

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 45 (1983)
Heft: 5

Artikel: Traction et freinage sur route et dans le terrain
Autor: Kramer, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1084009>

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>

Traction et freinage sur route et dans le terrain

E. Kramer, FAT, Tänikon TG

Non seulement le besoin en force de traction – ce que l'on doit tirer –, mais aussi le pouvoir de traction – ce que l'on parvient à tirer – dépendent en premier lieu de la nature de la voie de circulation – route ou terrain – et du poids. Tandis que la voie est généralement donnée, le poids et ses déplacements peuvent être influencés. A part cela, la monte en pneumatique, le nombre de roues et la pression de gonflage des pneus jouent un rôle décisif. Il s'agit donc de choisir ces valeurs à grande influence d'une façon optimale.

Quiconque circulant sur route ou à travers champs dépend non seulement d'un bon pouvoir de traction, mais encore beaucoup plus d'un bon pouvoir de freinage, car celui qui ne parvient pas à tirer une certaine charge s'arrête forcément, tandis que celui qui ne réussit pas à freiner s'expose lui-même ou d'autres à un danger. Les essieux de freinage de nombreuses remorques sont toutefois bien conçus, mais souvent dépourvus de systèmes de commande appropriés bien que l'on puisse s'en procurer à bon prix sur le marché actuel.

1. Le besoin en force de traction

La force de traction correspond respectivement à la résistance au roulement des remorques ou à la puissance nécessaire à la traction d'outils individuels. (Dans cet exposé, nous ne nous référons pas à certains outils, mais uniquement à des remorques, roues, pneus et charges roulantes.) La résistance au roulement est égale au produit du poids des remorques et du coefficient de la résistance au roulement.

Résistance au roulement (daN) =
poids (kg) x coefficient de résistance
au roulement.

Les prescriptions légales limitent les poids aux maxima suivants:

- 8 t pour remorques à un essieu
- 10 t pour remorques à essieu double ou tandem
- 12 t pour remorques à deux essieux.

Le coefficient de résistance au roulement dépend avant tout de la voie de circulation ou de la fondation. On tient compte des valeurs suivantes:

- environ 0,025 sur béton ou asphalte
- environ 0,1 sur prairies sèches
- environ 0,25 sur champs meubles ou humides

La résistance au roulement ou le besoin en force de traction pour mouvoir, par exemple, une remorque de 8 tonnes correspond donc à:

- environ 200 daN (kp) sur de l'asphalte
- environ 800 daN (kp) sur une prairie
- environ 2000 daN (kp) sur un champ.

Mais ces valeurs peuvent être influencées par la monte en pneumatiques, c'est-à-dire surtout par la taille et la pression de gonflage des pneus. Tandis qu'une roue fortement pompée (à 3–5 bar selon la résistance de la carcasse et la charge prévue) tourne plus facilement sur une surface dure, c'est le contraire sur un terrain peu résistant, car la déformation du pneu est moins exigeante que celle du sol. A part cela, le pneu élastique reprend sa forme première après une déformation, tandis que le sol reste déformé, c'est-à-dire comprimé.

La pression du pneu ne peut naturellement être réduite que jusqu'au point où sa limite de charge est encore suffisante. Plus le pneu est grand, plus la pression du pneu doit être réduite pour une force portante correspondante, car la limite de charge d'un pneu dépend de son volume. Pour la pratique, cela signifie que des pneus particulièrement volumineux, gonflés le moins possible, ne causent qu'une résistance au roulement

ment minimale sur le terrain et très peu d'endommagements du sol. Ces raisonnements sont naturellement aussi valables pour la résistance au roulement du tracteur.

Tableau 1:

Effet de la taille et de la pression de gonflage des pneus sur la résistance au roulement

Monte en pneumatiques	Pression de gonflage (bar)	Résistance au roulement			
		sur asphalte		sur un champ	
		(daN)	(%)	(daN)	(%)
10,5 – 16	4,2	35	100	609	100
11,5/80 – 15	3,5	41	117	576	95
15/55 – 17	2,5	55	157	462	76

Tandis qu'une roue fortement gonflée roule plus facilement sur de l'asphalte, c'est l'inverse sur un champ. (Tous les trois pneus gonflés aux pressions indiquées avaient une même capacité de charge de 1950 kg et portaient 1500 kg lors des essais.)

Tableau 2: Exemples de montes en pneumatiques pour citernes à pression.

Des pneus volumineux gonflés faiblement entraînent une résistance au roulement réduite et moins d'endommagement du sol.

Contenance de la citerne	Monte en pneumatique normale	Pneus pour sols sujets au compactage
3000 l	15 – 17	14.5 – 18
4000 l	14.5 – 18	16 – 20
5000 l	16 – 20	20 – 20
6000 l	20 – 20	Essieu tandem avec
	ou essieu tandem	14.5 – 18 ou
	avec 15 – 17	16 – 20

2. Puissance de traction

En quelque sorte, la puissance de traction des tracteurs constitue le cœur de la machine, et ce n'est pas en vain que l'on organise chaque année des démonstrations pratiques qui relèvent ce fait. En principe, on détermine la puissance de traction au moyen du coefficient de la force de traction et de la charge agissant sur les roues motrices.

