

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 77 (2015)
Heft: 8

Artikel: Réflexions sur les transmissions
Autor: Gnädinger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1085831>

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>

Réflexions sur les transmissions

Les constructeurs sont unanimes à proposer pour leurs tracteurs un vaste choix de transmissions différentes et ont engagé une course effrénée aux innovations, affublées de désignations plus ou moins fantaisistes. Les prix suivent le mouvement, et ces transmissions sophistiquées, sujettes à des pannes prématurées, nécessitent des réparations plus coûteuses encore que les moteurs.

Ruedi Gnädinger

Le tracteur typique des années 60 avait généralement une boîte de vitesses principale à 4 – 5 vitesses AV, et deux boîtes de gamme en aval, l'une pour les applications de transport, l'autre pour les travaux aux champs. Pour la marche arrière, on prévoyait soit une vitesse AR dans la boîte principale, soit une gamme arrière en complément des deux gammes disponibles en marche avant.

Modestie des moyens techniques mis en œuvre

A cette époque, les boîtes de vitesses offraient donc huit à dix rapports en marche avant, et deux à cinq en marche arrière. La boîte principale était généralement commandée par crabots, sans bagues de synchronisation, ou certaines vitesses étaient synchronisées comme sur les voitures de l'époque. Les boîtes de gamme étaient commandées par un pignon baladeur à denture droite, seules les paires d'engrenages nécessaires étant en prise. Ce système, qui reste à ce jour celui qui présente le moins de pertes, était pleinement satisfaisant aux yeux des spécialistes et les utilisateurs en étaient contents.

Alors pourquoi nous faudrait-il aujourd'hui une transmission « Super Powershift » commandée sous charge, à quoi peut bien servir la multiplication du nombre de rapports (approchant les performances d'une transmission à variation continue) et quel est l'intérêt des solutions automatiques (gestion de la transmission) ?

Jusqu'où faut-il rapprocher les rapports de la boîte de vitesses ?

L'augmentation de la vitesse maximale autorisée sur route a fortement modifié les attentes en matière de puissance du moteur et de performances de la boîte de vitesses. Sauf à changer l'étagement de la boîte, cette dernière doit désormais compter un plus grand nombre de rapports. Dans les applications non routières du tracteur par contre, les vitesses d'avancement n'ont guère évolué car elles sont limitées par les performances des machines et par les risques inhérents aux travaux. Ce n'est donc que dans les applications de transport qu'il est utile de disposer d'un plus grand nombre de rapports, notamment dans les situations

où, pour transporter des charges lourdes, la vitesse d'avancement est limitée par la puissance du moteur.

Les boîtes de vitesses des poids lourds et des tracteurs sont généralement étagées en progression géométrique, c'est-à-dire avec un écart identique entre les rapports, calculé en divisant la vitesse nominale d'un rapport par celle du rapport immédiatement inférieur. Pour prendre un exemple concret : $9 \text{ km/h} \div 7,5 \text{ km/h} = 1,2$. De la sorte, l'étagement d'une boîte peut être apprécié indépendamment de la vitesse nominale de chacun des rapports. En effet, nous constatons le même écart de 1,2 entre le rapport le plus élevé de la boîte citée en exemple, conçu pour rouler à la vitesse nominale de 40 km/h , et le rapport immédiatement inférieur, qui permet d'atteindre les $33,3 \text{ km/h}$. L'étagement exprimé de la sorte permet d'appréhender la qualité d'une boîte bien mieux que la différence absolue entre les vitesses (beaucoup plus importante entre les deux derniers rapports qu'entre les deux premiers). Un étagement avec un écart de 1,2 est largement satisfaisant et, avec les

Une vitesse maximale de 40 km/h , des charges remorquées de plus en plus importantes et des champs de plus en plus éloignés exigent des boîtes de vitesses bien étagées pour les longs trajets sur route. Un trop grand nombre de rapports et une chaîne cinématique trop complexe ont cependant pour effet de diminuer le rendement de la boîte de vitesses.

