

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 79 (2017)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Technologie hybride pour machines forestières  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1085671>

#### **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>**

# Technologie hybride pour machines forestières

Les motorisations hybrides ont la réputation d'être écologiques et de réduire les coûts de carburant. Quand on parle de cette technologie, on ne pense généralement pas en premier lieu aux machines forestières.

Ruedi Hunger



La motorisation hybride classique possède deux chaînes cinématiques différentes animées par des sources d'énergie séparées. Dans ce cas, les sources d'énergies sont un moteur diesel et un accumulateur (moteur électrique). Le but est de charger par exemple à moindres coûts l'accumulateur en récupérant l'énergie du freinage. Il est aussi possible de recourir à l'énergie du moteur diesel lorsque celui-ci est peu sollicité. Sur le fond, il est intéressant de mettre en œuvre des moyens simples qui permettent de réduire les coûts et d'économiser du carburant. Toutefois, la technologie hybride est encore très coûteuse. L'utilisation rationnelle de l'énergie mécanique, par exemple grâce à des transmissions variables en continu, pourrait être une première étape.

## Différents types de réserve d'énergie

Outre les réserves énergétiques évidentes (le réservoir de carburant pour un moteur diesel), une machine forestière à motorisation hybride peut disposer de «réservoirs» supplémentaires, comme un accumulateur électrique, un accumulateur hydraulique ou un volant d'inertie pour un entraînement mécanique. De tels équipements restent une composante importante de la technologie hybride.

## Carburant

Le diesel est la source d'énergie la plus répandue. Il sert aussi toujours de valeur de référence pour la comparaison des différents types d'énergie.

Un litre de diesel contient environ 9,6 kWh d'énergie. La règle de base suivante est

généralement admise: 100 litres de diesel correspondent à 1000 kWh. Mais seuls 42% de cette énergie peuvent être transformés en énergie mécanique. Cela signifie que 100 litres de diesel ne représentent que 400 kWh d'énergie mécanique utile.

## Energie des accumulateurs

En raison de leur poids élevé, les batteries au plomb ne sont pratiquement utilisées que pour les démarreurs. A l'inverse, les batteries au lithium ont bénéficié d'importantes recherches et affichent actuellement des capacités de 800 watts heure par kilo (Wh/kg). Elles ont une durée de vie plus courte et présentent des capacités de libération et d'accumulation d'énergie limitées. Ces batteries conviennent pour récupérer de l'énergie de

freinage dans les longues pentes, mais non celle de freinage intense.

### Supercondensateurs (supercaps)

Les condensateurs sont des éléments capables d'accumuler de l'énergie utile fournie par le fonctionnement de la machine. Ils sont adaptés pour les accumulations et restitutions rapides et fréquentes grâce à leur capacité à emmagasiner et à libérer rapidement de grandes quantités d'énergie. La densité énergétique d'un supercondensateur ne représente que 10 % de celle d'une batterie d'un même poids. En revanche, sa densité de puissance est 10 à 100 fois supérieure. L'exemple d'utilisation typique et éprouvée des supercaps se trouve dans les mécanismes de rotation des pelles rétro.

### Volant d'inertie

Les volants d'inertie rappellent le souvenir des anciennes machines à vapeur. Aujourd'hui, ces volants travaillent à des vitesses de rotation supérieures. Le dispositif qui équipe les systèmes de rotation des pelles rétro New Holland est devenu célèbre. Le volant accumule de l'énergie au freinage et la restitue au moment où la pelle se remet en rotation.

### Accumulateur hydraulique

Un accumulateur hydropneumatique est intéressant sur les machines forestières. Tous ces engins disposent d'un système

## Des chantiers à la forêt

La technologie des transmissions des machines forestières a été présentée lors de la dernière « Bauma », la foire internationale des machines de chantier.

- ZF qualifie la transmission variable en continu « cPower » de technologie Premium et d'avenir des machines de chantiers et forestières. Le constructeur recommande cette transmission pour les utilisations avec de nombreux démarques et freinages. ZF annonce une augmentation du degré d'efficacité de 20 % et une réduction de la consommation de carburant de 25 %.
- Dana Rexroth a mis sur le marché la « Hydromechanical Transmission », abrégée « HVT ». Cette transmission regroupe tous les éléments hydrostatiques et mécaniques dans une unité compacte. Les démarques sont entièrement hydrostatiques et cette part diminue avec l'augmentation de la vitesse.
- NAF a aussi présenté un développement intéressant à la « Bauma » : la transmission « Dual Sync ». Ce système, destiné aux machines de chantier, est protégé par deux brevets. Il est constitué d'une part de deux moteurs avec des démultiplications différentes et d'autre part, il permet de retirer complètement un moteur de la transmission et de le réengager ensuite.

de travail hydraulique et souvent aussi d'une transmission hydrostatique. Les accumulateurs hydropneumatiques stockent rapidement de grandes quantités d'énergie au freinage ou lors des mouvements d'outils en charge. Ils peuvent également restituer instantanément cette énergie, lors de l'accélération par exemple. Les premières machines forestières équipées de ces accumulateurs ont été présentées il y quelques années. Ce système était associé à une tête de récolte.