Puissance de traction (daN) =
coefficient de la force de traction x
charge dynamique par essieu moteur (kg).

Le coefficient de la force de traction dépend en premier lieu du genre et de l'état de la piste. Il correspond à:

- environ 1,0 sur du béton ou de l'asphalte
- environ 0,5 sur une prairie sèche
- environ 0,25 sur un champ meuble ou humide.

Sur le terrain, le coefficient de la force de traction dépend aussi d'une certaine imbrication entre pneu et sol, et il s'agit de l'optimiser. Cette mesure peut être influencée par la monte en pneumatiques (la construction, la grandeur et le profilage de pneus), la pression de gonflage et le nombre des roues motrices (simples ou jumelées) ainsi que par la charge dynamique agissant sur les essieux moteurs (poids et déplacement du poids).

Tableau 3: Possibilités de montes en pneumatiques pour tracteurs.

La puissance de traction est d'autant meilleure que les pneus sont grands. Des pneus jumelés ménagent le sol et améliorent la puissance de traction à raison d'environ 20% (voir le Tableau 4).

Puissance du moteur kW		Pneus de base AS	Pneus jumelés AS
	ch		
30 – 37	40 – 50	12,4/11 – 28	9,5/ 9 – 32
		12,4/11 – 32	9,5/ 9 – 36
		13,6/12 – 28	11,2/10 – 32
		14,9/13 – 28	9,5/ 9 – 36
37 – 45	50 – 60	12,4/11 – 36	12,4/11 – 36
		14,9/13 – 28	9,5/ 9 – 36
		14,9/13 – 30	9,5/ 9 – 36
		16,9/14 – 30	12,4/11 – 36
45 – 60	60 – 80	13,6/12 – 36	9,5/ 9 – 42
		13,6/12 – 38	9,5/ 9 – 44
		16,9/14 – 30	12,4/11 – 36
		16,9/14 – 34	13,6/12 – 38
plusque60	plusque80	16,9/14 – 34	13,6/12 – 38
		16,9/14 – 38	16,9/14 – 38
		18,4/15 – 34	18,4/15 – 34
		18,4/15 – 38	18,4/15 – 38

2.1 Monte en pneumatiques, pression du pneu et nombre de roues motrices

En ce qui concerne la construction de la carcasse, le pneu radial assure dans la plupart des cas une meilleure force de traction que le pneu diagonal. Quant aux dimensions des pneus, elles devraient être «aussi grandes que possibles» (voir le Tableau 3). Le type du tracteur disponible et son genre d'utilisation imposent naturellement certaines limites concernant la taille des pneus (tout au plus 12,4 pouces pour cultures sarclées, 16,9 pouces ou, éventuellement, 18,4 pouces pour labours).

En ce qui concerne la configuration du profil, on peut retenir que des pneus à barrettes étroites et courtes s'imbriquent bien

dans le sol et produisent, à part une légère augmentation de la résistance au roulement, une excellente puissance de traction, mais éprouvent la surface portante (gazon). Des pneus à barrettes larges, longues et enchevauchées sur la bande de roulement sont un peu moins agressifs et perdent une partie de leur efficacité de traction par temps sec. Mais grâce à la plus grande proportion de barrettes empiétant sur la bande de roulement, on peut s'attendre à une durée de service un peu plus longue que celle des modèles à barrettes courtes.

Ajoutons que chaque roue motrice comportant une part déterminée de barrettes sur sa surface de contact qui assure une certaine imbrication de son pneu avec le sol déve-

Tableau 4: Essais sur le rapport puissance de traction / glissement.

Essais pratiques sur l'influence combinée de la monte en pneumatiques, de la pression de gonflage, du nombre de roues motrices, du poids, du déplacement du poids et de la direction d'avancement sur la puissance de traction ou le glissement. Ces essais ont été exécutés avec un tracteur d'un poids de 2700 kg (1200 kg à l'avant, 1500 kg à l'arrière) équipé de pneus 16,9/14-30.

Traction sur asphalte (avec glissement constant)

Sens de marche	Monte en pneumatiques	Propulsion avant	Point d'attelage	Puissance de traction daN (kp)	Valeurs relatives
avant	pneus simples	en prise	chape de traction	1733	100
		arrêtée	chape de traction	1833	106
	remplissage d'eau pneus jumelés	en prise	chape de traction	2150	124
		en prise	chape de traction	2233	129
		en prise	attelage pendulaire	1700	98
		arrêtée	attelage pendulaire	2233	129
arrière	pneus simples	en prise arrêtée	devant	1000	
			devant	2000	

Traction sur prairie (avec traction constante)

Monte en pneumatiques	Propulsion avant	Pression atmosphérique (bar)	Glissement (%) par 1000 daN (kp) de traction	Valeurs relatives
simples	en prise	1,6	16	100
	en prise	0,8	13	81
eau	en prise	1,6	12	75
double	en prise	1,6	9	56
simples	arrêtée	1,6	8	50

loppe une certaine puissance de traction. Dans le cas d'un tracteur à propulsion arrière, il s'agit donc de deux roues, mais de quatre roues dans celui d'un tracteur à pneus jumelés ou toutes roues motrices. A part cela, cette puissance de traction peut être influencée très considérablement par le gonflage des pneus (modification de la surface de contact et de l'imbrication).

