

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 76 (2014)
Heft: 6-7

Artikel: L'entraînement hydraulique reste la solution standard
Autor: Gnädinger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1085749>

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

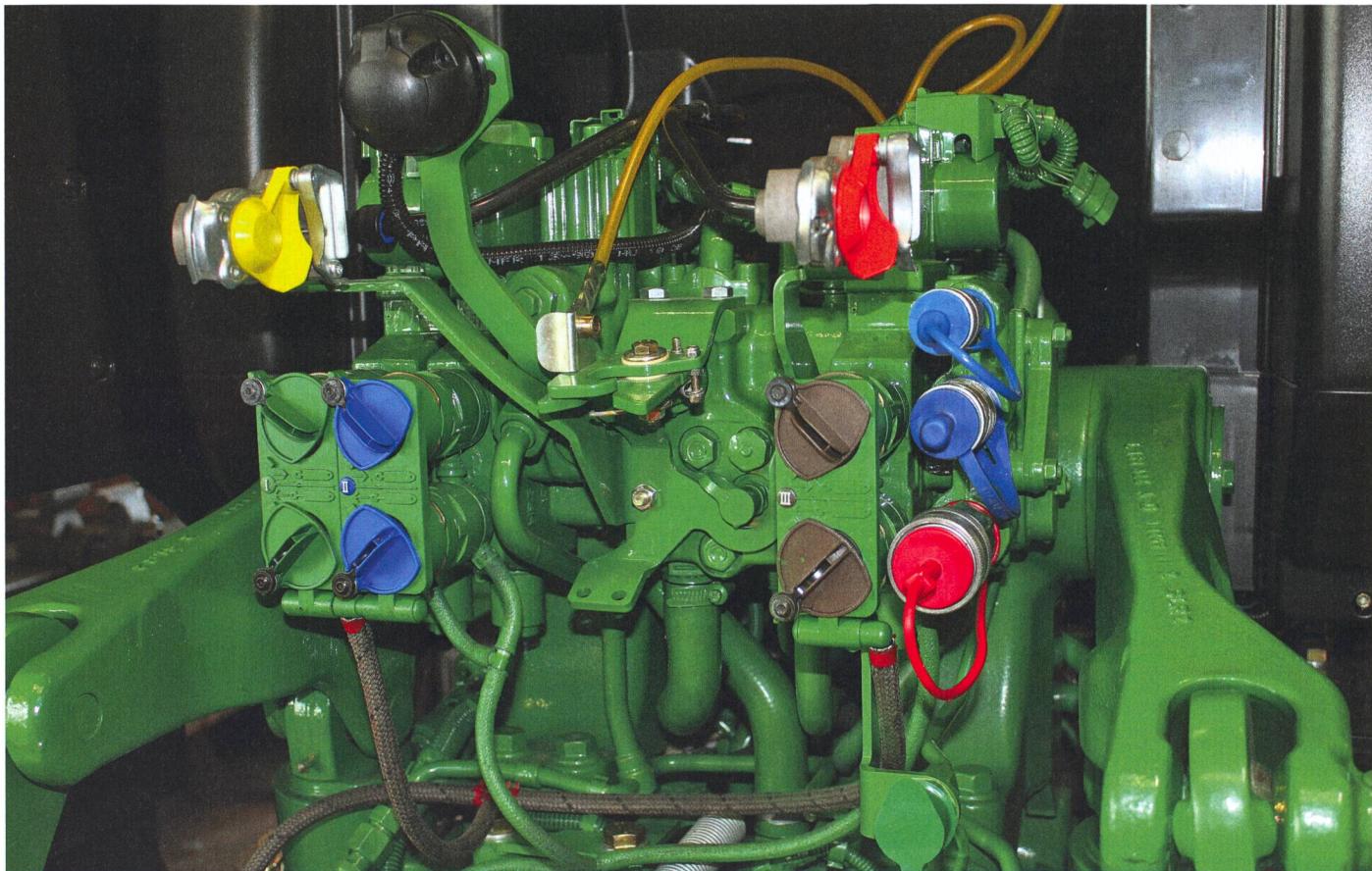
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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>



De nombreuses applications peuvent se réaliser avec le système hydraulique des tracteurs modernes. Simplement brancher et attendre de voir ce qui se passe constitue clairement une solution risquée, car cela peut avoir des «effets secondaires» indésirables. Est-ce que le système hydraulique du tracteur est compatible avec les soupapes de la machine? A droite, les connexions pour le système hydraulique Load-Sensing à partir du haut: conduite de commande (bleu), conduite de pression (bleu) et conduite de retour (rouge). (Photos: Ruedi Gnädinger)

L'entraînement hydraulique reste la solution standard

L'entraînement hydraulique est peu coûteux et peu encombrant. Par conséquent, il restera dans un proche avenir la solution standard de motorisation de machines, de levage de charges et de transmission en continu. Des connaissances de base en physique et en composants hydrauliques sont nécessaires pour évaluer les possibilités et les solutions les meilleures.

