

Zeitschrift: Technique agricole Suisse

Herausgeber: Technique agricole Suisse

Band: 84 (2022)

Heft: 1

Rubrik: Marché

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>



Bien que les transmissions à variation continue soient à la mode, les boîtes à rapports commutables sous charge continuent aussi d'évoluer.

Photo: Case IH

Des boîtes à rapports sous charge toujours en évolution

Les transmissions à variation continue ont toujours le vent en poupe. Mais les boîtes à rapports commutables sous charge n'ont pas dit leur dernier mot, avec leur rendement élevé à pleine charge et leur longue durée de vie. Les constructeurs continuent de les faire évoluer, pour qu'elles marient un étagement fin à un bon confort de conduite.

Roger Stirnimann*

La mission principale d'une boîte de vitesses est d'adapter l'allure du véhicule aux conditions d'utilisation. Elle sert aussi à inverser le sens de marche. Les petits rapports ont un effet démultiplieur qui réduit fortement le régime de rotation entre le volant moteur et les moyeux de roues, en corrélation de quoi le couple augmente. On obtient ainsi une force de traction élevée et une allure lente, nécessaires par exemple pour labourer. L'inverse vaut pour les grands rapports: la démultiplication est plus basse, la vitesse de déplacement est donc plus rapide mais la force de traction plus faible, soit une configuration typique pour des opérations de transport. Ainsi les boîtes de vitesses sont-elles souvent appelées convertisseurs couple/vitesse.

vée et une allure lente, nécessaires par exemple pour labourer. L'inverse vaut pour les grands rapports: la démultiplication est plus basse, la vitesse de déplacement est donc plus rapide mais la force de traction plus faible, soit une configuration typique pour des opérations de transport. Ainsi les boîtes de vitesses sont-elles souvent appelées convertisseurs couple/vitesse.

4 régimes à l'arrière), l'arbre de la traction intégrale, ou encore une ou des pompes hydrauliques; dans bien des cas, elles assurent aussi la gestion de l'huile hydraulique. Sur les tracteurs à châssis-pont, où le support de l'essieu avant, le moteur, la boîte à vitesses et le pont arrière sont visés en un bloc, le carter de la transmission joue aussi un rôle porteur. En outre, la transmission et le pont arrière présentent des particularités fonctionnelles qui font de cet ensemble appelé boîte-pont («transaxle») le composant le plus coûteux du tracteur. Le tableau 1 com-

*Roger Stirnimann est professeur de technique agricole à la Haute école en sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) à Zollikofen (BE).

L'ensemble le plus cher du tracteur

Les transmissions des tracteurs se voient attribuer bien d'autres fonctions comme entraîner les prises de force (avec jusqu'à

Tableau 1: Les transmissions de tracteurs et de poids lourds

	Tracteur classique	Poids lourd classique ¹⁾
Nombre de marches avant ²⁾	24	12–14
Nombre de marches arrière ²⁾	12–24	2–4
Rapports commutables sous charge	oui	en principe non
Inverseur commutable sous charge	oui	non
Étalement de la boîte de vitesses (BV) ³⁾	20–40	12–15
Étagement moyen des vitesses ⁴⁾	~ 1,20	~ 1,30
Rapport de démultiplication pont arrière (PA) ⁵⁾	30–35	2,35–3
Rapport de démultiplication BV + PA ⁶⁾	250–300	30–50
Vitesses rampantes	oui (option)	en principe non
Prise de force	oui	non
Entraînement pour pompe hydraulique	oui	en principe non
Traction intégrale	oui	en principe non

Source: Roger Stirnimann

¹⁾Tracteur à sellette ²⁾Sans rampantes ³⁾Rapport entre la démultiplication la plus basse et la démultiplication la plus élevée d'une boîte de vitesses ⁴⁾Rapport entre les démultiplications de deux vitesses adjacentes ⁵⁾Rapport entre le régime de l'arbre d'entrée et celui de l'arbre de sortie de la BV ⁶⁾Rapport entre le régime de l'arbre d'entrée de la BV et celui du moyeu arrière

pare les boîtes de vitesses des tracteurs et des camions pour illustrer ce point. Cela fait des décennies que les rapports commutables sous charge occupent une place de choix sur les tracteurs agricoles, souvent appelés à tirer de lourds fardeaux à faible allure. Dans de tels cas, le passage des vitesses avec rupture de charge provoque l'arrêt instantané de l'attelage, avec à la clé des pertes de temps, une pénioration du confort de conduite et des phénomènes d'usure. Avec les rapports à passage sous charge, les changements sont très rapides, sans rupture de puissance, ce qui leur vaut aussi d'être appelés «powershift», littéralement «à translation de puissance». Le problème est moins aigu sur les camions où le passage

des rapports se fait à des allures plus rapides, quand l'énergie cinétique du train routier est suffisante pour amortir les ruptures de charge.

Vaste choix de «semi-powershift»

En Europe, dans les années 1980, seules des boîtes à deux rapports commutables sous charge étaient proposées. Ou tant s'en faut. Puis les boîtes à 3 et 4 rapports sous charge (dites aussi «semi-powershift») se répandirent dans les années 1990. Parmi les boîtes à 4 rapports sous charge, on peut citer la Case IH «Maxxum-Powershift», la Fendt «TurboShift», la Ford «ElectroShift», la John Deere «PowrQuad» et la Massey Ferguson «Dynashift». Ces 20 dernières an-

nées, l'évolution s'est poursuivie jusqu'aux boîtes les plus récentes à 7 ou 8 rapports sous charge. Parallèlement, les plus gros tracteurs américains se sont vus dotés de boîtes à passages sous charge intégrales («full powershift») qui autorisent les changements et l'inversion de l'ensemble des vitesses sans débrayer ni rupture de charge. Same a conquis une place particulière en Europe en matière de boîtes à vitesses avec celle à 9 rapports commutables sous charge présentée en 1990 pour le tracteur «Titan 160»; elle a été remplacée en 2012 par la transmission «Smartronic» à douze rapports commutables sous charge, qui n'est plus proposée aujourd'hui. Le tableau 2 page suivante donne un aperçu de l'offre actuelle des transmissions à passages sous charge partielles et intégrales.