### Variantes des entraînements hybrides

*Entraînement en série* : les premières machines forestières dotées d'un entraînement électrique travaillaient en fait avec

des moteurs électriques alimentés en courant continu. Sur les hybrides en série, le moteur diesel n'a pas de lien direct avec les roues. Il en résulte la disparition des arbres à cardan et autres embrayages. La première transmission est diesel-électrique et la partie hybride est alimentée par des batteries.

*Exemple* : chacune des huit roues de la machine forestière « El Forest B12 » est reliée à un moteur électrique de 30 kW. La batterie au lithium utilisée pèse près de 300 kg et affiche une capacité de 31 kWh. Ceci représente l'énergie utile d'environ 7,5 l de diesel. Dans les descentes, les moteurs travaillent comme des générateurs et rechargent les accus. Cette caractéristique fait que cette ma-



La partie électrique de la transmission hybride de « El Forest » est alimentée par des batteries au lithium. Photo : El Forest

chine est la plus économique pour travailler dans les pentes.

*Entraînement parallèle*: la puissance du moteur diesel est transmise de façon conventionnelle par voie mécanique ou hydraulique aux moteurs d'avancement ou aux pompes de travail. Un second moteur électrique, couplé à la transmission du moteur thermique, apporte une puissance supplémentaire pour faire face aux pics de demande. En cas de transmission parallèle, le véhicule ne peut pas être animé seulement à l'énergie électrique, même pour une courte période. Alors qu'une transmission hybride en série permet d'économiser jusqu'à 50 % de carburant, cette part diminue à 20-30 % pour les hybrides parallèles. A l'inverse, les coûts d'acquisition sont clairement inférieurs.

#### Hybride à puissance partagée

En plus d'un moteur à combustion, les transmissions hybrides à puissance partagée possèdent la combinaison de deux machines électriques. Ces dernières

peuvent fonctionner soit comme moteurs et générateurs électriques, soit comme transmission électrique. Une partie de la puissance mécanique du moteur diesel est transmise mécaniquement aux roues, alors qu'une autre partie passe par la combinaison du moteur et de la transmission électrique pour arriver aux roues. Ce système permet de maintenir le moteur thermique à un niveau de charge présentant une consommation avantageuse.

#### «Mouvements vers l'aval»

Les freins et le frottement transforment habituellement l'énergie en perte de chaleur. Quand il est possible de récupérer cette énergie et de la stocker, on peut économiser du carburant. La récupération de l'énergie du freinage est un élément standard des systèmes de rotation des pelles rétro qui doivent mettre en mouvement une masse importante et la freiner presque immédiatement.

L'énergie cinétique récupérée au freinage est souvent faible sur les machines forestières.

A l'exception des déplacements sur route (lents), la souplesse du terrain suffit souvent à freiner l'engin. Lors des travaux en marche arrière en pente, il est toutefois possible de récupérer l'énergie de la pesanteur et de la stocker dans un accumulateur, à condition bien sûr que l'accumulateur puisse être rechargeé dans un délai raisonnable et qu'il soit capable d'absorber la totalité de cette énergie.

#### Conclusion

Une motorisation hybride classique est toujours composée de deux chaînes cinématiques alimentées chacune par une source d'énergie différente. Vu que l'hybridation de la transmission des véhicules est généralement une technologie exigeante et coûteuse, elle ne devrait concerner que les transmissions à haute valeur. La faible efficacité des composants «low-cost» peut être améliorée en utilisant des éléments de qualité supérieure. C'est à cette seule condition que l'utilisation de la technique hybride a du sens. ■

ANNONCE

## 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](http://mitas-tyres.com)

**Mitas**

# Particulier pour l'industrie forestière

Le cerclage parfait



**solide ! fort !  
résistant aux intempéries**



Visitez nous à la foire forestière à Lucerne  
17. - 20. août 2017, Halle 3 / Stand 321

VTT AG CH - 4132 Muttenz • Tel. +41 (0) 61 717 98 98  
info@vtt-group.com

**WWW.VTT-GROUP.COM**

besoin d'en parler

Tél 143  
La Main Tendue  
www.143.ch

PROCHES DE VOUS. LES PAYSANS SUISSES.  
www.agriculture.ch

Commander facilement tout à tout moment !

Matériel d'emballage pour la vente directe:

[www.a-la-ferme.ch](http://www.a-la-ferme.ch)



PROCHES DE VOUS. LES PAYSANS SUISSES.  
www.agriculture.ch



**RED POWER  
DAYS 2017**  
SAMEDI 9.9.2017  
DIMANCHE 10.9.2017  
ETZIKEN / SO

**LES DEUX JOURS  
A 11.00 HEURES :**

**PRÉSENTATION  
DE LA PALETTE DE PRODUITS  
CASE IH ET STEYR**

- Démonstrations sur le terrain (par météo favorable)
- Nouveautés des modèles Steyr CVT / Case IH CVX
- Nouveautés sur la technique de récolte Case IH
- Présentation AFS / GPS / ISOBUS
- Présentation de la gestion des manœuvres en fourrées HMC II / Easy-Tronic II



**AUTRES POINTS FORTS**

- Apéro matinal musical (dimanche 10:00 à 12:00 heures)
- Cantine
- Fanshop & concours
- Château gonflable & Kids Race avec diplôme
- Gymkhana



**Case Steyr Center**

[www.case-steyr-center.ch](http://www.case-steyr-center.ch)