2.2 Poids et déplacement de poids

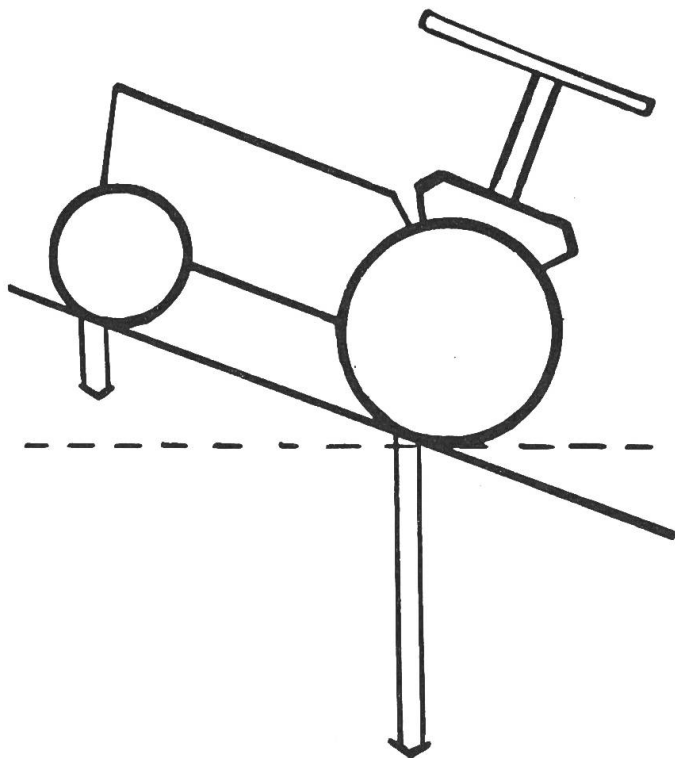
Tel que cela ressort clairement de la formule «puissance de traction = coefficient de l'effort de traction \times charge dynamique par essieu», le poids exerce une influence très marquée sur l'effort de traction. Ce poids est toutefois souvent acquis au prix de tracteurs pesants et chers. La puissance de traction peut cependant aussi être améliorée au moyen de masses additionnelles (éventuellement réalisées avec des moyens de fortune) ou par remplissage d'eau (Tableau 4).

Tandis que la totalité du poids d'un tracteur, toutes roues motrices est constamment répartie sur les essieux moteurs et optimise ainsi la puissance de traction du moins par rapport au poids propre, on devrait s'efforcer d'obtenir une charge aussi considérable que possible de l'essieu moteur d'un tracteur à deux roues motrices par des déplacements de poids appropriés.

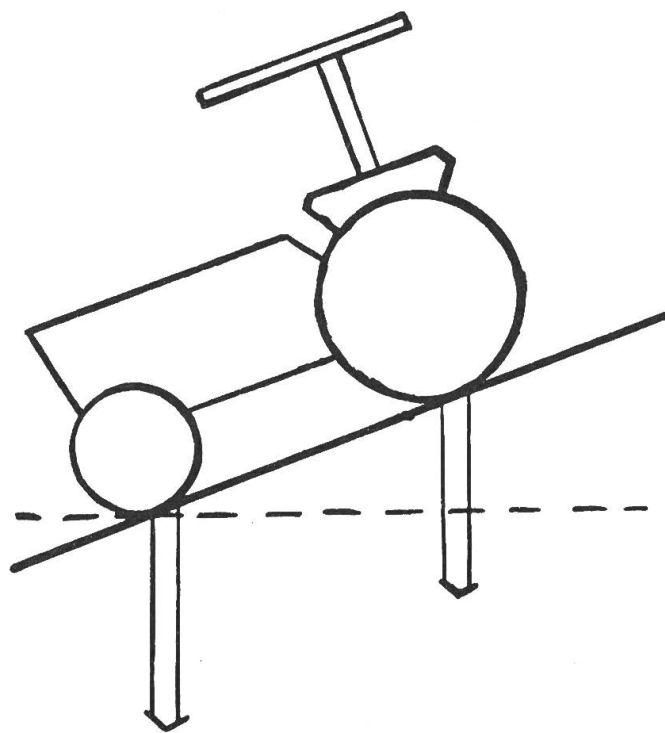
Des déplacements de poids se produisent automatiquement lors de travaux sur terrains déclives. Tandis que des montées et les déplacements de poids correspondants ont un effet favorable sur les performances des tracteurs à propulsion arrière, c'est exactement le contraire qui se produit lorsqu'on descend une pente en marche avant ou si on la remonte en marche arrière. Ces exemples sont typiques de l'emploi quotidien des tracteurs dans la région des collines, et c'est probablement aussi pourquoi on achète en Suisse une si grande proportion de tracteurs toutes roues motrices.