Le principe des groupes et les systèmes modulaires

Les rapports des boîtes mécaniques sont générés par des paires d'engrenages ou par des trains épicycloïdaux (trains planétaires), dont les roues comportent des nombres de dents différents. Afin de réduire au maximum l'encombrement, les coûts et le poids des transmissions, les constructeurs utilisent ces éléments à plusieurs reprises. À titre d'exemple, la transmission «Hexashift» de Claas (figure 2) associe-t-elle, une boîte de quatre rapports synchronisés (groupes A, B, C, D) avec six rapports commutables sous charge pour obtenir au total 24 marches avant et autant de marches arrière (24AV/24AR). Le nombre de ces rapports double lorsque cette structure 4×6 est complétée par un groupe de vitesses rampantes.

Ce principe de groupes (appelés aussi «gammes») de vitesses est mis à profit par les constructeurs de tracteurs pour créer des boîtes et des transmissions modulaires susceptibles de couvrir les besoins de marchés très différents de par le monde. Le tableau 3 page suivante décrit le système modulaire John Deere pour ses gammes de tracteurs «5M» et «5R». Le mariage de modules génère cinq transmissions différentes, de la boîte mécanique basique 16AV/16AR synchronisée à la transmission semi-powershift à 8 rapports commutables sous charge 32AV/16AR.

Deux configurations

Les boîtes à vitesses à passages sous charge peuvent être conçues selon deux configurations, avec des arbres de renvoi ou des planétaires; elles sont souvent as-

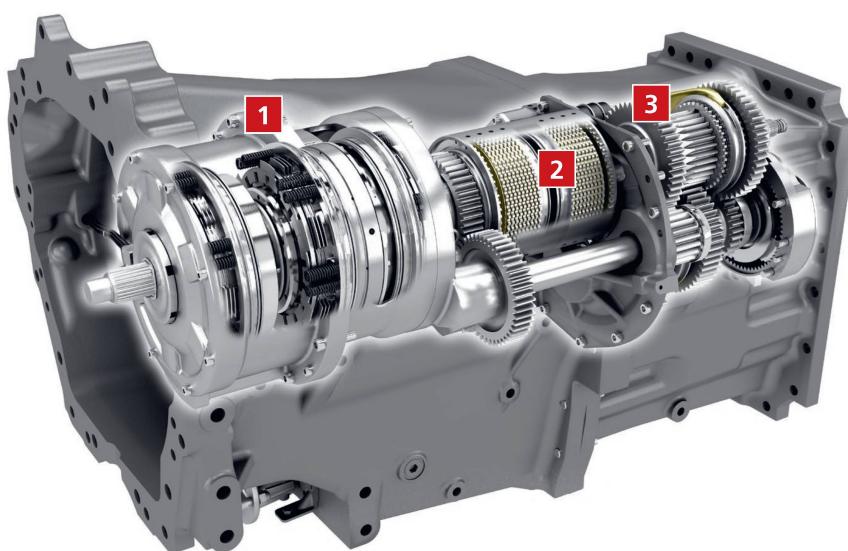


Figure 2: Transmission Claas «Hexashift» avec, à gauche (1), les trois trains épicycloïdaux («planétaires») pour les 6 rapports commutables sous charge, au centre (2) le dispositif inverseur et, à droite (3), les gammes de vitesses. Illustration: Claas

Tableau 2: Quelques transmissions à rapports sous charge de tracteurs standard d'Europe de l'Ouest

Constructeurs	Marches avant commutables sous charge	Dénomination par le constructeur	Constructeur de la transmission	Exemples de tracteurs (gammes)
Transmissions à rapports partiellement commutables sous charge				
Argo	2	Power-Four	Argo	McCormick X4
	3	Xtrashift		McCormick X5/X6
	6	P6-Drive	ZF	McCormick X7
Claas	2	Twinshift	Carraro	Elios 200
	2	Twinshift	SDF	Atos 200/300
	3	Trishift		
	4	Quadrishift	Gima	Arion 400
	6	Hexashift		Arion 500/600, Axion 800
CNH	2	DualCommand	CNH	NH T5
	4	inconnue	ZF	Case IH Luxxum
	4	ElectroCommand		NH T5 EC/NH T6
	6	RangeCommand	CNH	NH T7 SWB
	8	DynamicCommand		NH T6
John Deere	2	PowrReverser Plus	JD	5M
	4	CommandQuad		5R
	4	PowrQuad/AutoQuad		6M / 6R
	8	Command8		5R
	8	DirectDrive		6R (6R145 à 6R215)
Kubota	2	Dual-Speed	Kubota	M5001
	6	K-Power	ZF	M7003
	8	Intelli-Shift	Kubota	MGX-IV/M6002
Lindner	2	inconnue	ZF	Lintrac 95 LS/115 LS
	4	inconnue		Geotrac 114ep/134ep
Massey Ferguson	2	Speedshift	Carraro	3700 AL
	4	Dyna-4	Gima	5700 M (5709M à 5711M)
	6	Dyna-6		5S / 6S
	7	Dyna-7		8S
SDF	2	T5250/T5350	SDF	Deutz-Fahr Série 5
	3	T5430/T5450	SDF	Deutz-Fahr Série 6
	6	RC-Shift	ZF	Deutz-Fahr Série 6.4
Valtra	2	-	Carraro	Série F
	4	-	Gima	Série A (A104/A114)
	5	-	Valtra	Série N/Série T
	6	-	Gima	Série G
Transmissions à rapports intégralement commutables sous charge				
CNH	18AV/6AR; 19AV/6AR	PowerCommand	CNH	NH T7 LWB
	18AV/4AR; 19AV/4AR	UltraCommand		Case IH Magnum 310/340
	21AV/5AR	PowerDrive		Case IH Magnum 400
John Deere	16AV/5AR	16/5 Powershift	JD	8R
	23AV/11AR	e23		7R / 8R
Massey Ferguson	28/28	Dyna E-Power	Gima	8S

sociées, à l'exemple de l'«Hexashift» déjà évoquée. Le premier type fait appel à des arbres opposés, équipés de pignons dentés de différentes tailles. Des embrayages multidisques servent à relier les arbres et les pignons sous charge. Dans le cas des planétaires, la commutation sous charge est réalisée par des embrayages et des freins multidisques à l'intérieur de ces trains épicycloïdaux. Le pignon central (planétaire), la couronne et le porte-satellites sont reliés à des arbres d'entrée et de sortie. Si deux de ces arbres sont reliés par l'embrayage, il en résulte une rotation d'un bloc avec une démultiplication 1:1. Le frein multidisques permet en revanche de relier l'un des arbres au carter du réducteur, ce qui génère des rapports de transmission plus lents (rapport $i > 1$) ou plus rapides ($i < 1$). Dans les boîtes à vitesses sous charge, les embrayages et les freins multidisques fonctionnent en bain d'huile et sont donc appelés «humides». Ils sont refroidis en permanence et s'usent peu.

