

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 64 (2002)
Heft: 12

Artikel: Le test de tracteurs FAT : le rapport de test FAT, un instrument d'appui pour tout achat de tracteur
Autor: Stadler, Edwin / Schiess, Isidor
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086415>

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>

RAPPORTS



Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), CH-8356 Tänikon TG, Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90

Le test de tracteurs FAT

Le rapport de test FAT, un instrument d'appui pour tout achat de tracteur

Edwin Stadler et Isidor Schiess, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Comme tous les autres domaines techniques, le développement des tracteurs connaît également une évolution rapide. Les modèles disponibles sur le marché sont très nombreux, les prix d'achat très élevés. Par ailleurs, la pression exercée par les coûts sur les produits agricoles va croissant, ce qui veut dire que les agriculteurs ont de moins en moins de marge de manœuvre pour effectuer de nouveaux investissements. Dans ce contexte, il devient toujours plus difficile pour le chef d'exploitation d'avoir une vue d'ensemble d'une offre en perpétuel changement et de

prendre la bonne décision lors de l'achat d'un tracteur. De plus, les indications techniques des fabricants et revendeurs ne se présentent bien entendu pas de la même manière, ce qui accroît encore la difficulté. Pour faciliter la comparaison des différents produits et éviter les erreurs d'investissements, la FAT effectue des tests rapides des différents tracteurs à l'intention des agriculteurs et des entrepreneurs de travaux agricoles, qui pensent acheter un véhicule. Nous recommandons à tous les intéressés de consulter ces rapports de tests avant tout achat. Toutes les in-

formations nécessaires pour commander ou consulter et télécharger les rapports de tests sur Internet se trouvent en dernière page du présent rapport.



Fig. 1: La puissance à la prise de force, la consommation de carburants et les gaz d'échappement émis par le moteur sont des paramètres de comparaison importants pour un tracteur. Un banc d'essai équipé des appareils de mesure les plus modernes et d'un système électronique de traitement des données permet de travailler rapidement et d'interpréter immédiatement les résultats.

Sommaire	Page
Informations générales	24
Moteur	24
Carburant à base d'huile de colza	24
Transmission	25
Attelage frontal	25
Prise de force arrière	25
Mesure de la puissance et de la consommation de carburant	25
Qu'indique le diagramme de puissance?	26
Emissions	27
Place du conducteur	28
Hydraulique	28
Traction intégrale	29
Freins	29
Pneus	30
Poids	30

Informations générales

Taille du tracteur

Le tracteur choisi doit être adapté à l'exploitation, c'est-à-dire au parc de machines et aux conditions d'utilisation. En cas d'achat de puissance de réserve, il faut également tenir compte du poids supplémentaire. Les exigences élevées en terme de confort vont souvent de pair, non seulement avec un supplément de prix, mais également avec des dispositifs annexes qui réduisent la puissance.

Puissance

Dans la publicité et dans le commerce, la puissance des tracteurs est indiquée par rapport au moteur. Cette indication n'est que partiellement utile à l'agriculteur, car il ne peut ni tracter une remorque, ni entraîner un outil porté à l'aide du moteur seulement. C'est pourquoi pour comparer différents tracteurs, nous avons opté pour la **puissance effective à la prise de force au régime nominal**. La puissance mesurée à la prise de force au banc d'essai est environ 10% inférieure à la puissance du moteur du fait des pertes dues aux transmissions et aux agrégats annexes. L'indication de la puissance à la prise de force doit absolument figurer sur la liste de prix et sur les contrats de vente. Seules les données mentionnées ont valeur obligatoire. Si nécessaire, la puissance à la prise de force peut être contrôlée assez facilement sur un banc d'essai, tel qu'il en existe dans de nombreux ateliers spécialisés dans les machines agricoles.

Moteur

Un des objectifs prioritaires dans la conception des moteurs modernes consiste à réduire les émissions de bruits et de gaz d'échappement tout en conservant ou en améliorant les paramètres de couple-moteur, de puissance, de consommation de carburant et d'entretien. Une plus grosse cylindrée avec la même puissance permet d'avoir un couple-moteur supérieur dans la plage de régime la plus basse. Cette caractéristique permet en général d'améliorer les propriétés de démarrage du moteur. Le **turbo-compresseur** augmente la puissance du moteur avec la même cylindrée,

notamment dans les plages de régime moyenne et supérieure. Les nouveaux tracteurs sont soumis à des règlements de plus en plus stricts en ce qui concerne les gaz d'échappement. Pour respecter les seuils de gaz d'échappement, le turbo-compresseur, complété par un système de refroidissement d'air de suralimentation, fera partie de l'équipement de base des moteurs modernes à l'avenir, ainsi qu'une technique d'injection améliorée avec réglage électronique. Un régime inférieur avec la même puissance réduit non seulement le bruit, mais aussi la consommation spécifique de carburant, que le moteur fonctionne à pleine charge ou à charge partielle.

