Zeitschrift: Le tracteur : périodique suisse du machinisme agricole motorisé
Herausgeber: Association suisse de propriétaires de tracteurs
Band: 17 (1955)
Heft: 7

Artikel: Les arbres à cardans utilisées en agriculture
Autor: Schröter, K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1049179

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: 12.12.2025

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

Les arbres à cardans utilisés en agriculture

par K. Schröter, Bensberg-Herkenrath

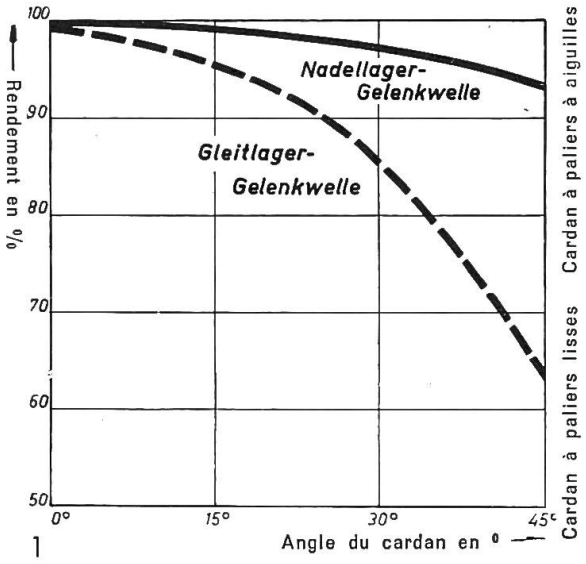
La transmission de la puissance du tracteur aux machines portées, semi-portées, remorquées ou stationnaires se fait presque exclusivement par l'intermédiaire d'un arbre à cardans. Son rendement élevé et la possibilité qu'il offre de transmettre la puissance à une certaine distance et sous un angle variable en font l'organe de transmission idéal pour l'exploitation agricole. Le régime normalisé de la prise de force des tracteurs agricoles (environ 550 tours par minute) ne nécessite pas un équilibrage parfait de l'arbre à cardans et permet la construction d'arbres à doubles cardans de grande longueur. Cependant, les conditions d'exploitation particulières aux machines agricoles ont obligé les constructeurs à améliorer sans cesse ces arbres de transmission. L'angle sous lequel les cardans doivent travailler (voir à fig. 10a l'angle marqué d) peut atteindre et même dépasser 70°. Pour cela, il n'est pas question d'équiper le cardan lui-même de paliers lisses à cause des frottements trop considérables, de la chaleur dégagée qui ne peut pas être évacuée facilement et aussi de la nécessité de graisser très souvent. Il faut utiliser des paliers à roulements à aiguilles qui ont un excellent rendement. La diminution du rendement en fonction de l'angle sous lequel travaille l'arbre à cardans est donnée par la figure 1. Le léger supplément de prix occasionné par l'utilisation de paliers à aiguilles est très rapidement compensé par l'économie de carburant et par la diminution des réparations. On comprend alors pourquoi les arbres à cardans utilisés en agriculture sont de plus en plus munis de paliers à aiguilles.

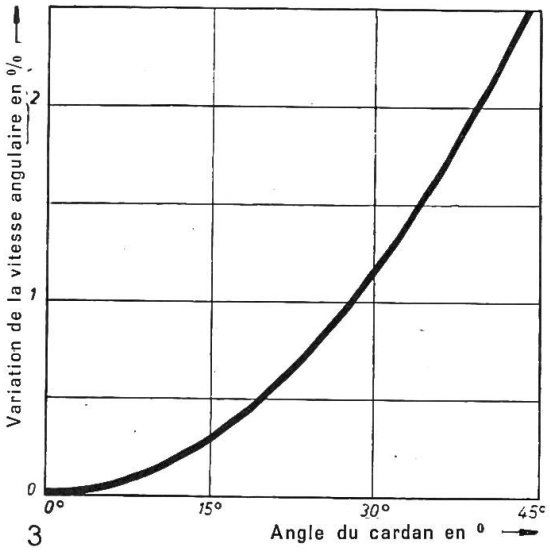
Il est nécessaire que la longueur de l'arbre à cardans puisse varier dans de larges limites. Il faut aussi tenir compte de l'encrassement des parties travaillantes qui est absolument inévitable à la campagne, en particulier par suite du dépôt de poussière sur les parties graissées, de même que les dommages qui peuvent être provoqués par des causes extérieures. C'est pourquoi les arbres à cardans utilisés pour les machines agricoles doivent être construits avec des tolérances plus grandes que ceux utilisés dans la construction automobile. Le jeu indispensable entre les parties coulissant l'une dans l'autre et permettant les variations de longueur de l'arbre a rendu nécessaire l'étude d'un profil spécial pour ces pièces, de façon que la transmission de la force ne se fasse pas suivant une ligne mais par une surface. D'après les résultats des recherches faites jusqu'à maintenant, la force nécessaire pour faire coulisser l'une dans l'autre les deux parties de l'arbre varie selon le profil utilisé lorsque la puissance transmise et la vitesse de rotation restent les mêmes. Le tube profilé que l'on voit sur la fig. 2 offre une grande résistance à la torsion tout en permettant aux deux parties de coulisser facilement. La répartition de l'effort se fait régulièrement sur toute la longueur des nervures. Cette forme assure encore un bon