Le déplacement de poids peut cependant aussi être influencé très considérablement

Fig. 1: Déplacement du poids d'un tracteur circulant en montée ou en descente.



En montée: Déplacement du poids vers l'arrière, avantageux pour un tracteur à propulsion arrière.



En descente: Déplacement du poids en avant, c'est-à-dire en faveur des tracteurs toutes roues motrices. Cette situation peut aussi avoir de l'importance en reculant (lors d'une manœuvre) ou en freinant sur une pente.

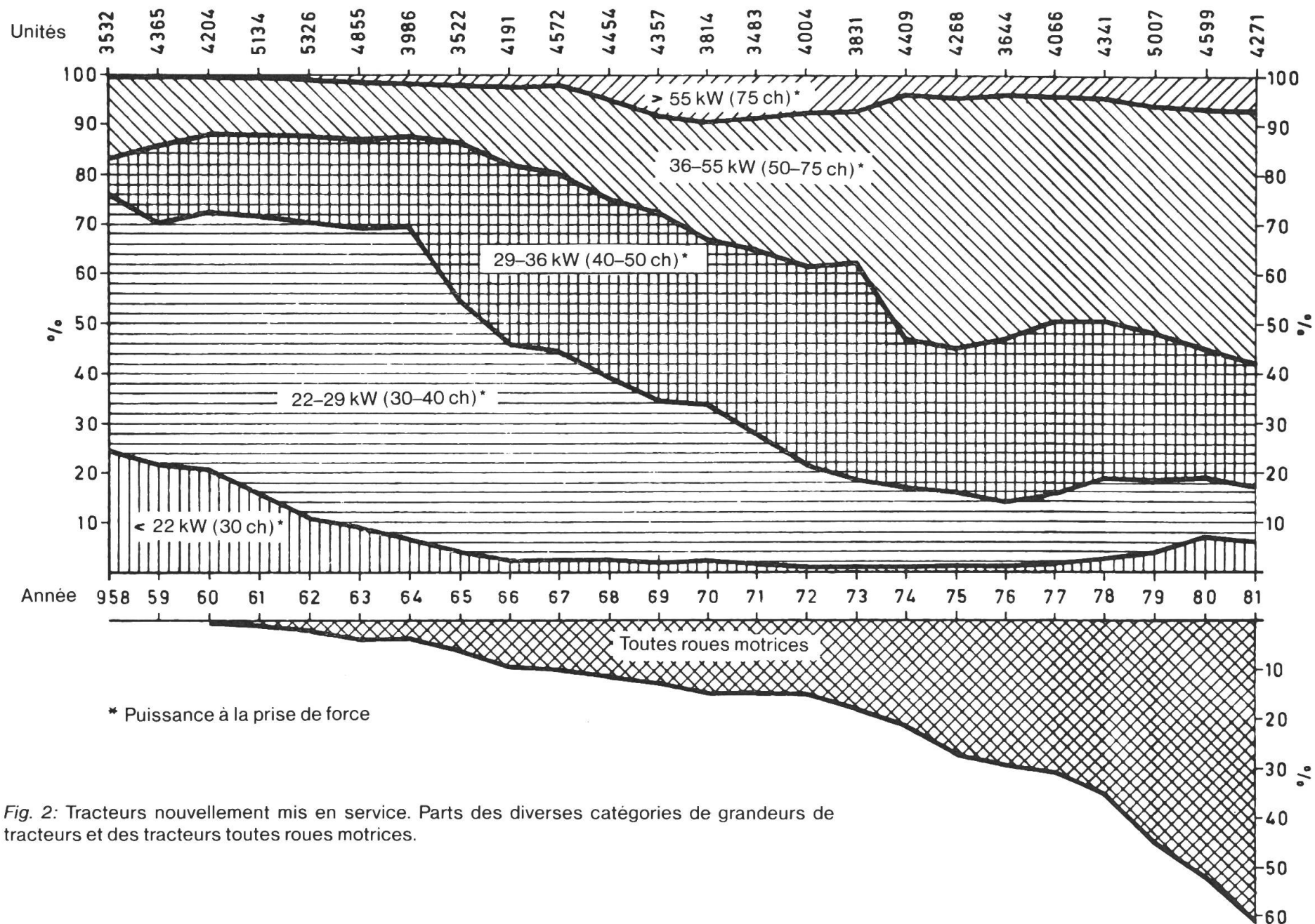


Fig. 2: Tracteurs nouvellement mis en service. Parts des diverses catégories de grandeurs de tracteurs et des tracteurs toutes roues motrices.

par la hauteur du point de remorquage, car plus la chape d'attelage est haute, plus le poids est transféré de l'essieu avant sur l'essieu arrière. Le pouvoir de traction maximal d'un tracteur propulsé uniquement par les roues arrière égale celui d'un tracteur comparable à 4 roues motrices lorsque ses roues arrière patinent et que l'essieu avant commence à se soulever. En cas de circulation sur route, 20% du poids devraient toutefois reposer sur l'essieu directeur pour des raisons de sécurité.