Refroidissement

Dans la construction de tracteurs, c'est le **refroidissement à eau** qui domine. Suivant la charge du moteur, jusqu'à la moitié de l'énergie des carburants est évacuée sous forme de chaleur dans l'environnement, en grande partie via le système de refroidissement. Le système de refroidissement est conçu pour les cas extrêmes, c'est-à-dire pour les températures estivales et les charges élevées du moteur. Le ventilateur de refroidissement, directement entraîné par le moteur, via des courroies, absorbe entre 4 à 8% de la puissance nominale du moteur. Pendant la saison froide, lorsque le moteur est faiblement sollicité ou en cas de démarrage à froid, le besoin de refroidissement est soit nul, soit très faible. Le système de refroidissement devrait pouvoir réagir à de telles situations. Un **visco-ventilateur**, réglé par températures, des systèmes de refroidissement à double circuit avec un circuit à hautes températures et un circuit à basses températures permettent d'éviter les pertes de puissance inutiles et le gaspillage de carburants. Les avantages du refroidissement à eau par rapport au refroidissement à air sont les suivants: il permet de réduire les émissions de bruit et de gaz d'échappement; par ailleurs l'eau de refroidissement peut être utilisée pour chauffer la cabine du tracteur.

Dans la construction de tracteurs, le refroidissement à air ne joue plus qu'un rôle accessoire. Malgré ses avantages indiscutables (c'est un système de refroidissement simple, sans entretien particulier des produits de refroidissement et avec une phase de réchauffement très courte), il présente de gros inconvénients sur le plan des émissions (gaz d'échappement et bruit).

Carburant à base d'huile de colza

L'**huile de colza naturelle**, telle qu'on l'obtient après le pressage, est trop épaisse pour être utilisée dans un moteur de tracteur classique. Il faudrait aménager le moteur à grands frais pour l'adapter à ce carburant. En revanche, l'**ester méthylique de colza (EMC)** convient parfaitement comme carburant pour les tracteurs. Grâce à un procédé chimique dit de transestérification, il est possible de réduire considérablement la viscosité de l'huile de colza et parallèlement d'augmenter l'indice de cétane (aptitude à la combustion). L'ester méthylique de colza (EMC) que l'on produit aujourd'hui est très semblable au carburant diesel en ce qui concerne ses propriétés motoriques. La puissance du moteur ne varie quasiment pas, le volume de consommation de carburant augmente de 5 à 7%. Les gaz d'échappement se modifient très peu, par contre les émissions de fumée noire sont pratiquement réduites de moitié. Suivant les personnes, l'odeur de pommes frites peut éventuellement être considérée comme gênante.

Le **démarrage à froid** est possible jusqu'à des températures de -5 °C environ. Lorsque les températures sont plus basses, il est recommandé d'ajouter du gazole spécial pour l'hiver.

Les tracteurs actuellement disponibles sur le marché peuvent tous fonctionner avec de l'EMC. Il peut parfois être recommandé de vidanger plus fréquemment l'huile-moteur. La même chose est en principe valable pour les tracteurs les plus vieux. L'EMC est un peu plus agressif pour la peinture et les pièces en caoutchouc. C'est pourquoi il est recommandé de demander l'avis du service d'entretien du tracteur avant d'utiliser ce carburant.

Réservoir de carburants

Le réservoir de carburants ne doit gêner ni le refroidissement du moteur, ni les travaux de maintenance. Avec une capacité de 1,5 à 2 litres par kW de puissance-moteur indiquée, suivant le type de tracteur, il est possible de circuler pendant environ dix heures avec un tracteur économique ou entre sept et huit avec des tracteurs moins économiques, lorsque la charge est de 40%.

