

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 79 (2017)
Heft: 11

Artikel: Les transmissions sont plus qu'un simple élément de liaison
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1085686>

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>

Les transmissions sont plus qu'un simple élément de liaison

Les exigences envers les transmissions ont considérablement augmenté au cours des dernières décennies. Outre le confort et la facilité de conduite très largement améliorés, l'efficacité énergétique se situe au premier plan.

Ruedi Hunger

Pour les transports routiers, la vitesse finale a été (également) augmentée grâce à l'étagement fin des rapports. Photo : ZF



Dans le passé et aujourd'hui

Exigences d'origine sur les transmissions de tracteurs



- Adaptation de la vitesse en fonction du travail
- Augmentation du couple à l'essieu
- Inversion du sens de marche
- Disponibilité d'une puissance de travail à la prise de force
- Possibilité d'enclencher l'essieu avant (quatre roues motrices)
- Fonction porteuse entre le moteur et l'essieu arrière

Nouvelles exigences sur les transmissions de tracteurs



- Etagement fin des rapports et augmentation de la vitesse finale
- Changement des rapports sans débrayage ni interruption de la force de traction
- Inversion du sens de marche au moyen d'un inverseur
- Choix de plusieurs régimes de prise de force
- Modification de la vitesse en continu à régime moteur constant
- Exploitation du moteur diesel à consommation optimale à charge partielle

L'augmentation de la puissance des moteurs, l'introduction d'unités de commande électroniques et d'appareils et accessoires plus performants, tels que les combinaisons de semis, les presses à grosses balles ou les remorques de grande capacité, ont posé de nouvelles exigences envers les transmissions des tracteurs. C'est pourquoi, dans les tracteurs modernes, des entraînements powershift à passage sous charge jusqu'à 40 rapports ou des transmissions à variation continue et dérivation de puissance sont proposés. Cependant, tous ne roulent pas avec une transmission continue, loin s'en faut ! Les tracteurs utilisés tous les jours dans l'agriculture disposent de toute la gamme, de la boîte de vitesses manuelle à la transmission à variation continue.

Transmissions étagées

Dans le cas de transmissions étagées, le changement de vitesse s'effectue manuellement, hydrauliquement, pneumatiquement,

quement ou électriquement. Le couple et la vitesse de rotation sont transmis au moyen d'engrenages sur les boîtes de vitesses manuelles. Le changement de rapport s'effectue par des manchons ou des couronnes coulissantes. L'embrayage doit être actionné pour changer les vitesses d'une telle transmission.

Les paliers de fonctionnement sont répartis entre les groupes terrain, intermédiaire et routier. Des chevauchements peuvent se produire lors de la transition. Une connexion à crabots est souvent utilisée pour passer de la route au terrain. La transition est difficilement réalisable en roulant et le tracteur devrait être à l'arrêt pour la commutation. Le changement des rapports s'effectue dans le groupe principal, lorsque le tracteur se déplace à une certaine vitesse. Pour cette raison, cette partie de transmission est conçue comme une boîte synchronisée. Lorsque l'embrayage est actionné pour un changement de rapport lors de travaux de traction lourds, le tracteur peut s'immobiliser.

Transmissions planétaires

Dans un engrenage planétaire, le couple et le régime de rotation sont transmis par des pignons droits qui tournent à l'intérieur de la couronne. Un simple engrenage planétaire se compose d'une couronne, d'une roue solaire et d'un certain nombre de satellites. Cela signifie que les engrenages planétaires sont connectés à un porte-satellites et relient en même temps la roue solaire à la couronne dentée. Le couple n'est transmis que si au moins un élément est freiné. Ses caractéristiques principales sont de nombreuses possibilités d'étagement, une taille plutôt modeste et un fonctionnement silencieux. De plus, ces transmissions peuvent être commutées sans interruption de puissance. Il en existe différents types. Elles comptent aujourd'hui parmi les transmissions de tracteurs modernes.

Transmissions sous charge

Les transmissions ou les commutations de paliers sous charge complètent les transmissions mécaniques à passages sous charge. Elles permettent la commutation des rapports sans interruption de force de traction. Ce n'est que lorsqu'une transmission par paliers est équipée d'embrayages à lamelles et de freins multidisques que le changement de rapport peut être réalisé sans actionnement de l'embrayage ni interruption de la force de traction. Le changement réel du flux de

puissance entre l'embrayage à lamelles et le frein multidisque est contrôlé électrohydrauliquement. Lorsque les changements de rapport dans le groupe principal sont commandés électrohydrauliquement, il s'agit d'une transmission sous charge intégrale. Les désavantages liés à l'étagement des rapports de boîte de vitesse subsistent.