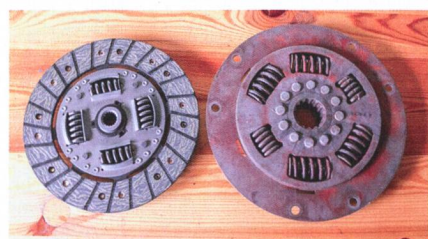
(Photos: Ruedi Gnädinger)



moteurs actuels, qui se distinguent par une augmentation élevée du couple (jusqu'à offrir la puissance constante dans le quart supérieur du régime), les efforts pour diminuer l'étagement ne se traduiraient ni par un gain de temps, ni par une amélioration sensible de la qualité du travail. Le diagramme «force de traction en fonction de la vitesse d'avancement» représente la force de traction disponible aux quatre rapports supérieurs avec le moteur à pleine charge. La plage de vitesse représentée pour les différents rapports correspond à la plage utile entre un régime nominal fixé à 2200 tr/min. et 1600 tr/min. L'augmentation du couple supposée dans cette plage de régime signifie une puissance constamment disponible de 90 % de la puissance nominale. Le diagramme fait apparaître que la force de traction maximale d'un rapport chevauche celle du rapport voisin, de sorte que la puissance de traction reste entière dans toute la plage couverte par les quatre rapports. Dans ces conditions, un étagement inférieur à 1,2 n'offrirait aucun avantage technique. Ce qui plus est, le conducteur ne serait guère en mesure de tirer profit de ses possibilités car il serait dans l'incapacité de discerner les changements de vitesse, devenus trop faibles. Nous rencontrons un problème identique sur nos voitures, lorsque le rapport le plus élevé est démultiplié juste un peu plus que le rapport immédiatement inférieur (bruit en cabine presque inchangé).

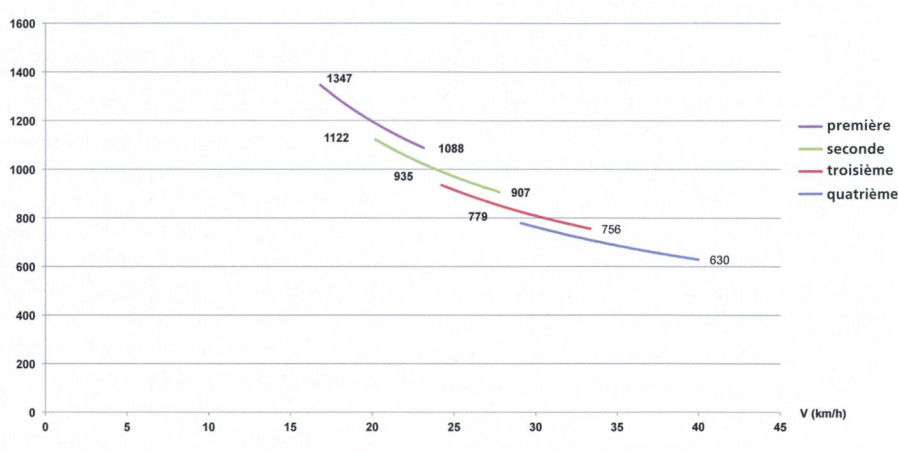
Les rapports sous charge sont à manier avec ménagement

Les rapports sous charge évitent les discontinuités dans l'effort de traction, un avantage appréciable pour qui connaît la difficulté qu'il y a à passer un rapport supérieur en tractant une lourde charge à faible vitesse, ou en effectuant certains travaux des champs tels que le labourage ou le pressage de balles. Sans la possibilité de passer le rapport sous charge, le véhicule va perdre



Tant les embrayages d'avancement traditionnels (voiture de tourisme à gauche) que les embrayages destinés à amortir les importantes pointes de couple au démarrage et au passage des vitesses (tracteur sans embrayage classique à droite) possèdent un moyeu élastique.

Exemple : Force de traction F et vitesse V dans le cas d'un moteur avec une bonne montée en couple, pour les 4 vitesses supérieures : 1, 2, 3 und 4



Un moteur avec une augmentation de couple élevée et une boîte de vitesses avec un étagement de 1,2 sont la garantie de disposer de l'intégralité de la puissance de traction en toutes circonstances.

beaucoup de vitesse, voire s'arrêter, pendant le passage par le point mort et il ne reste au conducteur plus qu'à redémarrer dans le même rapport, ou en malmenant l'embrayage s'il passe quand même le rapport supérieur.