Davantage de rapports sous charge avec moins d'embrayages

Les boîtes à double embrayage sont particulières. Leur principe a déjà été mis en œuvre dans les années 1990 par Renault et Landini («Tracto-Shift» et «Deltasix») pour créer des boîtes à trois rapports et inverseur sous charge. Mais le double embrayage n'a vraiment acquis sa célébrité dans les tracteurs qu'une fois intégré dans des transmissions CNH et John Deere. CNH l'emploie depuis 2009 pour les changements de gammes de ses petites et moyennes transmissions à variation continue, ainsi que, depuis 2017, pour les 8 rapports sous charge des Case IH «Active Control 8», NH «DynamicCommand» et Steyr «S-Control 8». John Deere propose lui aussi 8 rapports sous charge dans sa «DirectDrive», mais a déjà fait appel à ce principe en 2012 sur ses tracteurs «6R». Son avantage principal est d'autoriser plusieurs rapports commutables sous charge avec seulement deux embrayages multidisques. Il n'y a donc jamais qu'un embrayage ouvert à provoquer des pertes mécaniques dans la boîte.

Le tableau 4 compare les boîtes à 6, 7 et 8 rapports sous charge et leurs éléments. Les exemples 1 à 4 sont basés sur une construction classique à arbres de renvoi ou planétaires, les exemples 5 et 6 font appel à des arbres de renvoi et des doubles embrayages.

Dans les boîtes à double embrayage, le faible nombre d'embrayages multidisques

Tableau 3: Modules des transmissions pour les gammes John Deere «5M» et «5R»

Transmission	Boîtes à vitesses			Dispositifs inverseurs			Nombre	Nombre de vitesses
	4 gammes synchro.	4 rapports synchro.	4 rapports sous charge	Synchronisé	Sous charge	Sous charge + Hi-Lo		
SyncReverser	x	x		x			-	16/16
PowrReverser	x	x			x		-	16/16
PowrReverser Plus	x	x				x	2	32/16
CommandQuad	x		x		x		4	16/16
Command8*	x		x			x	8	32/16

*La «Command8» affiche une structure fondamentalement différente de celle des transmission DirectDrive qui équipe la gamme «6R» avec huit rapports sous charge aussi.

Source: Roger Stirnimann

Tableau 4: Comparaison entre transmissions semi-powershift à 6, 7 et 8 rapports sous charge

Constructeurs	Dénomination de la transmission	Raports sous charge	Organes impliqués	Eléments pour les raports sous charge	Eléments pour l'inverseur sous charge
Claas/MF	Hexashift/Dyna6	6	Planétaires	3 embrayages, 3 freins	2 embrayages
MF	Dyna7	7	Planétaires	3 embrayages, 3 freins	2 embrayages
John Deere	Command8	8	Arbres de renvoi	5 embrayages	2 embrayages
Kubota	Intelli-Shift	8	Arbres de renvoi	6 embrayages	2 embrayages
John Deere	DirectDrive	8	Arbres de renvoi/Double embrayage	2 embrayages	1 embrayage, 1 frein
CNH	Diverses*	8	Double embrayage	2 embrayages	2 embrayages

*Case IH «Active Control 8»/New Holland «DynamicCommand»/Steyr «S-Control 8».

Source: Roger Stirnimann

pour les rapports sous charge est frappant. Revers de la médaille, elles comportent quantité de pignons sur les deux arbres à double embrayage et l'arbre commun. La figure 3.1 montre la boîte à 8 rapports sous charge CNH (vue vers l'avant et de bas en haut). On distingue l'arbre d'entrée (primaire) en bas à gauche, le pignon intermédiaire d'inverseur, (au centre gauche), l'arbre et les embrayages multidisques de marche arrière et les rapports impairs sous charge (en haut), L'arbre intermédiaire (au centre), la partie des groupes avec l'arbre à pignon conique (en bas à droite) ainsi que les embrayages multidisques pour la marche avant et les rapports pairs sous charge (au centre en bas).



Figure 3.1: Transmission à 8 rapports commutables sous charge à double embrayage CNH. Deux embrayages multidisques suffisent pour les 8 rapports. Image: New Holland

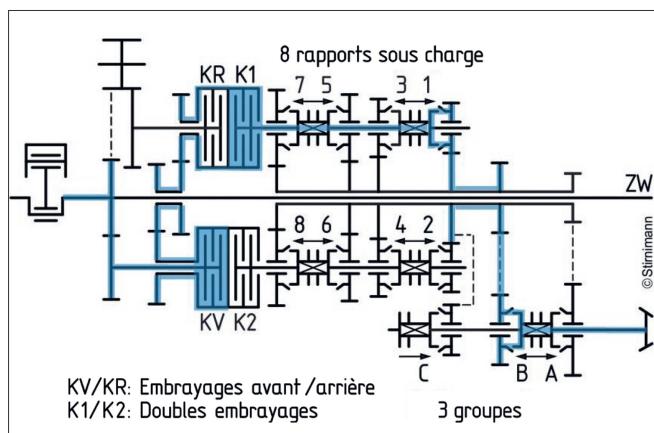


Figure 3.2: Flux de puissance en marche avant sous charge 1, gamme B.