Transmission

Le système de transmission d'un tracteur moderne doit permettre d'atteindre la vitesse optimale pour tous les travaux. Seule la transmission en continu peut remplir ce souhait. Les boîtes à vitesses traditionnelles, tout comme les vitesses passables sous charges partielles ou totales, présentent toujours des écarts de paliers plus ou moins grands, qui peuvent être aisément compensés par l'élasticité du moteur. Ce n'est pas parce qu'elle a le plus grand nombre possible de vitesses que la boîte d'un tracteur est bonne, mais c'est parce qu'elle a des graduations régulières et un embrayage logique. Le **nombre de vitesses nécessaires** dépend des conditions d'utilisation. La **principale zone de travail comprise entre 4 et 12 km/h** est couverte par cinq à six vitesses régulièrement échelonnées. Dans cette zone de travail principale, les différentes vitesses en marche avant doivent avoir leur pendant en marche arrière. Un changement de marche avant en marche arrière, synchronisé ou passable sous charge, est avantageux pour les travaux qui demandent beaucoup de changement de direction comme avec les chargeurs frontaux et les élévateurs arrières. Les outils portés à l'arrière comme l'ensileuse à maïs exigent un bon échelonnement des vitesses, en marche arrière également, de 3 à 6 km/h env. Ceci ne peut généralement être garanti que par une transmission réversible.

Il faut également tenir compte de l'**échelonnement des vitesses pour le transport**. Pourqu'il soit également possible de démarrer sur terrains en pente avec un tracteur chargé, il faut que la première vitesse pour route se situe en dessous de 10 km/h. Ensuite, il devrait être possible de changer de vitesses au levier en quatre à cinq paliers jusqu'à 40 km/h.

Plusieurs vitesses inférieures à 4 km/h sont nécessaires pour les grandes cultures, mais également dans les cultures maraîchères et les cultures spéciales. Les machines combinées avec des herbes et des semoirs exigent elles aussi des vitesses situées autour de 3 à 5 km/h.

La transmission continue pour tracteurs améliore considérablement le confort de la conduite. Grâce à la gestion des transmissions du moteur, il est possible d'adapter automatiquement la vitesse à la puissance disponible du moteur ou de la machine, en fonction de la stra-

tégie de conduite adoptée. Dans le cas de machines comme la presse à balles ou la récolteuse-hacheuse utilisées dans des conditions très variables, on peut s'attendre à ce que ce système de transmission permette une **certaine augmentation du rendement** par rapport au tracteur équipé d'un système de changement de vitesses à sélecteur à levier. Sachant que les transmissions continues sont prévues pour des vitesses de 50 km/h et plus, les transports sur route peuvent être effectués en bridant le régime du moteur, c'est-à-dire en économisant le carburant (**Eco-Drive**), à condition que le moteur soit suffisamment puissant.

En ce qui concerne les pertes de puissance, les transmissions continues pour tracteurs sont comparables aux transmissions étagées à passages sous charge. A quel point les coûts **supplémentaires** liés à la transmission continue peuvent-ils être compensés par l'augmentation du rendement à la surface et/ou la baisse de la consommation de carburant? C'est une question qui doit encore être étudiée.

Vitesse maximale 40 km/h?

A quelques exceptions près pour les tracteurs spéciaux, la vitesse de 40 km/h s'est imposée pour les tracteurs. Les véhicules existants ne doivent pas nécessairement être transformés pour atteindre cette vitesse. Les remorques de transport et de travail comme la citerne à lisier, les épandeurs de fumier, les presses, etc. peuvent continuer à être utilisées avec le tracteur rapide à une vitesse de 30 km/h. En cas d'application conséquente de la stratégie de conduite Eco-Drive, c'est-à-dire trajets sur route en enclenchant la vitesse de 40 km/h et en bridant le régime du moteur à 30 km/h, on peut espérer une économie de carburants de l'ordre de 10 à 15%.