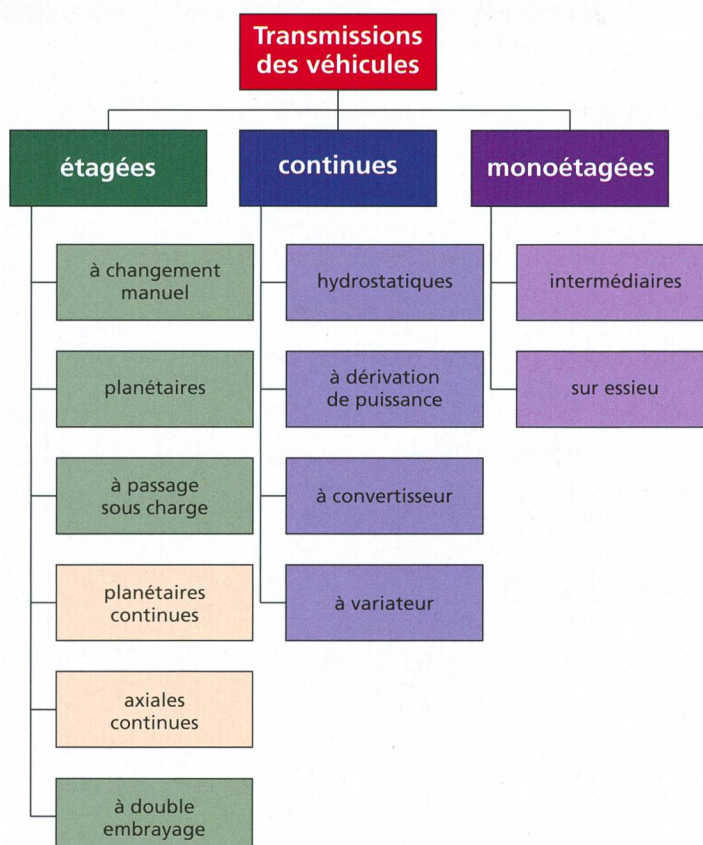
Deux exemples

ZF, constructeur de boîtes de vitesse, a poursuivi le développement de la transmission « T 7200 » à 4 rapports réversibles en deux versions. D'une part, la « TPT 16 », d'autre part la « TPT 20 ». Elles sont disponibles avec six rapports commutables sous charge et un étagement plus serré. Alors que la variante précédente



Les exploitations de production fourragère souhaitent aujourd'hui des transmissions sensibles permettant de modifier la vitesse à régime moteur constant. Photo: Lindner

Systématique des transmissions des véhicules



avait un étagement de 1,20, il diminue à 1,18 dans cette nouvelle évolution. Ce développement a été réalisé par ZF sans augmenter le nombre de disques d'embrayage. La conséquence est la réduction à trois rapports arrière commutables sous charge, au lieu de quatre précédemment. Comme davantage de gammes commutables sous charge sont disponibles, la transmission dispose maintenant de quatre ou cinq plages de vitesses au lieu de six. ZF propose ces transmissions pour des vitesses maximales de 40, 50 ou 60 km/h. De plus, il est possible de choisir entre des régimes moteur (réduits) de 1450, 1700 et 2000 tr/min. Le premier client de la « TPT 20 » a été Deutz-Fahr pour sa gamme « 6 » en 2016. John Deere a introduit, il y a un an, la série « 5R » avec transmission powershift à 8 rapports « Command8 ». Contrairement au « DirectDrive » de la série « 6R » à 6 cylindres, ce n'est pas une transmission à double embrayage, mais une évolution de la transmission PR-Plus « 5M ».

Les quatre plages de vitesses synchronisées ont un total de 32 rapports avant et 16 rapports arrière grâce aux gammes sous charge 4 x 2. Sur le « Command8 », John Deere a abandonné la transmission planétaire réversible à embrayage principal intégré.