Dans les boîtes de vitesses des tracteurs, les rapports sous charge sont réalisés sous forme de trains épicycloïdaux et d'embrayages multidisques à commande hydraulique. En intégrant plusieurs trains épicycloïdaux et une commande ciblée des différents embrayages multidisques, des boîtes de vitesses économiques offrant plusieurs rapports sous charge ont pu être réalisées. Ce type de transmission présente en outre l'avantage de pouvoir se loger dans un carter plus court que celui d'une boîte de vitesses traditionnelle offrant le même nombre de rapports. En revanche la chaîne cinématique comportera un plus grand nombre d'engrenages, ce qui va forcément faire baisser le rendement.

Le passage des rapports sans interrompre l'effort de traction implique aussi la nécessité de synchroniser, dans un laps de temps court, des arbres tournant à des vitesses différentes. Cette synchronisation s'effectue en faisant patiner brièvement les embrayages multidisques. Les effets d'inertie induits produisent dans toute la chaîne cinématique des pointes de couple généralement atténuées par un embrayage à disque muni de ressorts amortisseurs de torsion entre le moteur et la boîte de vitesses (cf. image disques d'embrayage). A ce propos, il convient de tenir compte du fait que l'énergie cinétique augmente au carré du régime ou de la vitesse d'avancement. Tant qu'on roule à une vitesse réduite sur un chemin

non consolidé, les forces en présence seront faibles et non problématiques, mais dès qu'on avance à une vitesse soutenue sur une route consolidée, il est conseillé de ne pas forcer sur la pédale des gaz, sous peine d'avoir à effectuer des réparations coûteuses à la longue.

La boîte automatique a-t-elle automatiquement raison ?

Avec une boîte de vitesses automatique, ce n'est plus le tractoriste qui choisit les rapports, mais le programme du module de commande (gestion du moteur, de la boîte et de la conduite). Sur les prospectus publicitaires, ces solutions, toujours qualifiées d'avenir, sont bien entendu présentées sous leur jour le plus favorable. En fait, il s'agit juste de savoir si le module de commande est mieux à même de choisir le rapport le plus approprié que le conducteur, qui lui peut évidemment faire appel à son expérience et à son bon sens, et si la facilité apportée par l'automatisme contribue en quoi que ce soit à améliorer la sécurité.

Le fait est qu'un automatisme, quel qu'il soit, fera son choix exclusivement sur la base d'informations telles que le régime moteur, la demande de puissance, la vitesse d'avancement et le rapport couramment engagé. Anticiper et agir en tenant compte de son expérience dans des situations critiques reste l'apanage d'un bon conducteur. Il est en tout cas souhaitable que le conducteur ait toujours la possibilité de décider en dernier ressort quel rapport il compte utiliser. L'automatisme va certes libérer le conducteur de certaines tâches fastidieuses et lui permettre de mieux se concentrer sur les obstacles qu'il risque de rencontrer. Mais

est-ce toujours le cas et ne pourrait-on pas dire qu'après la fatigue, c'est souvent le manque de concentration et la routine qui conduisent à l'inattention et à la distraction ?

Et le rendement ?

Le rendement énergétique et la durabilité sont des thèmes récurrents. Mais des solutions praticables sont rarement proposées avec les informations nécessaires pour évaluer les nouveautés, par exemple l'influence des différents types de boîtes de vitesses sur la consommation de carburant. Il faudrait pour cela effectuer des séries d'essais sur un parcours normalisé, comprenant un nombre représentatif de démarrages à froid, de travaux dans les champs et de trajets sur route, avec et sans remorque, en montée et en descente, etc. Seules des comparaisons de ce type permettraient de mesurer et d'évaluer dans leur globalité les effets du poids, des pertes et du fonctionnement optimisé du moteur.



La qualité du travail au champ compte davantage qu'une vitesse d'avancement maximale.