centrage de l'ensemble tournant, ce qui a une heureuse influence sur la douceur de marche.

Les tubes profilés ayant deux nervures disposées à 180° sont avantageux en ce sens qu'ils rendent impossible un montage incorrect de l'arbre. En effet, les fourches des cardans de chaque extrémité des parties coulissantes doivent être parallèles. Un décalage de 90° provoque une marche par saccades et par conséquent des vibrations très nuisibles. La relation entre l'angle sous lequel travaille le cardan et l'irrégularité de vitesse est donnée par la figure 3.

Etant donné que, jusqu'à maintenant, la distance entre la prise de force du tracteur et sa barre d'attelage n'a pas été normalisée, il est nécessaire





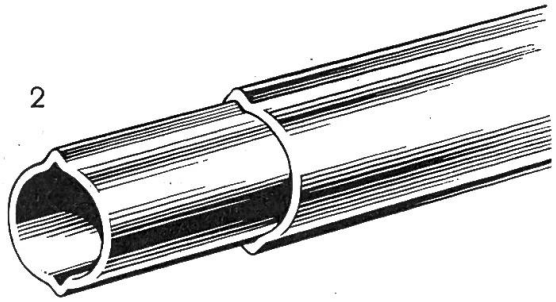


Fig. 1: Variation du rendement en fonction de l'angle de travail.
Fig. 2: Tube profilé coulissant.
Fig. 3: Variations de la vitesse angulaire en fonction de l'angle de travail.

de faire des arbres à cardans de différentes longueurs. Dans ces conditions, on ne peut pas souder le cardan sur l'arbre parce que l'interchangeabilité n'est plus possible. La fixation représentée à la figure 4 permet d'échanger très rapidement et sans aucune peine le tuyau profilé.

La plupart des arbres à cardans utilisés sont composés de deux cardans et il est nécessaire de mettre un accouplement de sécurité entre les deux cardans. Cet accouplement de sécurité permet d'éviter des dégâts lorsque la machine se bloque et que la prise de force continue à tourner; il fonctionne comme limiteur d'effort de torsion. (Cet effort de torsion s'appelle couple ou moment de torsion; il se mesure en kilogrammètres

(kgm). Un kgm représente le moment de torsion exercé par une force de un kg agissant sur une manivelle de un mètre de rayon ou par une force de 2 kg agissant sur une manivelle de 50 cm.) Pour éviter les inconvénients cités plus haut et dûs au décalage des fourches des cardans, il est nécessaire que l'accouplement de sécurité (limiteur de couple) fonctionne de demi-tour en demi-tour. La figure 5 montre un tel dispositif utilisable avec un tube profilé selon la figure 2 et ne nécessitant aucune augmentation de diamètre. L'arbre intérieur est cylindrique et perforé d'une série de trous parallèles entre eux. Dans chacun d'eux sont logées deux cames en acier trempé séparées l'une de l'autre par un ressort. Une arête taillée à l'extrémité de chaque came vient s'insérer dans la rainure du tube profilé qui est également en acier trempé. Lorsque le moment de torsion à transmettre est trop grand, les cames sont forcées de rentrer dans leur logement et l'arbre peut tourner à l'intérieur du tube profilé sans que des forces axiales prennent naissance, comme c'est le cas pour les limiteurs de couple couramment utilisés jusqu'à maintenant. Les variations de l'effort-limite à transmettre sont obtenues en modifiant le nombre de cames ou en échangeant les ressorts. On a renoncé à faire varier la tension des ressorts, parce que le constructeur de machines agricoles doit être en mesure de calculer avec une précision suffisante l'effort maximum que l'arbre à cardans doit transmettre. L'utilisateur de la machine ne peut plus modifier la puissance que l'arbre peut transmettre avant que le limiteur de couple entre en action, ce qui a pour conséquence d'éviter des dégâts dûs à une surcharge des machines. Comme le limiteur de couple se trouve enfermé, il n'est plus sujet à des variations de résistance dues aux conditions atmosphériques, variations qui sont inévitables avec les limiteurs de couple ordinaires. Le graissage ne pose pas de problème.