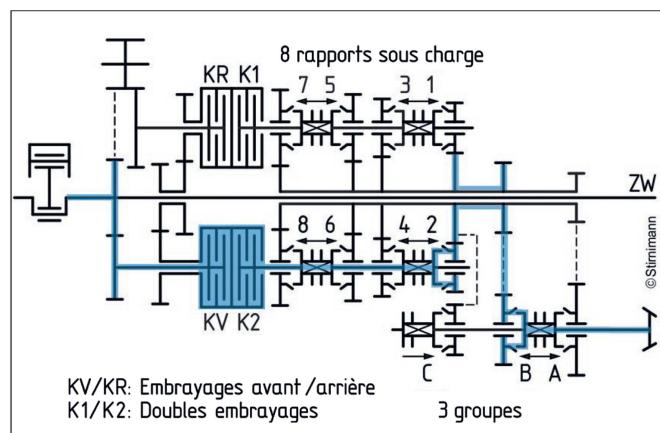


Figure 3.3: Flux de puissance en marche avant sous charge 2, gamme B.

Fig.: Roger Stirnimann

La disposition, la fonction et les flux de puissance des arbres de renvoi n'étant pas toujours faciles à saisir sur les images 3D, nous en livrons ici deux plans (figures 3.2 et 3.3). La boîte à vitesses se compose d'une partie inverseur (arbre primaire à gauche avec embrayages multidisques KV/KR), d'une partie changement de vitesse sous charge (embrayages multidisques K1/K2 et vitesses synchronisées 1 à 8, au centre en haut) et d'une partie groupes synchronisés A, B et C, en bas à droite). Les rapports impairs sont liés à l'embrayage de marche arrière KR et au double embrayage K1 sur l'arbre d'entraînement supérieur, les rapports pairs sont liés à l'embrayage de marche avant KV et au double embrayage K2 sur l'arbre inférieur. Les synchros sont présélectionnés de manière électrohydraulique lors du passage de chacun des huit rapports sous charge, puis les arbres du double embrayage correspondants sont engagés alternativement par adhérence via les embrayages K1 et K2. Le changement de groupes s'effectue aussi via des synchros, mais pas sous charge et donc avec une brève interruption du flux de puissance.

Nouvelles boîtes à rapports sous charges

Avec sa nouvelle gamme «8S» (fig. 4.1), Massey Ferguson a présenté en 2020 la boîte semi-powershift «Dyna-7» ainsi que la boîte à rapports sous charge intégrale «Dyna E-Power». Toutes deux reprennent les bases de la «Dyna-6» bien connue, avec sa structure semblable à celle de la transmission Claas «Hexashift». Les trois trains planétaires disposés à la suite dans la partie avant de la transmission et dotés chacun d'un embrayage et d'un frein multidisques offrent potentiellement 8 (2^3)

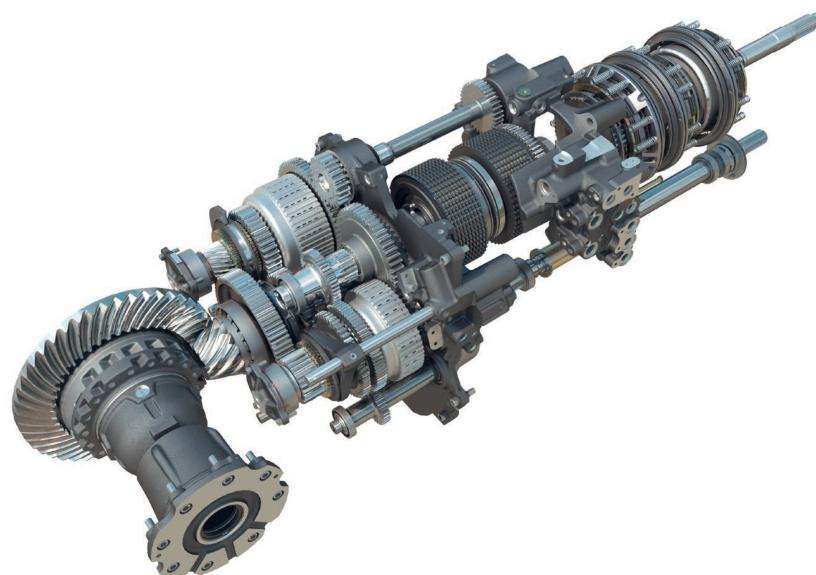


Figure 4.2: Transmission à passages sous charge intégrale MF «Dyna-E-Power» avec une partie du pont arrière. Photo: Massey Ferguson

rapports; sept sont désormais mis à profit (avec quelques modifications de la denture des engrenages), contre six jusqu'à présent pour la «Dyna-6». Sur la «Dyna-7», on obtient ainsi par combinaison avec 4 groupes de vitesses synchronisées une transmission 28AV/28AR à 7 rapports commutables sous charge. La «Dyna E-Power» présente une structure de base similaire à celle de la «Dyna-7», mais le changement de groupes s'effectue

sous charge avec des doubles embrayages, ce qui donne une boîte à vitesses full-powershift 28AV/28AR.

La «Dyna E-Power» est représentée en trois dimensions sur la figure 4.2. En haut à droite, on reconnaît la partie avec les trains planétaires avec les 7 rapports commutables sous charge. Plus à gauche se trouvent l'inverseur et les deux embrayages multidisques pour la marche avant et la marche arrière, prolongé par les



Figure 4.1: Nouvelle gamme de tracteurs et nouvelle boîte à rapports sous charge: le Massey Ferguson «8S». Photo: Massey Ferguson