Transmissions à double embrayage

Le principe d'une boîte de vitesses à double embrayage, permettant le changement des rapports sans interruption de la force de traction, a plus de cinquante ans. Ce système a réussi sa percée seulement grâce à l'électronique de contrôle moderne. En principe, les boîtes à double embrayage se composent de deux transmissions partielles indépendantes, chacune reliée au moteur par un embrayage. Alors qu'une des transmissions a les engrenages impairs (1, 3, 5), l'autre en comprend les pairs (2, 4, 6). Lors du changement de vitesse, le rapport suivant est prédéterminé dans la transmission libre grâce à un dispositif de sélection

synchronisé. Le transfert de charge entre les deux embrayages est très rapide. La transmission peut se faire sous charge du fait que la force de traction n'est pas interrompue. Le dispositif de sélection synchronisé est actionné au moyen d'électro-aimants. Depuis 2012, John Deere a installé une transmission de ce type, sous la désignation « DirectDrive », dans la série « 6R ».

Transmissions continues

Avec les transmissions à variation continue, la vitesse peut être adaptée en permanence. Elles sont actionnées hydrauliquement, mécaniquement ou électriquement. Elles sont la plupart du temps construites avec plusieurs plages de fonctionnement. La vitesse peut être ajustée à l'intérieur de chaque plage de fonctionnement selon la situation.

Transmissions hydrostatiques

Un entraînement hydrostatique transmet le régime et le couple par la pression et le débit. Cela signifie que la vitesse est ajustée en continu en modifiant le débit. Cet entraînement comporte une pompe et un moteur hydrauliques réglables. En fonction du régime moteur, la transmission hydrostatique modifie la vitesse de déplacement. En outre, elle convertit l'énergie mécanique en énergie hydraulique et peut ainsi être installée assez librement quant à son emplacement. En matière d'efficacité, il peut se révéler nécessaire de concéder des compromis par rapport à d'autres boîtes de vitesses. A noter que la vitesse de déplacement peut être contrôlée très finement.

Transmissions à dérivation de puissance

Toutes les transmissions continues à dérivation de puissance nécessitent un réducteur planétaire, un convertisseur hydrostatique (comportant une pompe et un moteur hydrauliques) et un engrenage droit.

Claas est l'un des pionniers des « transmissions continues ». Il a développé la première transmission de ce type dans les années 1990 pour le tracteur « Xerion ». Il y a une dizaine d'années, il a poursuivi le développement de ces boîtes de vitesses pour présenter l'évolution maison « EQ2000 » lors de l'Agritechnica 2013.

Fendt est le seul constructeur s'appuyant sur une structure de transmission couplée en sortie. Depuis plusieurs années, toute la gamme de tracteurs est équipée exclu-

Caractéristiques des transmissions hydrostatiques à dérivation de puissance

Type de construction	Couplage en entrée	Couplage en sortie	Compound
Exemples d'utilisateurs	 AGCO (Fendt, MF, Valtra) Vredo	 Aebi, ARGO, John Deere, CNH (NH, Case, Steyr) SDF, Valtra ZF (Claas, Lindner, Deutz-Fahr, John Deere, Kubota, McCormick, Tym)	 Claas, John Deere (7R/8R)
Dérivation de puissance par...	Train planétaire standard	En général par divers engrenages	Train planétaire Compound
Addition des flux hydrostatiques et mécaniques par...	Engrenages divers	Train planétaire standard ou à quatre pignons	Engrenage ou train planétaire Compound (selon plage)
Emplacement de l'unité hydrostatique dans le flux de puissance	Après le train planétaire	Avant le train planétaire	1 ^{re} plage : après le train planétaire Plages suivantes : indéterminé
Dérivation de puissance hydrostatique	Relativement grande	Relativement petite	Moyenne
Dérivation de puissance mécanique, arrêt actif	Non	Oui	Non
Efficacité maximale	1 ^{er} tiers de plage	Milieu de plage	Début et fin de plage

Source : extrait Eilbote 17/2015



Les presses à balles puissantes posent de nouvelles exigences aux transmissions des tracteurs. Photo: Pöttinger



En zone de montagne, des exigences de sécurité élevées sont imposées aux transmissions des transporteurs. Photo: Aebi

sivement de transmissions continues. De plus, les marques du groupe Agco : Massey Ferguson et Valtra « S-Series » sont équipées de cette technologie. De même, JCB utilise également ce mode de transmission pour le Fastrac « 4000/8000 ». CNH installe la transmission à variation continue « CCM » dans les séries de tracteurs New Holland « T7 HD », Case IH « Optum » et Steyr « Terrus ». La structure de base des concepts couplés en entrée avec plages 4V/2R et transmission à double embrayage a été conservée en revanche pour les modèles inférieurs (NH « T7 » / Case IH « Puma CVX » / Steyr « CVT »). Ces transmissions ont cependant été conçues pour des puissances moteur supérieures. Élément nouveau, des transmissions planétaires étagées avec un rapport de démultiplication plus élevé sont utilisées dans les essieux arrière.

