (s.d.). Récupéré sur <https://lasi-verbindet.de/>
- Institut national de recherche et de sécurité. (s.d.). Récupéré sur <http://www.inrs.fr/>
- Jeroen Schaus / Service contrôles intégrés / Divers objets trouvés sur l'internet. (s.d.). Photos de contrôles routiers.
- Königsberger Ladungssicherungskreis e.V. (s.d.). Récupéré sur <https://www.klsk.de>
- Krone. (s.d.). Récupéré sur <https://www.krone-trailer.com/>
- Lampen, A. (s.d.). *Ladungssicherung - Der Leitfaden für die Praxis*.
- Les routiers suisses (ASTEG). (s.d.). Récupéré sur <http://www.routiers.ch>
- Marc WILTZIUS, Expert en arrimage (En retraite). (s.d.). Récupéré sur MAWI SARL (Archive.org): <https://web.archive.org/web/20211218063550/http://www.arrimage-charges.com/>
- Office des publications européennes. (s.d.). Récupéré sur EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/>
- Organisme luxembourgeois de normalisation (ILNAS). (s.d.). *Normes et normalisation*. Récupéré sur <https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation.html>
- Rothschenk Blog. (s.d.). Récupéré sur <https://rothschenk.de/blog/>
- Service central de législation. (s.d.). *Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg*. Récupéré sur <http://legilux.public.lu/>
- Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. (s.d.). Récupéré sur <http://svlfg.de>