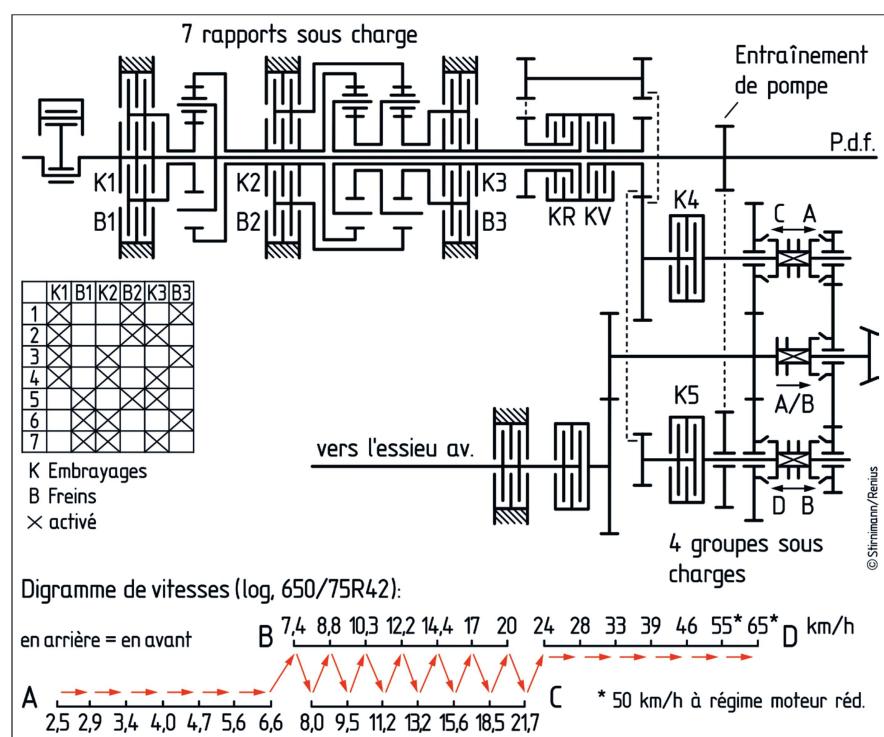


Figure 4.3: Plan et diagramme des vitesses de la Dyna E-Power de Massey Ferguson. Illustration: Stirnimann/Renius

groupes et les deux embrayages et enfin, tout à gauche, le différentiel, son pignon conique et sa couronne, ainsi qu'une fraction de l'essieu arrière.

La même transmission est représentée sur la figure 4.3, sous forme de plan et de diagramme. On y retrouve, en haut à gauche, les trois trains planétaires avec leurs embrayages multidisques respectifs (K1 à K3) et leurs trois freins multidisques (B1 à B3) pour le changement des 7 rapports sous charge. L'inverseur et ses embrayages multidisques KR et KV figurent au milieu en haut, tandis que la partie des groupes A, B, C et D ainsi que les embrayages doubles K4 et K5 se trouvent en bas à droite.

La «superposition» décalée des allures nominales au sein des groupes B et C permet de diviser par deux l'étagement* déjà relativement étroit des 7 rapports sous charge; il évolue continûment d'environ 1,18 dans la plage d'allures de 7 à 22 km/h, à environ 1,085. On exploite ces étagements très fins en commutant du groupe B au groupe C (voir les flèches rouges sur le diagramme des vitesses). Mais ce potentiel n'est utilisable qu'en mode automatique. En mode manuel, le groupe B (à l'exception du rapport B1) n'est pas utilisé afin de permettre des montées et des rétrogradages rapides sans recours excessif au levier de vitesses. Par conséquent, «seules» 22 vitesses sont disponibles.

Évaluer l'étagement des vitesses

Avant d'acheter un tracteur équipé d'une boîte de vitesses à rapports commutables sous charge, il est indispensable d'examiner la qualité de l'étagement et du chevauchement des vitesses. À cette fin, les diagrammes des vitesses sont fort utiles: ils permettent de voir, entre autres, où se situent les changements de gammes, le nombre de rapports disponibles dans la plage principale d'allures de travail et la manière dont ils sont répartis. Sur la figure 5, les vitesses nominales de déplacement (allures au régime nominal du moteur) des 28 marches avant de la boîte à vitesses «Dyna-7» sont représentées sur une échelle logarithmique. Ce type de représentation présente l'avantage que la taille des intervalles sur le diagramme équivaut à la valeur de l'étagement.

La qualité de l'étagement et du chevauchement de la «Dyna-7» peut être évaluée de la manière suivante:

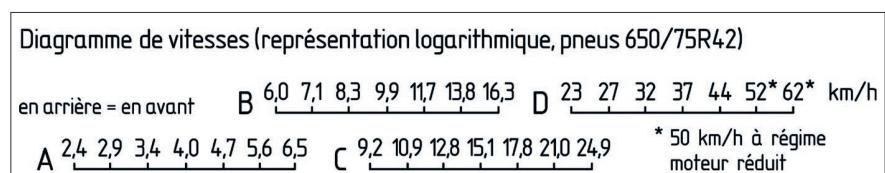


Figure 5: Diagramme des vitesses de la boîte Massey Ferguson «Dyna-7» à 7 rapports sous charge.

– Au sein des groupes de vitesses A, B, C, D, les allures sont bien réparties avec un étagement relativement fin de 1,18 (les valeurs courantes étant plutôt de 1,2 à 1,22)

– Les chevauchements entre groupes sont bien choisis, de sorte que les allures nominales entre chaque groupe ont toutes des valeurs voisines. Résultat: la boîte dispose de 28 rapports, mais aussi de 28 allures nominales différentes.

– La boîte affiche 11 rapports nominaux entre 4 et 12 km/h, la plage d'allures de travail la plus utilisée. C'est une très bonne valeur (leur nombre s'élève plus couramment entre 8 et 9 dans les boîtes semi-powershift à 24 vitesses).

Le fait que le groupe de vitesses C offre déjà une allure nominale lente inférieure à 10 km/h est aussi un avantage; ces caractéristiques autorisent des démarrages en côte puis des accélérations appréciables avec des remorques lourdes. Le passage du groupe C au groupe D n'intervient que vers 25 km/h, donc à une allure où l'attelage est déjà pourvu d'une

vitesse et d'une énergie suffisantes pour «absorber» la courte rupture de charge.

De surcroît, les rapports du groupe D sont assez longs pour autoriser des allures de 40 ou 50 km/h (selon les pays) à des régimes moteurs économiques.