Pour tous les accouplements de sécurité, il y a une différence entre le moment maximum qu'il peut transmettre à l'arrêt ou en marche. Cela s'explique en ce sens que, pendant la marche, et en particulier lorsque le moteur est un moteur à explosion, il se produit des vibrations qui diminuent considérablement le moment maximum que l'accouplement de sécurité est capable de transmettre, parce que le coefficient de frottement dynamique est plus faible que le coefficient de frottement statique. Pour la plupart des machines agricoles, il est donc nécessaire de faire les calculs en partant du coefficient de frottement dynamique. Le moment de torsion maximum que l'on mesure avant que l'accouplement de sécurité cède, lorsque la machine est à l'arrêt (moment statique), peut atteindre et même dépasser le double du moment de torsion se produisant lorsque la machine fonctionne (moment dynamique). Pour dimensionner le limiteur de couple, il faut encore tenir compte des surcharges qui peuvent se produire, en particulier par des vibrations ou lors de la mise en marche de la machine. Du point de vue économique, il est préférable que l'accouplement de sécurité puisse absorber en partie la surcharge due au démarrage, sinon on aboutirait à des pièces trop grosses et surtout trop coûteuses.

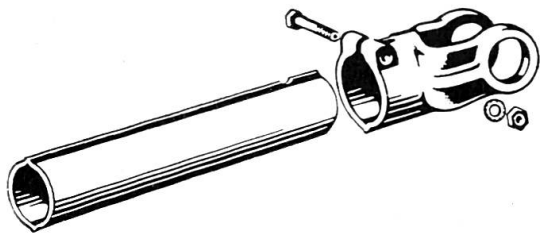


Fig. 4: Fixation du tube à la fourche du cardan.

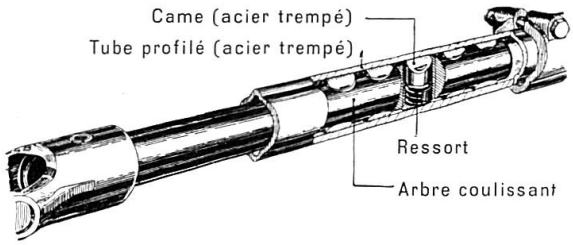


Fig. 5: Accouplement de sécurité.

La fixation de l'arbre à cardans à la prise de force du tracteur doit se faire sans outils et très rapidement. Lorsque l'arbre à cardans est entouré d'une protection, il est particulièrement indispensable que le dispositif de fixation rapide soit facile à manier, parce que l'accès à la prise de force du tracteur est rendu difficile par la présence de cette protection. La figure 6 nous montre le détail d'une fixation rapide simple et facile à manier. Pour adapter l'arbre à cardans à la prise de force, il faut peser avec le pouce sur la clavette tangentielle jusqu'à ce qu'elle arrive au fond de son logement; à ce moment, on peut fixer la douille sur l'arbre cannelé de la prise de force. Lorsque la douille est en place, la clavette revient en arrière sous l'action d'un ressort et l'arbre à cardans est fixé, la clavette ayant pénétré dans la rainure circulaire de l'arbre cannelé.

Il est bien entendu que pour pouvoir fixer rapidement l'arbre à cardans à la prise de force du tracteur, il faut que cette dernière soit normalisée et que ses dimensions soient exactes; il faut également que les pièces soient propres, sinon on a de la peine à mettre et à ôter l'arbre à cardans.

Avec les fixations rapides, il faut aussi tenir compte des forces axiales. Tant que le couple ne dépasse pas 50 kgm (ce qui, à la vitesse de la prise de force de 550 tours/min représente une puissance d'environ 40 CV), on peut se contenter d'une fixation à une clavette, tandis que pour des puissances supérieures, il faut une fixation à double clavette (fig. 7) parce que les forces axiales sont plus importantes. Le joint à grand angle (double cardan) décrit plus loin a une fixation par anneau à ressort (fig. 8).

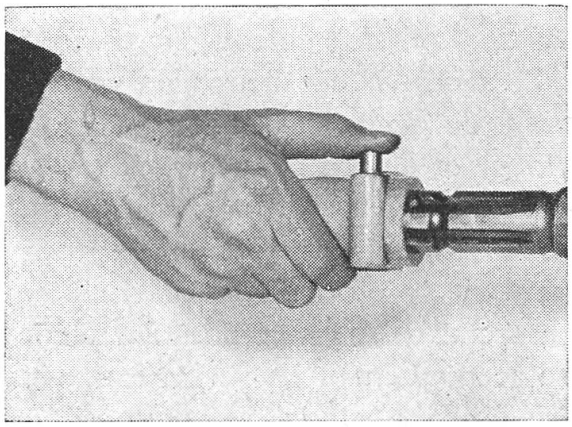


Fig. 6: Accouplement rapide.