En marche arrière, c'est l'inverse qui se produit au détriment du tracteur à 2 roues motrices, car celles-ci sont alors moins chargées en faveur de l'essieu avant. Un tracteur à propulsion arrière perd donc une partie de son pouvoir de traction en reculant tandis qu'un tracteur toutes roues motrices exerce alors son pouvoir de traction simplement en plus large mesure au moyen de ses roues avant et moins avec ses roues arrière (Tableau 4).

3. Poids et pression au sol

Sachant qu'un poids élevé agissant sur l'essieu moteur a pour effet d'améliorer le pouvoir de traction, on est souvent enclin à acquérir des gros tracteurs lourds et chers comme cela a déjà été relevé plus haut. Mais on oublie facilement que ce poids supplémentaire doit être déplacé pendant toute l'année même lorsqu'il n'est pas absolument nécessaire pour obtenir un effort de traction suffisant et qu'il contribue aussi à un compactage continu de nos sols. Pendant longtemps on croyait pouvoir éviter de tels dégâts en adoptant des montes en pneumatiques mieux appropriées à des charges majeures. Mais on sait aujourd'hui que malgré des pressions spécifiques au sol égales, des poids différents causent aussi des compactages de sol différents. Toute augmentation de charge cause un approfondissement du compactage et par conséquent un agrandissement du volume du sol compacté. Ce volume augmente presque proportionnellement au poids du

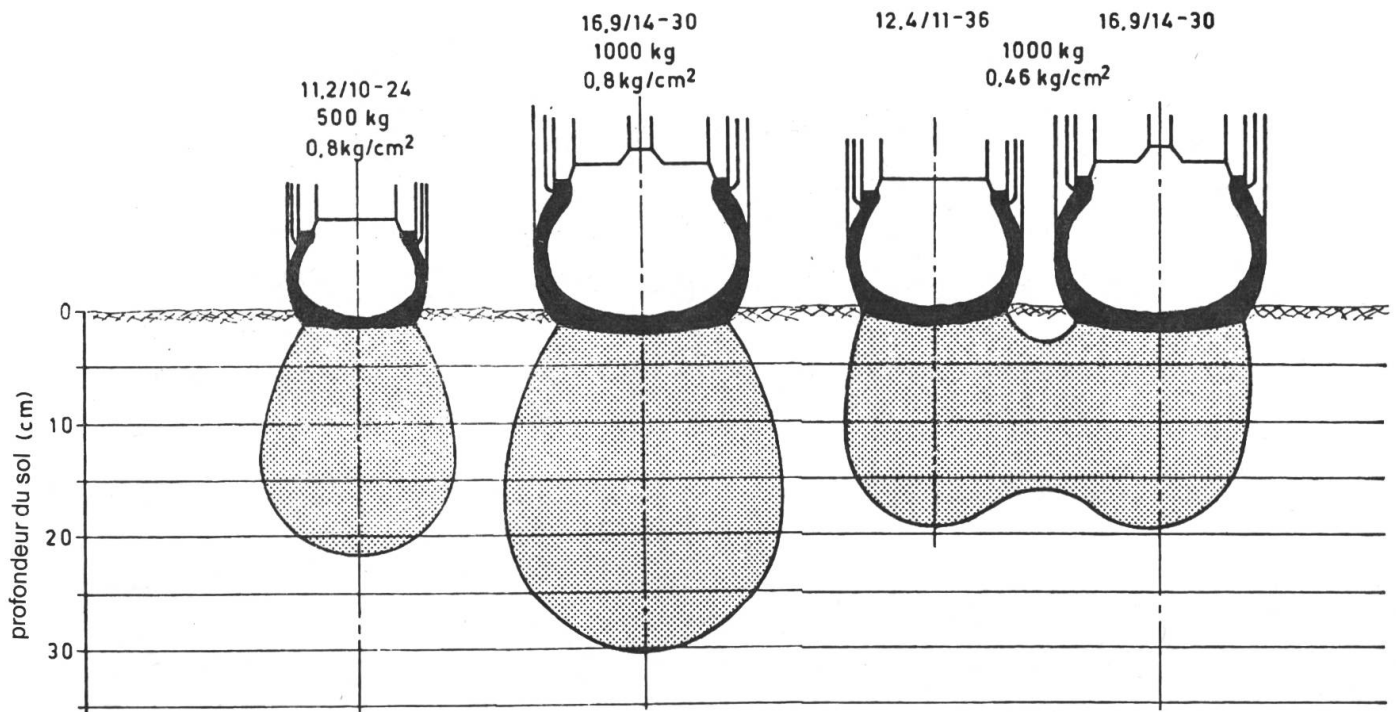


Fig. 3: Le volume du sol compacté dépend du poids du véhicule.