Ruedi Gnädinger

La plupart des tracteurs disposent d'un système hydraulique suffisant pour un grand nombre de machines entraînées par le tracteur. Lorsque la puissance se révèle insuffisante ou que l'ensemble de soupapes sur le tracteur est trop complexe, des systèmes hydrauliques indépendants sont montés directement sur les machines.

D'autres pièces entrent en ligne de compte en plus du réservoir d'huile, de la

pompe et des soupapes pour le fonctionnement d'une installation hydraulique. Ces différentes pièces et leur fonction sont présentées dans le tableau 1.

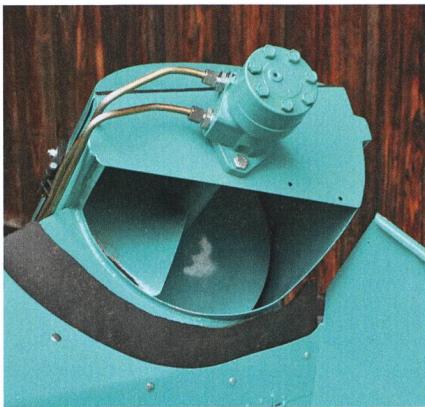
Choisir la pompe et le moteur hydrauliques selon les besoins

Quelle est la puissance nécessaire? Le débit doit-il être variable? Voilà les deux questions-clés déterminant le dimensionnement de la pompe. La puissance hy-

draulique est calculée en utilisant la formule hydraulique générale:

Puissance [watt] =
pression [newton/m²] * débit volumique
[m³/seconde])

Une pompe dont la pression de service maximale admissible s'élève à 150 bar (15 000 000 newtons/m²) et un débit



Les moteurs hydrauliques sont avantageux lorsqu'une transmission de puissance mécanique n'est pas possible. Cependant, la capacité du moteur hydraulique doit correspondre au débit volumique du système hydraulique ou le débit volumique doit être adapté aux besoins au moyen d'une soupape de régulation.

volumique de 90 l/min (0,0015 m³/s) développe donc une puissance hydraulique de 22 500 watts ou 22,5 kW.

Si le débit est indiqué en l/min et la pression en bar, on peut aussi calculer comme suit :

$$\text{Puissance (kW)} = \text{débit volumique (l/min)} * \text{pression (bar)} / 600$$

Le débit et la pression de service de la pompe hydraulique du tracteur se trouvent dans les données techniques. Mais comment sélectionner maintenant

le moteur hydraulique adéquat générant le mouvement de rotation souhaité (couple et vitesse) du côté machine ? Dans le moteur hydraulique, la puissance hydraulique est de nouveau convertie en un mouvement de rotation, et ici aussi le débit volumique et la pression déterminent la puissance potentielle. Dans les moteurs hydrauliques, ce n'est pas le débit volumique, mais la capacité d'absorption géométrique par tour (cm³/tour) qui se trouve dans les données techniques. Ces indications figurent dans le tableau 2 : termes techniques, symboles et unités dans le moteur hydraulique. Souvent, cette valeur est appelée volume nominal. Comme les moteurs hydrauliques doivent avoir une certaine tolérance, une petite quantité d'huile peut s'échapper par ces interstices dans le circuit de retour. Elle n'exerce ainsi aucune influence sur le mouvement de rotation. Ce phénomène est désigné par le terme technique « rendement volumétrique ». Il atteint environ 90 %, soit un facteur de 0,9.

La formule pour la capacité d'absorption nécessaire (volume nominal) à un régime désiré est la suivante :

$$\text{Capacité d'absorption (cm}^3/\text{tour} = \text{débit volumique pompe (l/min)} * \text{rendement volumétrique (\eta vol.)} * 1000/\text{tours (min}^{-1}\text{)}$$

Tableau 2. Termes techniques, symboles et unités du moteur hydraulique

Termes techniques et explications	Dimensions ou symboles (unités)
Couple atteint par un moteur hydraulique pour une pression de service donnée	M ou Md (Nm)
Débit volumique	Q (l/min)
Pression différentielle = chute de pression entre l'entrée et la sortie du moteur hydraulique	Δ _p (bar)
Régime	N ou rpm (min ⁻¹)
Volume de déplacement géométrique par tour/capacité d'absorption par tour	V (cm ³)
Taux de rendement volumétrique	η _v (valeur indicative env. 0,9)
Taux de rendement mécanique, hydraulique	η _{mh} (valeur indicative env. 0,85)
Taux de rendement global	η _f (valeur indicative env. 0,75)

Avec un débit volumique de la pompe hydraulique de 90 l/min à un régime souhaité du moteur hydraulique de 300 t/min et rendement volumétrique de 0,9, la capacité d'absorption requise s'élève à : 90 * 0,9 * 1000/300 = 270 cm³/tour.