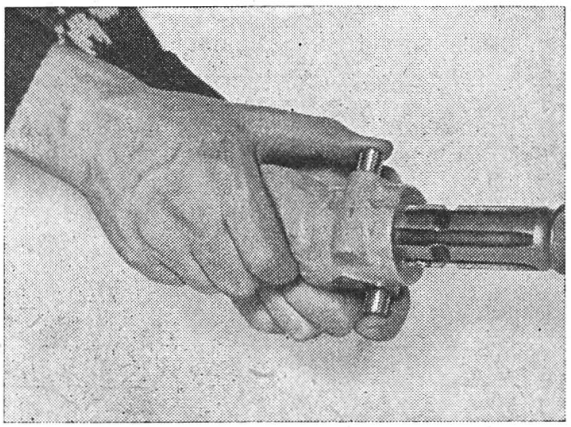


Fig. 7: Accouplement rapide à double clavette.

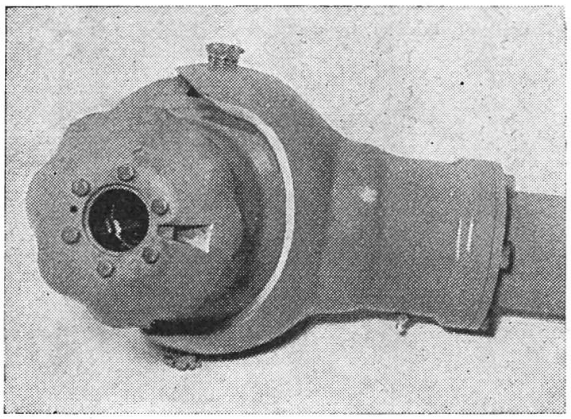


Fig. 8: Accouplement rapide à anneau.

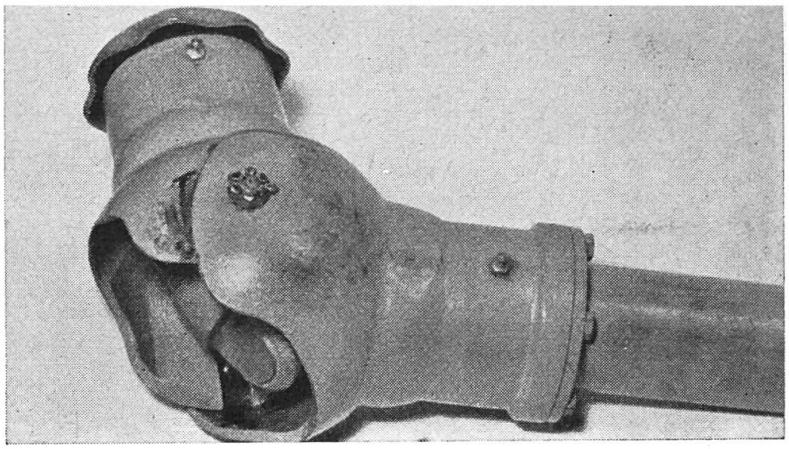


Fig. 9: Joint à grand angle.

Sur les machines trainées, les arbres à cardans doivent souvent travailler sous des angles très grands, de l'ordre de 70 à 75°. Pour permettre cela, il a fallu renoncer au cardan simple avec lequel les irrégularités de vitesse (fonctionnement par saccades) sont trop considérables dès qu'on dépasse un angle de 40°, ce qui produit des vibrations et une usure rapide. Seul le double cardan peut convenir car sa marche est absolument sans saccades. Le joint à grand angle (double cardan) représenté à la figure 9 est capable de travailler parfaitement sous un angle de 80°. La combinaison de l'arbre à doubles cardans et d'un tube protecteur articulé lui-même par un joint à rotule donne une construction simple et robuste. Du moment que l'arbre est centré dans le tube de protection par des paliers, il n'est pas nécessaire d'avoir un palier intermédiaire sur le timon de la machine. Il faut toujours prendre garde, lorsqu'on utilise un arbre à doubles cardans à ce que le point de pivotement du timon soit juste au-dessus ou au-dessous du double cardan.