A pression au sol spécifique égale et poids différents, le véhicule plus lourd comprime non seulement un volume de sol supérieur, mais cause aussi des compactages de sol de plus en plus profonds. Plus le poids augmente, plus la pression spécifique au sol devrait diminuer afin que les zones de compactage ne s'abaissent pas à un niveau inaccessible à des outils d'ameublissement du sol normaux. Pour la pratique, cela exige l'emploi d'une monte en pneumatiques de base aussi grosse que possible ou/et de pneus jumelés.

véhicule. Afin d'éviter que le compactage du sous-sol par des poids de plus en plus lourds atteigne des profondeurs inaccessibles aux outils de préparation du sol normaux, il est indispensable de réduire la pression spécifique au sol en proportion de l'augmentation de la charge totale.

4. Freins de remorques

Celui qui a besoin d'une soupape de commande additionnelle à simple ou double effet, pour basculer une remorque ou tourner sa charrue, achète une soupape correspondante. Mais qui serait disposé à payer un même prix pour plus de sécurité? Une installation de freinage à air comprimé coûte naturellement plus que Fr. 500.- ou Fr. 1000.-, mais on peut obtenir des soupapes pour freins hydrauliques de remorques à des prix analogues.

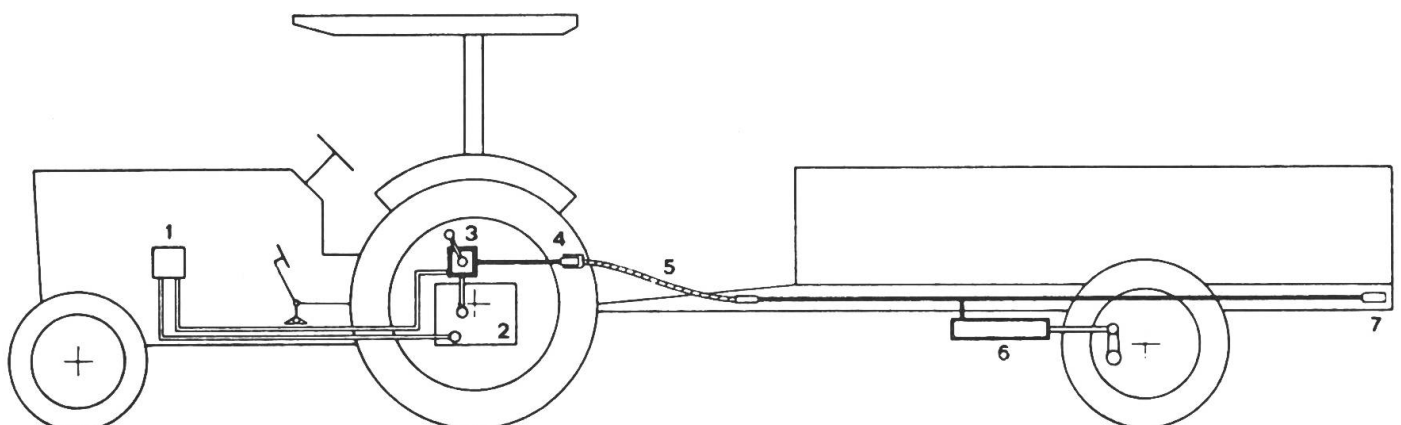
Avec les systèmes de freinage actuels, la pratique agricole ne peut rendre justice à la loi que d'une façon restreinte. En effet, il est rare de pouvoir réaliser le ralentissement exigé de $2,25 \text{ m/s}^2$ (correspondant en cas d'une vitesse initiale de 25 km/h à une distance d'arrêt d'environ 10 m – sans distance de réaction).

Vu que tous les tracteurs sont équipés d'une installation hydraulique, il est tout indiqué d'adopter des systèmes hydrauliques pour le freinage des remorques.

Pour obtenir une installation de freinage hydraulique, on monte tout d'abord sur le côté de refoulement de la pompe hydraulique du tracteur une soupape hydraulique additionnelle – soit une soupape de frein de remorque – et depuis cette soupape une conduite de frein reliée à la remorque. Là, un cylindre hydraulique agit sur le palonnier de frein. Quant à la soupape de frein, elle est actionnée par un levier à main ou par la pédale de frein du tracteur.

Actuellement, presque tous les tracteurs sont livrables avec une soupape à commande manuelle ou une soupape à commande au pied moyennant des majorations de prix respectives inférieures à Fr. 500.- ou d'environ Fr. 1000.-. Un montage des soupapes de freins de remorques spécifiquement conçues pour certaines marques de tracteurs – Renault, Fiat, Ford, John Deere – aussi bien que pour des firmes de sous-traitants et qui conviennent à quelques exceptions près à toutes les marques et à tous les types de tracteurs – Bosch, Euro-mat, Fritzmeier, Westinghouse.