John Deere a lancé la tendance aux transmissions finement étagées voici quelques années, avec sa boîte à vitesses intégralement commutables sous charge «e23» pour ses gammes de gros tracteurs «7R» et «8R»; ses étagements sont de l'ordre de 1,15 (figure 6). De telles boîtes full-powershift étaient jusqu'à présent réservées aux tracteurs à transmission à variation continue. Elles offrent des fonctions «de confort» comme le passage entre mode pédale d'accélération et mode levier d'accélération, les démarrage et arrêt par action de la seule pédale de frein sans toucher l'embrayage. On peut y ajouter le réglage et l'optimisation automatiques du fonctionnement du moteur en charge partielle. Tout ceci montre que les constructeurs essaient de se rapprocher toujours davantage, avec des boîtes classiques de haute tenue, du confort des transmissions à variation continue. ■

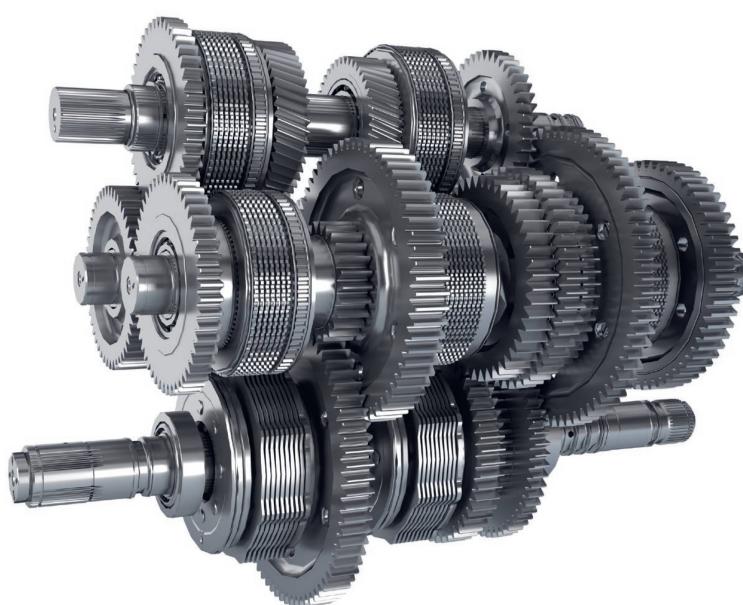


Figure 6: La boîte à passages sous charge intégrale John Deere «e23» à 23 marches avant et 11 marches arrière, avec un étagement de l'ordre de 1,15. Photo: John Deere

*Etagement: rapport entre les vitesses de deux rapports contigus suivant la formule vitesse X/vitesse X-1 (exemple: étagement A6/A5 = 6,6 km/h/5,6 km/h = 1,178).

L'embarras du choix

Notre concours de combinaisons avant-arrière innovantes a suscité 37 candidatures. Un jury de six experts les a analysées et a désigné les attelages gagnants.

Roman Engeler et Heinz Röthlisberger

Un jury de six personnes, spécialistes de la branche, a été constitué pour analyser les réalisations en lice. Il a réuni Roger Stirnimann, professeur de machinisme agricole à la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) de Zollikofen (BE), Thomas Frey, directeur du Service de prévention des accidents dans l'agriculture (SPAA), Stefan Weber, du Centre agriculture-nature-alimentation de l'Ebenrain à Sissach (BL), Stephan Plattner, membre du comité de l'Association suisse pour l'équipement tech-

nique de l'agriculture (ASETA), et Heinz Röthlisberger et Roman Engeler, de la rédaction de *Technique agricole*. Ce jury s'est vu confier la tâche – qui s'est révélée fort complexe – d'évaluer les combinaisons présentées et de désigner les trois gagnantes.

Les critères d'évaluation

Préalablement à l'examen des projets proprement dits, la présentation des dossiers a été évaluée:

- Contenaient-ils la description de la combinaison?

– Les images ou les vidéos fournissaient-elles des informations suffisantes sur l'utilisation du matériel?

Passée cette étape, les dossiers ont été évalués en fonction des critères ci-dessous, notés chacun de 1 à 5:

- originalité de la combinaison;
- conformité avec la législation routière;
- impact sur le comportement physique de l'attelage;
- utilité agronomique et phytosanitaire, influence sur la structure du sol;
- avantage économique (efficacité);
- utilité d'ensemble.

La question de l'aptitude à circuler sur la route en toute conformité a plusieurs fois occupé le jury. Ce fut surtout le cas face aux projets dont on pouvait légitimement supposer qu'ils seraient amenés à circuler sur la voie publique. À dire vrai, la question n'a pas toujours été facile à trancher à l'examen des documents disponibles. D'autres critères ont aussi mis le jury dans l'embarras, notamment ceux relatifs au poids des ensembles et à ses répercussions sur le véhicule porteur et sur le sol. ■

1^{er} rang: «Broyage-décapage-semis Villiger» Marcel Villiger, 5643 Alikon (AG)

Cette combinaison a été baptisée «Système de broyage-décapage-semis Villiger». Elle sert principalement à mettre en place de la prairie derrière un maïs-ensilage et réalise très efficacement trois opérations en un passage. Un broyeur classique est monté à l'avant du tracteur, qui porte à l'arrière un semoir combiné Lemken doté de dents spéciales. Ces dernières déchiquettent très finement les chaumes de maïs, procédé optimal pour réduire la prolifération de la pyrale. Les prescriptions légales relatives à l'éclairage, aux charges par esieu et à la largeur totale de la machine sont entièrement respectées. Le porte-à-faux avant à compter du centre du volant est inférieur à quatre mètres. L'installation d'un système de caméras n'est donc pas nécessaire et une paire de rétroviseurs en «V» suffit (ils ne sont pas encore visibles sur les photos du bas prises lors d'un essai au champ). En service depuis 2018, cette combinaison est devenue une composante essentielle de l'entreprise de travaux agricoles pour semer de l'herbe après le maïs ensilage.



La famille des vainqueurs: Marcel et Margrit Villiger avec Lean (deux ans) et Aline (sept mois).



Le «Système de broyage-décapage-semis Villiger» à l'ouvrage pour combattre la pyrale.

2^e rang: «Pique-bottes simple et triple» Caroline Weilenmann, 8414 Buch am Irchel (ZH)

Chez les Weilenmann, à Buch am Irchel, la récolte des 40 hectares de paille entraîne – sans jeu de mots – un pic de travail saisonnier. Une fois pressée, la paille doit être portée en bout de champ, chargée avec la grue forestière et rentrée à la ferme. Jusqu'à récemment, les balles étaient déplacées en bord de champ par deux pics, un à l'avant et un à l'arrière du tracteur. Une opération chronophage. De là est née l'idée d'un pique-bottes arrière multiple dont les bras latéraux se replient au moyen d'une commande hydraulique pour circuler sur la route. Si le pic frontal monte et descend avec le relevage, les pointes arrière obéissent aux bras inférieurs du 3-points. Toutes les pointes sont munies de protection pour la route. Le système a encore un potentiel d'extension: il est question d'élargir le pique-bottes arrière, ce qui l'autoriserait à emmener cinq balles rondes, donc à faire des voyages de six bouteilles au total.