Attelage frontal

L'attelage frontal permet d'intéressantes combinaisons d'outils, par exemple pour la récolte de fourrage avec la faucheuse rotative frontale et l'autochargeuse. Vue dans le sens de la marche, la prise de force tourne vers la droite et son régime normalisé est de 1000 min⁻¹. L'attelage frontal (hydraulique trois points et prise de force) doit permettre le montage le plus rapide possible des outils. Des couples rapides facilitent l'attelage des outils frontaux. Par ailleurs, la machine doit

être équipée d'un équilibrage pendulaire, pour que l'outil frontal puisse s'adapter correctement aux inégalités du terrain. La soupape de commande de l'hydraulique frontale doit pouvoir être mise en position libre si nécessaire. Pour les tracteurs de puissance moyenne, une force de levage de **30 daN (~kp) par kW** de puissance du moteur suffit généralement pour l'hydraulique frontale. Il faut toutefois tenir compte de la charge maximale autorisée à l'essieu avant et du **surplomb de 4 m** autorisé par la loi pour les trajets sur routes publiques, mesuré à partir du centre de la roue de direction. Une soi-disant «décharge de la pression», qui transmet une partie du poids de l'outil porté à l'essieu avant du tracteur, améliore considérablement la tenue de route du tracteur dans les terrains en pente.

Prise de force arrière

Avec la prise de force arrière, les régimes normalisés de 540 et 1000 min⁻¹ sont courants. Il existe également les soi-disant «prises de force Eco» 540E et 1000E. Ces prises de force Eco sont parfaitement indiquées, car les outils à la prise de force qui requièrent peu de puissance comme l'épandeur à engrais, l'andaineur ou la citerne à pression, peuvent également fonctionner avec des régimes bridés, et permettre ainsi d'économiser du carburant. Ce mode de conduite n'est pas sans effet positif: il améliore le confort de conduite en réduisant les bruits et les vibrations et permet d'économiser entre 10 et 15% de carburant. Le régime de la prise de force devrait pouvoir être réglé depuis le siège du conducteur.

Mesure de la puissance et de la consommation de carburant

Puissance à la prise de force au régime nominal du moteur (ligne 1)

En règle générale, mais pas toujours, la puissance au régime nominal du moteur (puissance nominale) correspond à la puissance maximale. Si la puissance maximale est atteinte à un autre régime, plus bas, la valeur est indiquée à la ligne 2.