La problématique spécifique du rendement d'une boîte de vitesses peut être abordée de la manière suivante :

Frottement : la simple rotation des engrenages d'une boîte de vitesses, en l'absence de toute charge utile, exige un couple important pour surmonter le frottement. Cette dissipation d'énergie indépendante de la charge dépend du nombre d'engrenages en prise permanente, de la quantité de paliers et du nombre d'embrayages multidisques non engagés, et bien sûr de la taille respective de ces éléments. Les éléments plongés dans l'huile de la boîte sont également une source de pertes, selon la viscosité de l'huile (démarrage à froid) et le régime du moteur. Toutes ces pertes indépendantes de la charge sont étroitement liées à la complexité de la boîte de vitesses, et les possibilités de

Evaluation correcte des avantages

Compte tenu de l'impact du choix de la boîte de vitesses sur les coûts d'acquisition et les coûts consécutifs, il est important de fonder sa décision sur des arguments rationnels, notamment en fonction des besoins de l'entreprise et non en fonction des produits proposés. Une petite rétrospective s'impose. Quels sont les éléments de la boîte de vitesses de l'ancien tracteur qui ont fait leurs preuves et qu'il faudrait donc conserver ? Ensuite seulement on pourra formuler ses attentes à l'égard des techniques plus modernes, sans jamais cependant perdre de vue la rentabilité qu'on en attend. La question de savoir si un investissement est économique suscite souvent des débats, encore faudrait-il être

sûr de parler de la même chose. Un dénominateur commun serait pourtant simple à trouver : un investissement peut être qualifié de rentable s'il réussit à améliorer la situation de l'exploitation et de la famille de l'agriculteur.

Nombreuses sont les exploitations où les performances et l'équipement technique des tracteurs n'ont pas un impact primordial sur la charge de travail. Très souvent un modèle plus simple suffirait pour réaliser le travail avec un bon niveau de qualité. Une fois passé l'attrait de la nouveauté, la vie reprend son cours, avec ses problèmes : la charge de travail n'a guère diminué et la situation économique ne s'est pas vraiment améliorée.

les réduire sont généralement épuisées depuis longtemps.

Les pertes liées à la charge se produisent lorsqu'il s'agit de transmettre une puissance ou un couple par la chaîne cinématique, notamment par les paires d'engrenages opérant sous charge. A qualité égale des engrenages (rendement des différentes paires d'engrenages), une boîte de vitesses avec un nombre de points de transfert réduit aura donc un rendement global supérieur.

Les transmissions par engrenages ont un excellent rendement, et cela vaut pour les deux types de pertes, celles indépendantes de la charge et celles liées à la charge. Dans le cas d'un hydrostat, le rendement

global de la transmission hydraulique est exprimé par le rendement hydraulique multiplié par le rendement hydro-mécanique. Le rendement hydro-mécanique peut être amélioré en augmentant la pression de travail, contrairement au rendement volumétrique, qui non seulement ne peut plus guère être amélioré, mais se dégrade continuellement avec l'usure. Le rendement d'un hydrostat ne pourra jamais égaler celui d'une transmission par engrenages. C'est pourquoi les transmissions hydrauliques modernes opèrent en répartissant la puissance entre une partie mécanique et une partie hydraulique aussi réduite que possible. ■

L'importance d'une bonne utilisation des boîtes de vitesses sur un tracteur

Pour que les choses soient claires – les boîtes de vitesses complexes exigent elles aussi une conduite attentive et réfléchie, sous peine de réparations coûteuses. Le conducteur doit être particulièrement vigilant sur les points suivants :

- Démarrage lent dans le rapport approprié et avec un régime moteur plutôt élevé afin d'éviter une dissipation d'énergie excessive (échauffement et usure) dans l'embrayage d'avancement classique, ou dans les embrayages multidisques dans le cas des rapports sous charge.
- Si la demande de puissance le permet, il convient de passer rapidement la vitesse supérieure, car l'énergie dynamique des arbres et des engrenages, donc l'énergie nécessaire à la synchronisation (égalisation de la vitesse de rotation des engrenages avant d'embrayer), augmente de manière

disproportionnée avec le régime. L'usure des bagues de synchronisation et des embrayages multidisques, tout comme des pointes de sollicitation de la chaîne cinématique dans son ensemble, est donc plus faible lorsque les vitesses sont passées à bas régime.

- Selon la façon de conduire, les bagues de synchronisation peuvent atteindre la durée de vie du tracteur, ou être usées dès 4000 heures de fonctionnement. Pour réduire leur usure, il est important de passer les vitesses en exerçant le moins d'effort possible sur le levier de vitesse, et surtout en évitant les mouvements brusques, sachant que le processus de synchronisation demande du temps.
- Enfin, et ce n'est pas négligeable, en conduisant les véhicules modernes avec souplesse, vous contribuerez aussi à réduire la consommation de carburant.