Deutz-Fahr monte, dans les séries « 6 TTV » et « 7 TTV », les transmissions continues ZF à dérivation de puissance « Ecomat » et « S-Matic ». En tant que client de longue date de ZF, Deutz-Fahr installe désormais son propre concept « T5100 » dans les tracteurs plus petits disposant d'une technologie à transmission continue. John Deere a fait évoluer la transmission variable continue existante vers une boîte de vitesse « Compound ». En 2011, John Deere a présenté sa nouvelle transmission « IVT » de la gamme « 7R ». Pour la première fois, un hydrostat à double étrier de Sauer-Danfoss a été installé. Comme c'est généralement le cas pour les transmissions « Compound », le « IVT » fonctionne dans la première gamme avec un embrayage en sortie. Dans les plages suivantes, l'embrayage est hybride, soit une combinaison d'embrayages en entrée et sortie. La boîte de vitesses type ZF

« Ecomat 2.9 » des modèles John Deere « 6230R » et « 6250R » a été renforcée par rapport à la transmission « Ecomat 2.4 » (JD 6215R) et dispose désormais d'une unité axe-disque Bosch Rexroth biseautée 45/56 ccm.

Le constructeur de tracteurs Lindner installe également une transmission à variation continue ZF dans le Lintrac. Lors d'Agritechnica 2017, Lindner a exposé son nouveau Lintrac « 110 » équipé de la transmission continue « TMT 11 ». Contrairement au Lintrac, l'Unitrac « 112 LDrive » (transporteur) n'incorpore pas l'unité complète « TMT 09 », mais seulement ses composants internes.

ARGO installe la transmission continue « VT-Drive » depuis une année dans le McCormick « X6 » et le Landini « 6C ». Cette transmission développée par la société « VDS » offre trois plages avant et deux plages arrière. Dans la première plage, l'unité à disques biseautés Bosch-Rexroth fonctionne de manière purement hydrostatique, aussi bien en

avant qu'en arrière. La seconde plage, à dérivation de puissance, est automatiquement commutée sur le dispositif de synchronisation. La boîte de vitesses fonctionne également en continu dans la troisième plage. Pour assurer un rendement et des forces de traction élevés dans la plage de vitesse inférieure, un groupe « Hi-Lo » à crabots a été monté. Cela permet une utilisation partielle de ce groupe par l'arbre de transmission optionnel et l'entraînement des roues avant. McCormick utilise la technique de transmission ZF pour sa série « X7 VT ».

Une transmission hydrostatique de Sauer-Bibus a été intégrée dans le nouveau « SKH 150 » de « Rigitrac ». Elle peut être pivotée jusqu'à 45° et compte deux plages de vitesse (0-25 km/h et 0-40 km/h). La vitesse maximale peut déjà être atteinte à un régime de 1400 tr/min.

Convertisseurs de couple

Il s'agit de dispositifs hydrodynamiques, communément appelés « turbocoupleurs ».

Répartition globale des transmissions de tracteurs

Niveau	Vitesse nominale km/h		Nombre de rapports Avant / arrière	Enclenchement	Prise de force arrière tr / min
	Avant	Arrière			
I	2-20 (25)	3-8	6/2 ... 8/2	Manchons, crabots	540
II	2-30	3-10	8/4 ... 12/4	Crabots, synchronisé	540/(1000)
III	(0.5)2-30 (40)	3-15	12/4 ... 16/8	Synchronisé, Hi-Lo	540/1000
IV	(0.3)2-40 (50)	2-20	16/12 ... 36/36 (ou plus)	Synchronisé, partiellement sous charge	540/1000
V	0-50 (60)	0-25	∞	Sous charge automatique	(750/1250)

Sources : VDI-Tagung 2016, Jahrbuch Agrartechnik 2016, Renius TUM, Eilbott 17/2015, Agrartechnik 10/2017.



Le changement des rapports sans actionnement de l'embrayage ni interruption de la force de traction est requis lors des opérations de travail du sol. Photo: John Deere



Un travail efficace avec le chargeur frontal exige que l'inversion du sens de marche se fasse rapidement. Photo: New Holland

Ce sont des entraînements par flux servant d'aide au démarrage et d'amortisseur de vibrations. Ils sont montés sur le volant d'entraînement moteur et transmettent le couple à la boîte de vitesses. Lorsque la différence de régime entre l'entrée et la sortie est élevée, le couple augmente, ce qui permet en même temps un démarrage en douceur. Avec l'augmentation du régime de la turbine, la différence de vitesse de rotation avec la turbine pompe diminue et les régimes s'égalisent progressivement.