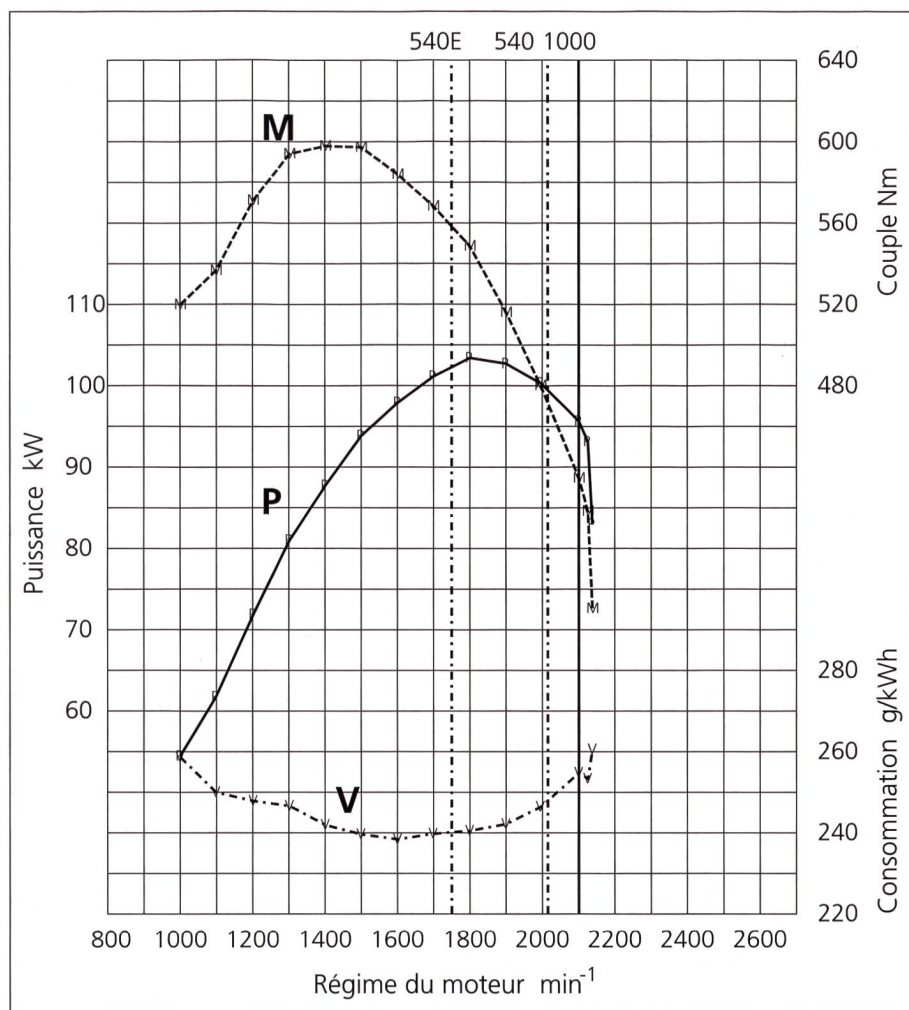


Fig. 2: Le diagramme de puissance indique les courbes à pleine charge du couple-moteur M, de la puissance P et de la consommation spécifique V d'un tracteur, mesurée à la prise de force.

Puissance maximale (ligne 2)

Les moteurs modernes de tracteurs se caractérisent parfois par une extraordinaire élasticité. Comme le couple-moteur augmente rapidement, la puissance nominale est disponible sur une large plage de régimes: «puissance constante». Si le couple-moteur augmente plus que proportionnellement, la courbe de puissance continue à monter alors que le régime du moteur baisse, on parle alors de «surpuissance». Si tel est le cas, la puissance maximale effective est indiquée à la ligne 2 (comparer également avec le diagramme de puissance).

Puissance au régime normalisé de la prise de force (540 ou 1000 min⁻¹, ligne 3)

La mesure au régime normalisé de la prise de force est importante pour l'utilisation d'outils commandés par la prise de force.

Consommation de carburant

La consommation spécifique de carburant, c'est-à-dire la consommation en grammes par kilowatt-heure (g/kWh), est la Comme dans la pratique, le tracteur exige rarement la pleine puissance de son moteur, nous avons indiqué non seulement la consommation de carburant en cas de **fonctionnement à pleine charge, lignes 1 à 3**, mais également la consommation de carburant avec une **charge partielle de 42,5%** et régime à la prise de force de 540 ou 1000, ou 540E ou 1000E. La consommation indiquée à charge partielle en l/h (litre par heure de fonctionnement) donne également une

valeur indicative approximative de la consommation moyenne annuelle.

Nous **évaluons la consommation de carburant** (toutes les valeurs portent sur la puissance mesurée à la prise de force):

A pleine charge (lignes 1 à 3):

moins de 250 g/kWh = favorable
250–280 g/kWh = moyenne
plus de 280 g/kWh = élevée

A charge partielle, 42,5% et régime normalisé de la prise de force 540 et 1000 min⁻¹:

moins de 300 g/kWh = favorable
300–350 g/kWh = moyenne
plus de 350 g/kWh = élevée

Les consommations à charge partielle avec modes de fonctionnement économiques de la prise de force 540 E ou 1000 E sont inférieures de 10 à 15%. Elles indiquent également le potentiel d'économie de la prise de force Eco.

Augmentation du couple-moteur

L'augmentation du couple-moteur est un paramètre important pour évaluer l'élasticité d'un moteur. Plus le couple-moteur augmente, meilleure est la capacité d'entraînement. Sur les moteurs actuels, l'augmentation du couple-moteur est évaluée comme suit:

Augmentation jusqu'à 20% = moyenne
Augmentation jusqu'à 20–30% = bonne
Augmentation de plus de 30% = très bonne

Un bon étagement des vitesses permet de compenser une augmentation un peu moins bonne du couple-moteur. Le moteur devrait déjà avoir atteint le **couple-moteur maximum** à environ 60 à 70% du régime nominal, en général entre 1200 et 1600 min⁻¹.

Qu'indique le diagramme de puissance?

Le diagramme relevé à la prise de force donne des indications importantes sur les caractéristiques du moteur (fig. 2).

Courbe du couple-moteur (M)

Nous appelons augmentation du couple-moteur la différence entre le couple-moteur au régime nominal et le couple-moteur maximum. Une augmentation importante et rapide du couple-moteur indique que le moteur est élastique et possède une **«capacité d'entraînement»** élevée. Cette caractéristique est particulièrement avantageuse pour les lourds travaux de traction et les travaux à la prise de force. Un couple-moteur le plus élevé possible, également au régime le plus bas laisse supposer que le moteur possède **de bonnes propriétés de démarrage**. Plus le couple-moteur est élevé, moins le moteur a tendance à s'étouffer.