Fig. 4: Variante la plus simple d'un frein de remorque hydraulique: commande par levier à main.



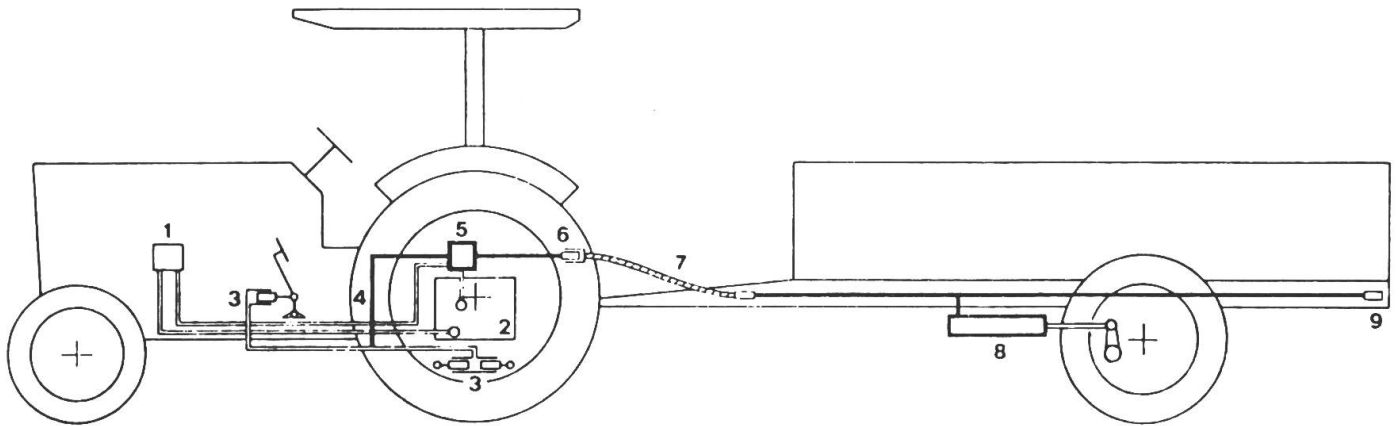
Equipement de base du tracteur:

1. Pompe hydraulique
2. Réservoir d'huile

Equipement supplémentaire pour frein de remorque:

3. Soupape de frein à commande manuelle
4. Raccord rapide
5. Conduite de frein
6. Cylindre de frein
7. Raccord de frein pour deuxième remorque

Fig. 5: Frein de remorque hydraulique, commande par la pédale de frein du tracteur et impulsion par le frein hydraulique du tracteur.



Équipement de base du tracteur:

1. Pompe hydraulique
2. Réservoir d'huile
3. Frein hydraulique du tracteur (tracteurs de la classe de puissance supérieure, avec cabine intégrée ou avec freins humides)

Équipement supplémentaire pour frein de remorque:

4. Conduite d'impulsion
5. Soupape de frein de la remorque
6. Raccord rapide
7. Conduite de frein
8. Cylindre de frein
9. Raccord de frein pour deuxième remorque

Afin que la freinage puisse être adapté aux modifications de charge de la remorque, on a mis sur le marché des soupapes d'adaptation à la charge. A cause des fréquentes variations de charge (citernes à pression, autochargeuses), nous sommes d'avis que la soupape d'adaptation devrait être placée de préférence sur le tracteur, où elle peut être atteinte et réglée sans autre, et non sur la remorque. A ceci vient s'ajouter l'avantage de ne pas devoir acquérir pour chaque remorque une soupape d'un prix approximatif de Fr. 350.—.

La normalisation des installations de freins de remorques hydrauliques est arrivée au point où des tracteurs et remorques peuvent être échangés mutuellement. Cette possibilité a une importance particulière pour l'emploi communautaire de machines. La pression de freinage maximale est de 120 à 150 bar, et l'accouplement de frein est normalisé respectivement selon ISO DP 5616 ou NF 16 006.

En ce qui concerne l'équipement des remorques, il convient de remarquer que le dimensionnement des cylindres de freins doit être relativement réduit à cause des pres-

sions maximales relativement élevées. Les valeurs empiriques adoptées pour les diamètres des pistons varient entre 18 et 25 mm selon les châssis et essieux des remorques concernées. On peut aussi parfaire l'adaptation de la force de freinage au moyen de différents trous percés dans la clef de freinage qui permettent de modifier la longueur des bras de leviers. La course du piston doit être relativement grande, soit mesurer au moins 150 mm, afin que le frein fonctionne encore même lorsqu'il n'est pas souvent rajusté. Il est à conseiller de pourvoir le cylindre de frein d'un ressort de rappel pour assurer un relâchement irréprochable du frein. Un équipement correspondant coûte entre Fr. 500.— et Fr. 700.—.