Caroline Weilenmann et son père Urs Weilenmann posent devant le pique-bottes arrière triple en position repliée.



La combinaison au travail sur le terrain.



Les bras latéraux du pique-bottes arrière se manœuvrent hydrauliquement.

3^e rang: «Fraise «Bio»-cultivateur à ailettes-herse rotative»

Sepp et Steve Rupper, 1485 Nuvilly (FR)

Les Rupper cultivent leur domaine sans labour depuis 2007. Ils ont déjà essayé plusieurs systèmes pour gagner en efficacité dans le maïs. Au printemps, le précédent graminée-trèfle rouge ou seigle-trèfle rouge est fauché et mis en silo-tour. Du fumier est ensuite épandu sur le champ. C'est après qu'intervient la combinaison de trois instruments Alpego, soit une fraise «bio» à l'avant du tracteur et un cultivateur à ailettes «Delta» associé à une herse rotative à l'arrière. En un passage, elle permet premièrement de décaper la couche herbeuse sur une profondeur d'environ 5 cm et de la mélanger au fumier; le cultivateur est réglé pour intervenir sur 15 cm et soulever un peu de terre; enfin, la herse rotative et son rouleau packer nivellent le tout et aménagent le lit de semences pour le maïs. Ce procédé remplace le traitement au Roundup et les deux passages de herse à disques autrefois mis en œuvre. Pour circuler sur la route en toute légalité, les roues d'appui frontales de la fraise sont équipées d'un vérin hydraulique qui

les escamote vers l'arrière. Le porte-à-faux est ainsi ramené à 4,70 m. La visibilité est assurée par un système de caméras Motec. La fraise «Bio» pèse 1435 kg. Derrière le tracteur, le cultivateur accuse 540 kg et la herse rotative 1817 kg. Les trois machines sont toutes conçues pour une largeur de travail de trois mètres.



Steve (à g.) et Sepp Rupper.



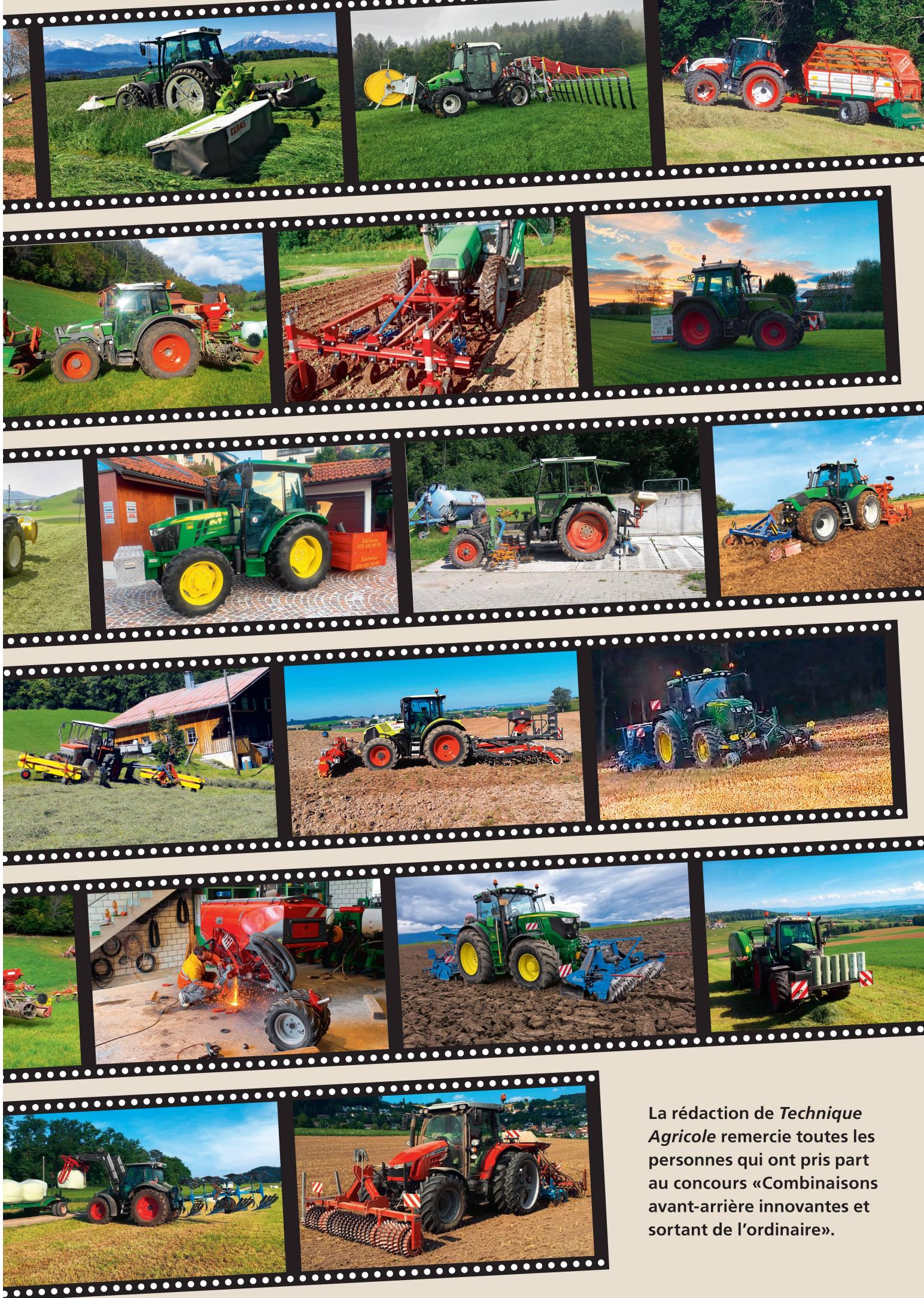
Cette combinaison convient bien pour éliminer une prairie...



... tout en maintenant l'humidité dans le sol.

Tous les **participants** en un tableau





La rédaction de *Technique Agricole* remercie toutes les personnes qui ont pris part au concours «Combinaisons avant-arrière innovantes et sortant de l'ordinaire».



Deux buses pilotées par des soupapes sont intégrées dans l'auge du robot de traite.