Lorsque le volume nominal du moteur hydraulique est déterminé, il faut encore vérifier si le système hydraulique peut

Tableau 1. Principaux composants hydrauliques du tracteur et leurs fonctions

Composants et leurs fonctions	Composants et leurs fonctions
Réservoir d'huile: Il garantit une réserve d'huile permanente et l'aspiration d'huile même lorsque les cylindres hydrauliques sont déployés. A défaut, de l'air peut pénétrer dans le système, au risque d'entraîner des dommages.	Soupapes de pression: Selon l'utilisation, on parle de soupapes de pression, détendeurs, vannes de régulation ou limiteurs de pression. Ces dispositifs permettent d'utiliser la force maximale d'un vérin hydraulique ou le couple maximum d'un ensemble de moteurs hydrauliques. Chaque système hydraulique est équipé d'une soupape de sécurité. Celle-ci ne doit pas être réglée par l'utilisateur. Elle protège le système contre les surcharges et prévient l'éclatement des conduites (grand risque de blessures).
Une réserve d'huile importante est nécessaire également pour que la chaleur de l'huile puisse se dissiper à travers les parois du récipient (refroidissement d'huile passif).	Soupapes de conduite: Elles dirigent le flux d'huile vers les consommateurs, puis le renvoient au réservoir
Différents constructeurs de tracteurs privilégient un réservoir commun de l'huile de transmission et de l'huile hydraulique, de sorte que la réserve d'huile est plus grande et l'effet de refroidissement augmenté.	Soupapes de régulation: Elles servent à la régulation du débit volumique indépendamment de la pression et sont utilisées, par exemple, pour réguler le régime d'un moteur hydraulique.
Pompe hydraulique: Elle transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique. La taille de la pompe détermine la puissance potentielle de l'équipement connecté, tel que des vérins et des moteurs hydrauliques. Les pompes hydrauliques sont disponibles en tant que pompe à engrenages à débit constant (débit volumique) ou pompe à pistons, généralement à débit variable. Les pompes hydrauliques à débit constant peuvent être utilisées dans les circuits hydrauliques ouverts. Dans ce cas, lorsque les consommateurs ne sont pas en fonction, la vanne de la pompe hydraulique est ouverte en direction retour, et l'huile retourne au réservoir d'huile. Le système ouvert est adapté aux conditions de fonctionnement, qui n'ont aucune exigence élevée tant techniquement que ponctuellement.	Consommateur: Vérins hydrauliques, moteurs hydrauliques, direction assistée, etc.
Dans les gros tracteurs, des systèmes fermés sont de plus en plus utilisés. Le débit volumique des pompes est adapté aux besoins d'huile. Lorsque l'utilisateur est désactivé par la fermeture de la soupape d'entrée, la pression de la pompe augmente, ce qui entraîne la réduction progressive à zéro du débit volumique de la pompe.	Filtres: Ils protègent le système contre la contamination et l'abrasion. Des impuretés peuvent cependant pénétrer dans l'huile par le biais des appareils alimentés, car les filtres ne sont pas courants sur la conduite de retour et ne permettent pas d'éviter les dégâts dus à l'eau.
	Radiateurs à huile: Ceux-ci ne sont généralement nécessaires que pour des applications nécessitant une puissance importante pendant une longue période.



Régulation du débit volumique d'une citerne à pression pour le moteur hydraulique interne entraînant le brasseur. De telles applications présentent un risque accru de contamination de l'huile, avec les dommages qui en découlent.

délivrer une puissance et un couple suffisants à la pression de service disponible. La formule est la suivante :

$$\text{Puissance (kW)} = \text{débit volumique (l/min)} * \text{pression différentielle (bar)} * \text{rendement global} (\eta_{\text{ges.}}/600)$$

Le rendement global se compose des rendements volumétrique et hydromécanique. Il atteint dans la pratique 75 à 80 % (facteur 0,75 à 0,8).

Il s'agit de noter, en matière de différence de pression, que cette dernière chute dans la conduite de sortie et augmente dans la conduite de retour. La pression différentielle d'un moteur hydraulique, avec des sections de conduite conventionnelles, est de 10 bar inférieure à la pression nominale du système hydraulique du tracteur.

