

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 75 (2013)  
**Heft:** 9  
  
**Rubrik:** Sécurité

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Le profil des pneus et les freins se révèlent déterminants quant à la tenue dans les pentes. Le risque de glissement latéral s'est encore réduit suite au choix du profil AS sur cet essieu pendulaire multiple. L'important est de munir toutes les roues de freins, faute de quoi les forces nécessaires ne peuvent être transmises au sol. Cela vaut aussi pour les trajets routiers. (Photos: Ruedi Gnädinger)

# La fin des dérapages

La deuxième partie de la série « dérapage, accélérer, se renverser » est consacrée au thème du dérapage des transports routiers lourds. Une chose est certaine : le risque de glissade peut s'évaluer.

\* Ruedi Gnädinger

En allemand, le mot *Rutsch*, glissement, est utilisé dans la formule consacrée « Guter Rutsch ins neue Jahr » qui signifie « Bonne année ». Cependant, les souvenirs liés aux termes glissement ou glissade sont généralement moins heureux que la promesse de félicité contenue dans ces vœux. L'on peut glisser soit sur la glace, soit en faisant un faux-pas. Les deux cas de figure nous irritent par la suite parce qu'ils auraient été évitables. Il en va de même lorsque le véhicule se met à glisser et qu'un accident se produit. Nous abordons ci-dessous la seconde partie de la série

« dérapage, accélérer, se renverser » (voir première partie dans l'édition 6/7 à la page 49<sup>1</sup>).

Différentes réflexions permettent d'évaluer le risque de dérapage d'un véhicule ou d'un attelage. Les forces agissant sur les roues dans les situations critiques et le risque de perte d'adhérence de ces dernières sont étudiés en deux étapes : on détermine d'abord les forces et ensuite le potentiel d'adhérence des pneus sur ou hors de la route. Cet article ne traite que du dérapage des transports routiers lourds.

## Forces en action

Il s'agit de distinguer si les forces agissent longitudinalement ou transversalement à la direction de déplacement. Les termes habituels des forces de réaction résultant au niveau des roues sont les suivants :

- parallèles au sens de la marche = forces de freinage ou d'accélération (ex : freinage en ligne droite)
- transversales au sens de la marche = forces latérales (ex : forces perpendiculaires dans les pentes ou forces centrifuges dans les virages).

Dans la pratique – par exemple lors d'un freinage en courbe – des forces longitudinales et transversales se produisent simultanément. La force résultante détermine si la roue correspondante perd son adhérence. Elle peut être spécifiée graphique-

\* Ruedi Gnädinger a été actif de nombreuses années chez Agridea à Lindau (ZH) en tant qu'expert en technique et constructions agricoles. Il est aujourd'hui copropriétaire de Gnädinger Engineering GmbH à Benken (SG).

<sup>1</sup> Elle portait sur les dangers causés par la pression du temps et les risques dus aux vitesses de transport et aux charges par essieu plus élevées.





### Danger accru dans les virages

Des forces longitudinale et transversale s'exercent au niveau des roues du tracteur. Elles s'ajoutent à la mesure des vecteurs du parallélogramme des forces. Lors d'un freinage en courbe, le véhicule risque de perdre son adhérence et de commencer à glisser.

ment au moyen du parallélogramme des forces (illustration à gauche ci-dessus).

### Deux principes

Comme la force résultante est toujours supérieure aux forces longitudinale ou transversale individuelles, les principes suivants valent dans les situations critiques, à la limite de l'adhérence :

– **freiner ou tourner !**

et

– **d'abord ralentir suffisamment, puis tourner !**

Les forces de freinage nécessaires sur un essieu sont influencées par les charges à l'essieu, la décélération, la pente et les forces des autres essieux qui freinent trop, pas assez ou pas du tout, et se transfèrent par le timon sur le véhicule tracteur.

La diminution effective de vitesse souhaitée (décélération) influence le plus la force de freinage. La décélération est obtenue en calculant la diminution de la vitesse par seconde. Et comme l'unité de base de la vitesse est donnée en mètres par seconde, celle de la décélération l'est en mètres par seconde au carré ( $m/s^2$ ).