Courbe de puissance (P)

Les moteurs modernes présentent des augmentations plus importantes du couple-moteur. De ce fait, les tracteurs affichent une puissance élevée presque constante sur une grande amplitude de régimes. Dans la publicité, cet effet est également appelé **puissance constante**. Le conducteur du tracteur dispose donc de la puissance maximale du moteur sur une grande plage de régimes différents.

Courbe de consommation de carburant (v)

La consommation de carburant doit être la plus basse possible et évoluer selon une courbe plutôt plate jusqu'au régime nominal. Une consommation basse témoigne d'une part d'un moteur économe, et d'autre part, de pertes de puissance réduites pour la transmission et les agrégats annexes.

Emissions

Lorsqu'un tracteur fonctionne, il produit des émissions sous forme de gaz d'échappement, de fumée noire et de bruit. Avec la méthode de mesure adaptée, il est possible de relever et d'évaluer ces différents types d'émissions sous forme de paramètres individuels. Toutefois, l'amélioration des valeurs d'émission ne devrait pas entraîner une hausse de la consommation de carburants. C'est pourquoi nous tenons compte également de cette dernière dans la comparaison et nous y référons sous le

terme de «consommation-test». Avec les directives de l'Union européenne (UE) 77/311 «Niveau sonore aux oreilles des conducteurs» et 2000/25 «Emissions de polluants» des seuils-limites sont peu à peu introduits depuis 2001 pour les nouveaux véhicules. Notre évaluation des valeurs de mesure tient compte des seuils-limites légaux et du progrès de technologie moderne en matière de moteurs.

Niveau sonore aux oreilles des conducteurs

Le bruit est mesuré en dB (A) (décibel), sachant qu'une augmentation de 10 dB (A) représente environ la multiplication du bruit par deux. Pour le conducteur du tracteur, l'important c'est surtout le bruit à proximité de son oreille. Hélas, de trop nombreux tracteurs présentent encore des valeurs acoustiques de 90 dB (A) et plus, ce qui est **dangereux pour la santé**. Il s'agit notamment de tracteurs équipés uniquement d'un cadre de protection ou d'une simple cabine basse, ce pour plusieurs raisons: meilleure aptitude au travail sur des terrains en pente, cultures étroites, entrées basses dans la cour de ferme, etc. ou également pour des questions de coûts. L'objectif, c'est d'obtenir

des tracteurs qui ne dépassent pas le seuil acoustique de 80 dB (A). Les cabines de tracteurs modernes présentent des valeurs acoustiques de 75 dB(A) et moins.

Voici quelles sont les directives en vigueur pour l'évaluation du niveau sonore à l'oreille du conducteur

en dessous de 80 dB (A) = favorable
de 80 à 85 dB (A) = moyen
au-dessus de 85 dB (A) = élevé

Les valeurs supérieures à 90 dB (A) portent un préjudice durable à la santé.

Bruit au passage du tracteur (7,5 m de distance)

Dans notre pays densément peuplé, les exploitations agricoles se situent de plus en plus souvent à proximité des zones d'habitation. Par ailleurs, l'utilisation optimale des machines lourdes et puissantes exige souvent l'emploi d'un tracteur y compris tôt le matin, tard le soir ou pendant le week-end. Le besoin de repos du reste de la population ne devrait pas être inutilement perturbé pour autant. C'est pourquoi il faut également tenir compte des bruits extérieurs du tracteur, mesurés sous la forme du bruit qu'il émet sur son passage. On a donc mesuré le

La fumée noire ne devrait pas dépasser les valeurs suivantes:

	Jusqu'à l'année de construction 2003	A partir de l'année de construction 2004
Indice noir IN (BOSCH)	3,0	2,0
Les valeurs de fumée noire supérieures à 4,0 doivent absolument être évitées.		

Gaz d'échappement et consommation-test

Nous mesurons les **émissions de gaz d'échappement des moteurs** sur un cycle comprenant huit paliers de charge différents, conformément au règlement international ISO 8178-C1 ou au règlement UE 2000/25 CE pour les tracteurs. Depuis leur introduction, les seuils-limites légaux pour les gaz d'échappement sont progressivement renforcés. Nous adaptons notre évaluation en fonction. Toutefois, la réduction des gaz d'échappement ne devrait pas entraîner **une hausse de la consommation de carburants**. C'est pourquoi l'évaluation doit également tenir compte de la consommation de carburants.