Stocker Fräsen & Metallbau AG

Produit de fabrication suisse - dirigeant dans la technique, la Qualité et le prix



www.desileuses.ch

Désileuse de silos
Aspirateur à fumier de cheval
Silo pour fourrage



Böllistrasse 422 • CH-5072 Oeschgen • ☎ 062 871 88 88
Fax 062 871 88 89 • Mobile 079 211 20 73
www.desileuses.ch • info@silofraesen.ch



ECORASTER

Une solution parfaite pour tous les domaines

pour paddock, espaces libres, enclos, centres équestres, accès aux pâturages

- charge admissible élevée jusqu'à 350 t
- pas de boue
- facile à monter
- anti-dérapant
- incassable
- protège les tendons et les articulations
- durable, indéformable



RABAIS MONÉTAIRE

Dirim SA • Oberdorf 9a • CH-9213 Hauptwil
www.dirim.ch • info@dirim.ch • T +41 (0)71 424 24 84

> PRODUITS ET OFFRES

PUBLITEXTE

Nouveauté de Seppi M: broyeur de pierres – d'abattage et forestier: MIDISOIL dt

Le MIDISOIL dt est le dernier développement de la maison Seppi M. Le broyeur forestier et de pierres MIDISOIL dt pour tracteurs de moyenne puissance **100-170 CV**, rompt pierres jusqu'à **20 cm Ø**, paille, bois et fraise de souches jusqu'à **20 cm** de profondeur.



Le MIDISOIL dt est disponible en largeur de travail de **175-250 cm**.

La construction résistante et la combinaison d'outils et des supports d'outils avec couche en tungstène garantissent une haute résistance – même si les conditions sont exigeantes.

Les Patins d'atterrissage facilitent la pénétration au sol, la profondeur maximale peut être atteinte. Le concept de propulsion avec engrenage droit est notamment très mince et rationnel. Le **refroidissement intégré** évite une surchauffe de la propulsion. Optionnel, le MIDISOIL dt peut être équipé avec le système d'alignement **ADAM™** et **boîte de vitesse-2SPEED™** pour deux vitesses avec refroidissement intégré.

L'import de tous les produits de la maison Seppi M. s'opère par l'entreprise Agro-Technique Zulliger Sàrl. Visitez-nous à la foire forestière à Lucerne, **parc d'exposition stand C18**.

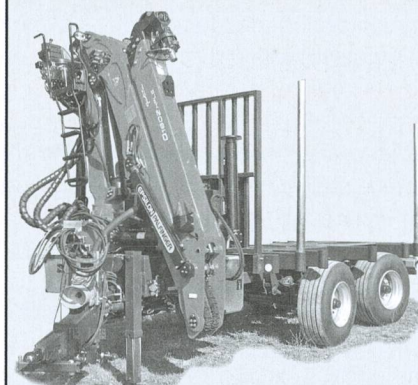
Nous vous montrerons en détail le programme Seppi M: broyeurs à marteaux, broyeurs forestiers, broyeurs de pierres, fraises de souches, broyeurs pour pelles, broyeurs pour prés-pâturages, broyeurs pour l'arbori- et viticulture.

Avec le système **2SPEED™**, la vitesse du rotor peut être réduite de 1000t/min à 500t/min simplement en déplaçant le levier mécanique situé sur la boîte de transmission principale en maintenant le régime de la prise de force du tracteur à 1000t/min. Résultat: la vitesse du rotor augmente et donc on réussit un meilleur travail au broyage de bois. En fraisant de pierres et sols à la première vitesse, le couple double et l'usure diminuent.

Agro-Technique Zulliger Sàrl
Bernstrasse 13 c
6152 Hüsliwil
Tél. 062 927 60 05
Fax 062 927 60 06
www.agrotechnikzulliger.ch
info@agrotechnikzulliger.ch

MAROLF

Le système amovible pour la forêt



Walter Marolf AG 2577 Finsterhennen
Tel 032 396 05 44 Fax 032 396 05 46
marolf@swissonline.ch / www.marolf.ch