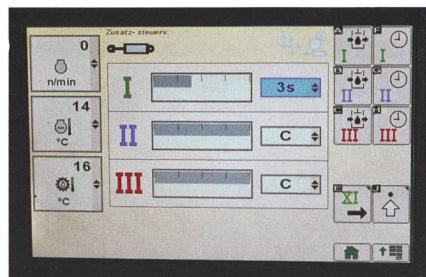
Dans notre exemple, nous supposons une pression différentielle de 140 bar, la puissance d'entraînement possible du moteur hydraulique s'établissant à :

$$\text{Puissance d'entraînement} = 90 \text{ (l/min)} * 140 \text{ (bar)} * 0,75 \text{ (\eta vol.)/600} = 15,75 \text{ kW}$$

Le couple maximum peut être calculé à partir de la puissance d'entraînement du moteur hydraulique comme suit :

$$\text{couple (Nm)} = \text{puissance (15,75 kW)} * 9554/\text{régime (300 t/min)} = 501,5 \text{ Nm.}$$

Pendant l'utilisation du moteur hydraulique, la pression de service est déterminée en fonction de la charge momentanée et de la résistance à l'écoulement. Ce n'est qu'après avoir atteint la pression maximale admissible que la soupape de



Ecran avec visualisation des raccordements hydrauliques du tracteur pour les consommateurs externes. Le débit a été réduit au raccordement I (vert). Des soupapes externes de régulation ne sont plus nécessaires.

décharge du tracteur sera sollicitée. Une réduction du couple de sortie, afin de protéger le moteur contre les surcharges, serait possible par le biais de l'installation supplémentaire d'une soupape de décharge ou de réduction de pression. Une mesure identique peut également être nécessaire avec les vérins hydrauliques parce que la force développée peut être excessive et endommager la machine.

Les soupapes de régulation sont toujours plus importantes

Les petits et les gros tracteurs disposent de pompes hydrauliques différentes. Par ailleurs, les consommateurs hydrauliques présentent également des besoins très diversifiés quant au débit volumique requis. Comment un vérin hydraulique peut-il fonctionner en douceur avec un gros tracteur ?

Ce problème se résout par des soupapes de régulation lesquelles le débit volumique du consommateur peut être mesuré. Des soupapes de régulation sont disponibles en différents modèles pour systèmes hydrauliques ouverts ou fermés. Nous avons renoncé à donner davantage de détails quant à leur fonction et leur adéquation à des usages particuliers dans cet article. Toutefois, pour un bon fonctionnement de l'ensemble du système, il est important que la régulation du débit volumique ne soit pas affectée par la charge (pression d'huile) ou que la pompe hydraulique doive vaincre une pression inutile.

Les restricteurs ne suffisent pas

Il est important d'expliquer les exigences fonctionnelles de ces soupapes car, pour des raisons de coûts, de simples restricteurs sont parfois installés. Mais ceux-ci

ne peuvent pas satisfaire aux exigences générales d'un réglage de régime des moteurs hydrauliques ou de la vitesse de sortie des pistons hydrauliques.

Systèmes hydrauliques fermés ou ouverts ?

Dans les systèmes hydrauliques ouverts, des pompes à engrenages simples sont installées. Elles ont un débit volumique constant à un régime donné. Un changement du débit volumique de la pompe s'avère possible seulement avec un changement de régime. Lorsqu'aucune huile n'est utilisée, elle retourne dans le réservoir au travers de la soupape ouverte.

Les systèmes hydrauliques fermés utilisent des pompes à pistons axiaux travaillant en contrepression. Le débit volumique est réglé à zéro à une pression prédéterminée. S'il n'y a aucun consommateur actif, aucune huile n'est activée. Bien que l'arbre de pompe tourne, les pistons de la pompe ne bougent pas. Les soupapes de conduite et leur montage sont plus simples qu'avec un système ouvert et, de plus, les pertes sont également plus faibles. Par conséquent, pour les grands tracteurs équipés d'applications hydrauliques complexes, le système fermé est préférable.

Attention : si les consommateurs hydrauliques des machines disposent de leurs propres soupapes, non actionnées depuis le tracteur, il convient de déterminer si celles-ci sont compatibles avec le système hydraulique du tracteur.

Raccords Load-Sensing et leur fonction

Le Load-Sensing au tracteur consiste en trois raccords d'huile pour les conduites de pression, de retour et de commande. L'utilisation de la technique Load-Sensing est appropriée surtout lorsque les différents consommateurs sont commandés par des soupapes situées sur la machine. Dans ce cas, la conduite de pression conduit au bloc hydraulique et alimente l'ensemble du système hydraulique de la machine. Lorsque la pression nominale désirée est atteinte, la pompe hydraulique à débit volumique variable (pompe à cylindrée variable) du tracteur est ramenée à zéro par l'intermédiaire de la conduite de commande. Lorsqu'un consommateur est activé, la pression tombe, et la pompe apporte de l'huile qui repart ensuite au tracteur en le traversant. ■