Un corps en chute libre a une accélération (gravité) de  $9,81 m/s^2$ . Si sa masse est d'un kilogramme et qu'il se trouve sur le sol, il ne peut accélérer ; il développe alors une force de 9,81 newtons. Mais cette force sert également à freiner un corps en mouvement de  $9,81 m/s^2$ . Ce fait est un peu simplifié en technologie automobile. La réduction de la vitesse de  $9,81 m/s^2$  est considérée comme une décélération de



### Forces lors du freinage sur une route en pente

Rouge = force sur la route (en fonction du poids à vide, du lest et de la charge d'appui)

Jaune = force de freinage possible à la périphérie du pneumatique (fonction du système de freinage et des dimensions des pneus)

Bleu = force en direction de la pente (fonction du poids et de la pente)

Rouge = force de décélération nécessaire

Vert = force nécessaire pour tracter en montée sur la même route pour une accélération de niveau équivalent au freinage

100 %, qui nécessite également une force de freinage correspondant au poids de l'essieu ou du véhicule concerné. Toutefois, seules les voitures les plus récentes atteignent une décélération de 100 %. L'obligation légale pour les remorques agricoles s'élève à 34 % ou  $3,36 m/s^2$ , (homologation 30 km/h) et à 38 % ou  $3,72 m/s^2$  (homologation 40 km/h).

### Freinage adéquat en pente

De nombreux accidents se produisent lors d'un freinage dans des rues en pente parce que les forces de décélération se combinent à l'effet de dénivellation. Elles correspondent à quelque 10 % de la charge sur la roue dans le cas d'une déclivité de 10 %. La façon dont ces forces agissent sur une roue freinée est représentée sous forme simplifiée dans l'illustration ci-dessus à droite. L'influence d'un transfert de poids ou de la résistance au roulement a été délibérément omise. Les facteurs les plus importants sont :

- le poids : il détermine les forces nécessaires pour le freinage et la compensation de l'effet de la pente.
- la puissance de décélération des freins : cette force potentielle (mesurée sur la circonférence de la roue) est obtenue par le dispositif de freinage au moyen d'une pression définie sur la pédale. Si la force de freinage possible atteint 100 % de la charge de la roue, un freinage de 100 % est théoriquement réalisable. Un véhicule moins lourdement chargé décélère plus facilement.

- la force de freinage transférable à la route : elle est également influencée par l'adhérence des pneus sur la voie. Son coefficient peut donc être inférieur à celui de la force effective de freinage des roues. Des chaussées sales ou humides, sur des chemins de terre et/ou dans des conditions hivernales, contribuent à augmenter la différence de manière significative (voir tableau Coefficients d'adhérence des pneus en limite de glissement).

### Adaptation de la charge, sa répartition et la vitesse aux conditions

Les véhicules agricoles disposent généralement de freins à commande hydraulique simples, tout en étant suffisamment efficaces d'après la loi. Leur fonctionnement en toute sécurité s'avère possible pour autant qu'ils soient maintenus en état et que les véhicules soient utilisés correctement. Certes, de plus en plus de chefs d'exploitation optent pour l'achat d'un équipement plus complexe et plus coûteux (systèmes pneumatiques). Cependant, les accidents démontrent que les avantages de ces équipements perfectionnés sont minimes par rapport aux « vitesses agricoles ». En sus de coûter plus cher, ceux-ci doivent encore être compris, exploités et entretenus correctement.

Le réglage des freins de remorques pose néanmoins problème avec un dispositif simple. Les freins sont calibrés pour fonctionner le mieux à charge maximale en suivant les prescriptions légales quant à la



## Coefficients d'adhérence des pneus en limite de glissement

Revêtement	sec	mouillé	
		propre	sale
Béton, asphalte, goudron	0,6 à 0,9	0,4 à 0,6	0,3 à 0,4
Pavés	0,45 à 0,55	0,25 à 0,35	0,15 à 0,2
Chemin de terre, champs	0,4 à 0,5		0,2
Neige tassée	0,2		
Glace vive	0,1 bis 0,15	0,05	

(Source : Institut für Verkehrswesen der Universität Wien)

décélération (pas de surfreinage). Si la charge est répartie de manière inégale sur les axes, l'essieu le moins chargé subira une force de freinage excessive et sera surfreiné, ce qui risque de bloquer les roues.

Cela arrive fréquemment aux anciennes remorques attelées à des tracteurs de conception plus récente équipés de freins puissants. Lorsque ce type d'attelage roule à une vitesse inférieure (avec frein moteur) sur une pente descendante, l'actionnement de la pédale de frein (frein de service) du tracteur suffit déjà à provoquer un surfreinage et une amorce de dérapage. Le conducteur doit alors réagir immédiatement et correctement en débrayant l'attelage et en le freinant au moyen du frein de service uniquement. L'arrêt se fera facilement si la charge de l'attelage est répartie de manière régulière et arrimée sur le véhicule en fonction des circonstances (états de la route et de la pente), et si les freins sont suffisants et coordonnés correctement.