Photos Roman Engeler

De l'homéopathie dans le robot de traite

Pour l'administration automatique de remèdes homéopathiques et autres matières actives faiblement dosées, Lely a développé le «Dairy Micro Sprayer». Une première installation pilote a été mise en place sur l'exploitation de la famille Rickli, dans la localité bernoise de Bleienbach.

Roman Engeler

Lely est un spécialiste connu de l'automatisation en élevage et s'est pleinement consacré au développement de cette technique. Les robots de traite, d'alimentation ou de récupération du lisier sont désormais bien connus. Avec le dispositif «Dairy Micro Sprayer» apparaît maintenant un système grâce auquel de très petites quantités de matières actives peuvent être diffusées sous forme de sprays, en combinaison avec le robot de traite «Astronaut». Ces pulvérisations peuvent ensuite être absorbées par les vaches au travers de leurs muqueuses nasale et buccale.



Le pilotage mécanique et les deux réserves de remèdes sont logés dans cette armoire.

Application dans l'auge

Dans une petite armoire installée à proximité du robot de traite, se trouvent deux contenants d'environ 7 dl de capacité, remplis ici de produits homéopathiques fluides. Les substances atteignent l'auge d'alimentation pivotante du robot de traite via deux canalisations en permanence sous pression. Dans l'auge, deux buses commandées par des soupapes s'ouvrent rapidement selon le besoin et diffusent ainsi une brume de pulvérisation en direction du museau de la vache.

Gestion par ordinateur

Dans le robot de traite, le «Dairy Micro Sprayer» est géré comme un complément alimentaire ou un concentré. Pour chaque vache, il est possible de définir, dans la colonne dédiée, le nombre souhaité de coups de pompe de pulvérisation par visite et la durée pendant laquelle ceux-ci doivent être administrés.

L'homéopathie n'est que l'une des possibilités dans l'utilisation du «Dairy Micro Sprayer».

Le débat sur l'efficacité des remèdes homéopathiques n'est pas nouveau – il a également lieu au sein même de l'exploitation d'Andreas Rickli. L'éleveur a toutefois constaté sur certaines vaches présentant une numération cellulaire du lait élevée, qu'après l'application d'un remède adapté, cet indicateur diminuait drastiquement et durablement. Mais il existe aussi des animaux sur lesquels l'effet était moins prononcé, en particulier s'atténueait plus vite. Lely propose le «Dairy Micro Sprayer» en série depuis fin novembre, pour environ 7000 francs.

The screenshot shows the homepage of the Technique Agricole website. At the top, there are navigation links for 'Produits de sécurité', 'Occasions', 'Login', and language options 'DE' and 'FR'. The main visual is a large image of a white and orange tractor with a green agricultural implement. Below the image, there's a sidebar with 'Dernières actualités' (Recent news) and a video player titled 'VIDÉO ACTUELLE (SOUS-TITRES)' (Current video with subtitles). The video player includes a play button and a link to 'Plus de vidéos' (More videos). A banner at the bottom left says 'L'agriculture n'est pas facile, mais la précision peut l'être.' (Agriculture is not easy, but precision can make it easier.) and features 'Trimble Agriculture'.

> Site internet www.agrartechnik.ch/fr

Depuis l'été 2021, les actualités quotidiennes de notre site internet www.agrartechnik.ch sont disponibles intégralement dans les langues française et allemande. Y figurent les informations les plus récentes sur les innovations et nouvelles machines agricoles et forestières, des évolutions législatives dans le domaine de l'agriculture, des mouvements dans le paysage de l'industrie et de la distribution du machinisme agricole et toute autre actualité susceptible d'intéresser notre lectorat.

The screenshot shows the Facebook page for 'Technique Agricole'. The cover photo features a red and white tractor. The page has 1K abonnés (subscribers) and 5 abonnements (subscriptions). It includes sections for 'Publications', 'À propos', 'Mentions', 'Abonnements', 'Photos', 'Vidéos', and 'Plus'. A post from 'Bobcat lance le «MaxControl»' is visible, showing a Bobcat machine with a tablet displaying control software.

> Page Facebook @Technique.Agricole

La page Facebook de *Technique Agricole* a adopté un rythme de publications plus régulier. Tenez-vous informé en vous abonnant gratuitement à notre page sur ce réseau social. Vous y trouverez notamment des informations relatives aux déplacements sur le terrain de nos reporters, les innovations des constructeurs en photos et vidéos, ou encore des éléments sur les portes ouvertes des distributeurs de machines agricoles.

Technique Agricole

Enfin des supports web en langue française!

Depuis quelques mois, l'ASETA renforce sa présence sur le web en déployant l'édition romande du site Internet de son magazine spécialisé, une page Facebook francophone et le sous-titrage systématique en français des vidéos de sa chaîne YouTube.

Que vous soyez membre de l'association ASETA ou seulement simple passionné de machines agricoles, les supports numériques de *Technique Agricole* sont conçus pour vous! Accessibles gratuitement, ils délivrent une information à jour et ciblée sur votre domaine de prédilection. N'hésitez pas à consulter régulièrement nos pages web sans frais pour rester au plus près de l'actualité suisse et internationale du machinisme agricole. À vos écrans!

> Chaîne YouTube SchweizerLandtechnik

Sur la chaîne YouTube SchweizerLandtechnik, qui compte désormais plus de 30 000 abonnés, l'ensemble des vidéos publiées à un rythme hebdomadaire sont désormais sous-titrées en français de façon systématique. Pour en bénéficier, il suffit à l'internaute francophone d'activer, par un clic sur le bouton dédié, la fonction de sous-titres lors de la lecture des images. N'oubliez pas de vous abonner et d'activer la petite cloche pour être prévenu dès la parution d'une nouvelle vidéo!

The screenshot shows the YouTube channel page for 'SchweizerLandtechnik'. The channel has 30.4k subscribers. It features tabs for 'ACCUEIL', 'VIDÉOS' (selected), 'PLAYLISTS', 'COMMUNAUTÉ', 'CHAÎNES', and 'À PROPOS'. Below the tabs, there's a section for 'Mises en ligne' (New uploads) showing various tractor and agricultural equipment videos. A large banner at the top right features the channel's name in a stylized font.