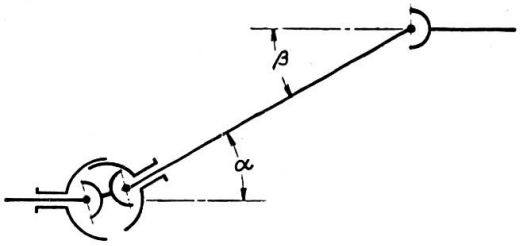


Fig. 10a

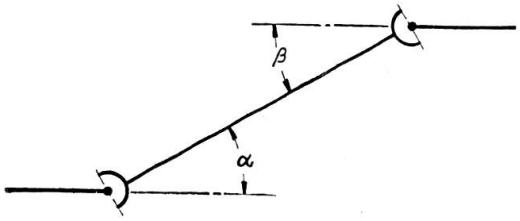


Fig. 10b

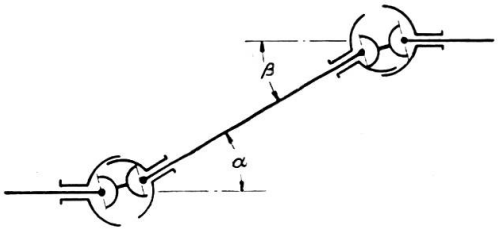


Fig. 10c

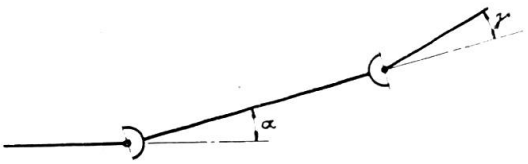


Fig. 10d

Arbres profilés à simples ou doubles cardans.

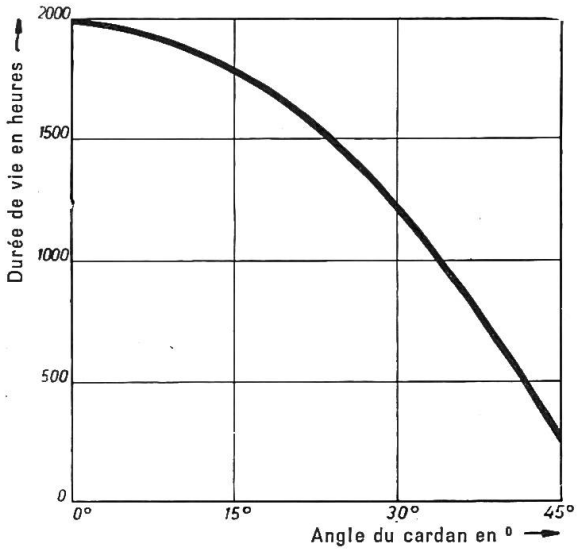


Fig. 11: Durée de vie du cardan en fonction de l'angle de travail.

Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, le double cardan assure une marche absolument régulière, la vitesse angulaire de sortie étant rigoureusement la même que la vitesse angulaire d'entrée. Ce fait est souvent ignoré et l'on voit quelquefois des arbres à cardans équipés d'un cardan double et d'un cardan simple selon la figure 10a; après le double cardan, la vitesse est uniforme, mais après le simple cardan, elle est irrégulière (saccadée). C'est une erreur et il est préférable de mettre un arbre à deux cardans simples (fig. 10b). Si, pour une raison quelconque, par exemple parce que le premier cardan doit travailler sous un angle trop grand, on ne peut pas utiliser un arbre à 2 cardans simples, on prendra 2 doubles cardans selon la figure 10c.

Lors de l'étude de nouvelles machines à prise de force, il faut tenir compte des règles suivantes:

1. Tous les angles de cardans qui restent invariables doivent être choisis aussi petits que possible parce que la durée de vie des cardans, même de ceux qui sont munis de roulements à aiguilles, diminue proportionellement au carré de la valeur de l'angle, ainsi que le montre la figure 11.
2. Lors de l'utilisation de cardans simples, il faut que chacun des deux cardans travaille sous le même angle. S'il n'est pas possible d'avoir une disposition selon la figure 10b, on choisira le schéma 10d.
3. Pour dimensionner correctement un arbre à cardans, il faut tenir compte des efforts maxima dûs aux surcharges qui peuvent se produire. Ces efforts sont très variables sur les machines agricoles et peuvent atteindre le triple de l'effort normal continu.

Des vibrations peuvent se produire dans l'arbre reliant deux cardans simples travaillant sous un grand angle, et une grande marge de sécurité doit être admise dans les calculs. Lors de la construction de machines agricoles nouvelles, on ne peut pas se contenter de calculer les dimensions de l'arbre à cardans; on est obligé de vérifier les calculs en faisant travailler la machine lors d'essais poussés. (trad. ergé)