Variateurs

Les transmissions à variateurs transmettent le couple et le régime en continu

par l'entremise de poulies réglables et de courroies de liaison ou de chaînes à maillons. Dans les machines, des courroies peuvent également servir à la transmission de puissance des variateurs.

Projection dans l'avenir ...

De nos jours, les transmissions hydrauliques continues à dérivation de puissance sont utilisées principalement. Mais, en raison de l'augmentation nécessaire de l'efficacité et de la tendance à l'électromobilité, la « CVT »* à alimentation électrique, appelée « ECVT », se trouve maintenant dans la ligne de mire des développeurs. La fourniture d'énergie électrique via les ECVT fait miroiter un

potentiel important quant à l'électrification des consommateurs internes ou externes au véhicule, ainsi que des outils alimentés électriquement. La remorque de transport à essieu électrique constitue un bon exemple d'application. La puissance électrique nécessaire est fournie par la transmission « Terramatic » (ZF) du tracteur, avec le module supplémentaire « Terra+ » (60 kW de puissance continue). En tant qu'unités d'entraînement, deux moteurs de moyeu de roue disposant d'une tension de 400 V sont installés sur la remorque. Pour l'instant, ces applications innovantes font toujours partie des « réflexions ». Ces innovations ne sont pas encore disponibles en série.

Transmissions monoétagées

La transmission à engrenage droit la plus simple est celle à un étage. Il s'agit de la variante élémentaire, avec deux arbres sur chacun desquels est fixé un pignon. Elle s'installe comme groupe unique placé en position soit primaire, soit secondaire. Les boîtes de transfert sont chargées du transfert du couple et du régime de la boîte de vitesses aux essieux. La vitesse peut y être ajustée pour le terrain ou la route au moyen de manchons. Un différentiel longitudinal répartit le couple sur les essieux et permet d'enclencher et de déclencher la traction intégrale. Les transmissions sur essieux sont montées sur tous les essieux moteurs. Elles transmettent et convertissent le couple. Les couples faibles d'une boîte de transfert dus à leur conception sont augmentés dans la transmission de l'essieu jusqu'au couple d'entraînement des roues. Dans le même temps, le régime élevé (au sortir de la boîte de transfert) est réduit selon le régime d'entraînement des roues. Selon la position de la transmission primaire, le flux est transmis dans le sens de l'axe ou perpendiculairement à celui-ci. De plus, l'entraînement sur essieu doit compenser les différentes vitesses de rotation des roues des courbes intérieure et extérieure au moyen d'un différentiel.

Conclusion

Les transmissions représentent bien plus qu'un simple élément de liaison entre le moteur et l'essieu arrière. Seule l'intégration de leurs différents composants dans un ensemble cohérent permet l'obtention d'une transmission moderne à haute efficacité énergétique. ■

HUSQVARNA 572 XP®

Avec un poids de 6,6 kg seulement et un moteur puissant de 4,3 kW, la 572 XP® convainc avec un rapport poids-puissance exceptionnel. Par rapport aux modèles précédents, la 572 XP® offre aussi une puissance de coupe supérieure de 12 %. L'excellent refroidissement et le filtre à air solide assurent une endurance et une puissance élevées, alors que le design intelligent et l'utilisation simple permettent aussi une productivité élevée en cas d'utilisation de lames longues.

NOUVEAUTÉ



TESTÉE DE FOND EN COMBLE!
LA NOUVELLE HUSQVARNA
CONVAINC AUSSI LES
CHAMPIONS DU MONDE.

PHILIPP & URS AMSTUTZ
World Logging Champions
Rebévelier & Moutier

www.husqvarna.ch/endurance

DES PNEUS FIABLES POUR UN MONDE EN EVOLUTION



Champs boueux, prairies humides, paysages montagneux, longs rubans de bitume... Les pneus Mitas travaillent avec une fiabilité et une efficacité maximales quelles que soient les conditions. Montés sur tous types de machines agricoles et adaptés à d'innombrables applications, les pneus Mitas permettent aux professionnels de l'agriculture de suivre l'évolution rapide du monde agricole. Mitas, des pneus robustes depuis 1932.

mitas-tyres.com

Mitas