## Adhésivité des pneus

La force d'un pneu transférable sur la route peut être calculée au moyen du coefficient d'adhérence. Celui-ci constitue un rapport entre la charge de roue et la capacité de transmission de la force en freinage ou en

traction sur la route (le terrain). Une roue avec une charge de 1000 kg (correspondant à 1000 daN) peut transmettre, avec un coefficient d'adhérence de 0,8 train, la force de freinage ou de traction suivante sur la route:  $1000 \times 0,8 = 800$  daN (= 80 % de la charge de la roue).

Important: hormis les conditions de route, le patinage exerce également une influence notable et, à l'occasion d'un freinage dans des situations critiques, il ne faut pas calculer avec l'adhérence optimale théorique, mais prévoir un certain glissement (voir tableau ci-dessous).

## Vérification

L'on n'a pas toujours roulé sur un trajet déterminé avec la combinaison d'attelage et la charge correspondante appropriées. L'expérience manque pour affirmer que ce transport peut s'effectuer en toute sécurité. Le calcul suivant sert à vérifier si l'utilisation des freins est sûre. Vu qu'il est simplifié, on ne prendra aucun risque en calculant les valeurs avec la marge nécessaire.

1<sup>re</sup> étape: détermination de la force à transmettre sur la route

- poids total  $\times$  force de freinage nécessaire et force opposée de la pente
- ex: poids total 25 tonnes (25 000 daN)

→ 30 % pour freinage + 10 % pour pente  
= 40 % = 10 000 daN

2<sup>e</sup> étape: détermination de la force transmissible au sol par les essieux

• Il y a deux facteurs limitant, à savoir la puissance délivrée par les freins et la force effectivement transmise à la route.

• Prenons pour exemple une remorque à plein et avec une répartition régulière de la charge qui atteint une décélération de 30 %, cela correspond à une force de 30 % de la charge sur la roue à la circonférence de celle-ci. Charge d'un essieu (5000 daN), 30 % de freinage, force de décélération des deux roues ensemble (1500 daN). Cette force peut aisément se transmettre à la route par les pneus parce que cela ne nécessite qu'un coefficient d'adhérence de  $1500 \text{ daN} / 5000 \text{ daN} = 0,3$ .

• Si toutefois, en raison d'une faible charge, la charge de l'essieu n'est que de 2500 daN, la force de freinage ne change pas à la périphérie des roues avec la même pression sur la pédale de frein et correspond donc à 1500 daN. Dans ce cas, il faut un coefficient d'adhérence de  $1500 \text{ daN} / 2500 \text{ daN} = 0,6$  pour transmettre la force à la route. Cela s'avère encore tout juste possible sur route humide mais goudronnée (voir tableau de coefficients d'adhérence).

• Dans tous les cas, l'on doit calculer avec la force qui: a) peut être délivrée par le système de freinage (force à la circonférence de la roue) et b) est également transmissible au sol (adhérence).

3<sup>e</sup> étape: contrôles divers afin de s'assurer que les forces de freinage transmissibles au sol par les différents essieux atteignent le total déterminé à la 1<sup>re</sup> étape. ■

**Exemple:** Tracteur (essieu avant freiné par transmission intégrale) avec remorque à un essieu, poids total 16 tonnes (16 000 daN) → 30 % pour freinage + 10 % pour pente = 40 % = 6400 daN.

Essieu	Charges maximales autorisées et charge effective		Décélération possible selon la charge par essieu		A: force de freinage possible aux routes	B: transmissible au sol	Valeurs inférieures de A et B
	autorisées	actuelles	autorisées	actuelles			
Essieu avant tracteur	4000 daN	3000 daN	45 %	60 %	1800 daN <sup>1)</sup>	1800 daN <sup>2)</sup>	1800 daN <sup>3)</sup>
Essieu arrière tracteur	6000 daN	5000 daN	45 %	54 %	2700 daN	3000 daN	2700 daN
Essieu remorque	8000 daN	8000 daN	35 %	35 %	2800 daN	4000 daN	2800 daN
Total	18 000 daN	16 000 daN	—	—	—	—	7300 daN

L'attelage est idéal pour cette application sur le plan de la sécurité, car la force de freinage transmissible à la route de 7300 daN se situe clairement au-dessus des 6400 daN nécessaires. Mais ce n'est le cas que parce que la remorque possède un freinage efficace. La vérification présentée ici donne au conducteur consciencieux l'assurance d'une sécurité appropriée à une combinaison tracteur-remorque avec laquelle il n'est pas particulièrement familier. Naturellement, un essai de freinage après le départ est également fortement recommandé.

1) 4000 daN, dont 45 % = 1800 daN

2) avec coefficient d'adhérence 0,6

3) 3000 daN \* coefficient d'adhérence 0,6 = 1800 daN