Des remorques agricoles utilisées souvent à travers champs et sur des chemins vicinaux devraient non seulement avoir des freins efficaces, mais aussi de bons pneus antidérapants, car un bon résultat de freinage dépend aussi d'un frottement par adhérence entre les pneus et le sol. Un profil AS est particulièrement indiqué. On recommande un montage en sens inverse afin d'obtenir un meilleur effet autonettoyant lors des freinages.

5. Résumé

Le besoin en force de traction pour charges qui roulent sur une voie de circulation solide ou à travers champs est influencé non seulement par le poids, mais aussi et surtout par la taille et la pression de gonflage des pneus.

Le pouvoir de traction d'un tracteur est déterminé en premier lieu par la charge dynamique de l'essieu moteur. Il s'agit donc d'optimiser ce facteur par des déplacements ou des adjonctions de poids (aussi par remplissage d'eau des pneus). A part cela, la surface de contact entre pneu et sol joue également un rôle décisif en ce qui

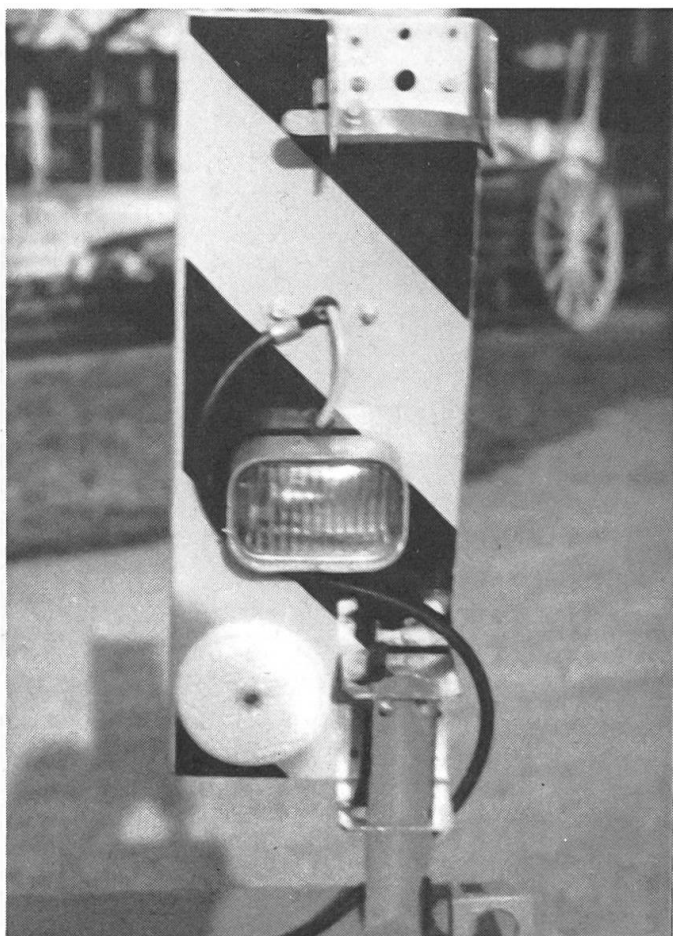
concerne la pouvoir de traction. Elle peut être influencée par la monte en pneumatiques, la pression de gonflage et le nombre de roues motrices (éventuellement jumelées). Mentionnons que le volume du sol compacté par la charge dynamique des essieux moteurs est proportionnel au poids du véhicule.

Pour le freinage des remorques agricoles, on offre aujourd'hui sur le marché des installations pneumatiques, mais aussi hydrauliques. Vu que tous les tracteurs sont déjà équipés d'une installation hydraulique, il est tout indiqué d'y adjoindre un système de freinage hydraulique. Trad. H.O.

La page des nouveautés

Panneau de signalisation combiné

Le marché suisse vient d'être enrichi d'un nouveau panneau de signalisation combiné



très avantageux. Il s'agit du phare pour appareils LUTZ. Cette innovation résoudra tous vos problèmes concernant les prescriptions d'éclairage ou de démarcation pour les semoirs portés, les distributeurs d'engrais, les pulvérisateurs pour cultures, les ensileuses à maïs fourrager et les planteuses de pommes de terre.

Ce panneau de signalisation LUTZ peut être fixé horizontalement ou verticalement au moyen d'angles de fixation DIN qui se montent aisément sur chaque appareil ou machine. Grâce à des fermetures rapides, il peut être échangé immédiatement et ne nécessite que peu d'espace pour être monté. Vous obtiendrez les phares LUTZ auprès de tous les négociants en machines agricoles, ainsi que chez les commerçants de pièces détachées, et chez les fabricants d'appareillage et les coopératives. L'importateur général vous livrera des prospectus en couleur à l'adresse suivante: GRIESSER Maschinen AG, 8450 Andelfingen ZH. Trad. c.s.

Un système de chargement et de transport entièrement nouveau

Un profane croit voir devant lui un container à béquilles et roulettes. Le sensationnel ne