Nous considérons que les **émissions et la consommation** d'un tracteur sont **favorables**, lorsque ses valeurs sont inférieures ou égales aux valeurs de mesure suivantes

	Jusqu'en 2003 (année de construction)	à partir de 2004 (année de construction)
--	--	---

Gaz d'échappement du moteur:

Hydrocarbures (HC)	≤ 1,5 g/kWh *	≤ 1,3 g/kWh *
Oxyde nitrique (NOx)	≤ 10,5 g/kWh *	≤ 8,0 g/kWh *
Monoxyde de carbone (CO)	≤ 5,0 g/kWh *	≤ 3,0 g/kWh *
Consommation test (ISO 8178-C1)	≤ 280,0 g/kWh *	≤ 280,0 g/kWh *
(* valeurs par rapport à la puissance à la prise de force)		

La consommation-test citée se calcule à partir des huit paliers de charge mesurés et donne des indications fiables sur la consommation du moteur fonctionnant avec des charges différentes.



Fig. 3: Les tracteurs agricoles sont souvent sur le terrain dès l'aube et travaillent jusqu'tard le soir. C'est pourquoi ils ne devraient pas faire trop de bruit. La mesure du bruit au passage du tracteur a lieu des côtes de l'engin à une distance de 7,5 mètres. Le rapport de test indique la plus haute des deux valeurs.

bruit d'un tracteur en accélération, vitesse maximale enclenchée, lorsqu'il passe à une distance de 7,5 m d'un point situé sur le côté.

Nous évaluons le bruit au passage comme suit:

jusqu'à 82 dB (A) = favorable
de 83 à 85 dB (A) = moyen
86 et plus = élevé

Gaz d'échappement des moteurs

Fumée noire (particules)

On considère que les particules de suie du diesel ont un effet cancérigène. Il faut donc faire en sorte d'éliminer le plus possible la fumée noire de l'échappement. La fumée noire est souvent due à de vieux moteurs ou à un mauvais réglage de ces derniers.

Le relevé des masses de particules suppose un important matériel, exige beaucoup de temps et est très coûteux. En revanche, la détermination de la fumée noire au moyen de la méthode de filtres BOSCH est toute simple et permet d'obtenir une évaluation comparable. Nous mesurons la fumée noire à pleine charge et à 70% du régime nominal du moteur. Le résultat ou valeur comparable ainsi obtenue est l'indice noir BOSCH (IN).

Place du conducteur

Les cabines intégrées protègent le conducteur du bruit et des conditions météorologiques. L'entrée de la cabine doit toutefois être assez large et l'accès doit pouvoir s'effectuer des deux côtés. Le conducteur doit pouvoir accéder au volant, aux pédales et au levier d'action dans une position assise confortable. Pour faciliter l'accouplement des outils lourds attelés aux trois points, les bras inférieurs doivent être équipés de coupleurs rapides et le système hydraulique à l'arrière du tracteur doit être parfaitement maniable. Le système d'attelage modulable en hauteur (chape d'attelage) devrait être bien visible depuis le siège du conducteur et facile à manier. Les coupleurs d'attelage automatiques nécessitent des boucles d'attelage normalisées sur les remorques. Lorsque les remorques sont très lourdes et les vitesses élevées, il faut aussi envisager l'utilisation d'un système d'attelage par le bas, par exemple Piton-fix ou Hitch. Ces dispositifs rendent la conduite nettement plus sûre.

Siège du conducteur

Le siège doit protéger le conducteur du tracteur des **vibrations et des chocs néfastes à sa santé**. Il vaut donc la peine

d'accorder une importance particulière au choix du siège du conducteur. Le poids du conducteur doit être facile à régler. En cas de changement fréquent de conducteurs, la **suspension pneumatique** est le système qui offre le maximum de confort. Les sièges modernes sont équipés d'une **suspension horizontale**, qui protège également le dos des chocs douloureux dans le sens longitudinal. Pour que le dossier puisse remplir parfaitement sa fonction protectrice, il doit pouvoir s'adapter de manière confortable. Des accoudoirs pour les avant-bras améliorent également le confort du conducteur sur les longs travaux.

Hydraulique

Avec l'hydraulique trois points arrière, le réglage se fait principalement par les bras inférieurs. Le système de réglage purement mécanique est désormais concurrencé par les systèmes électroniques. Le réglage électronique du dispositif de relevage hydraulique (EHR) est censé apporter plus de confort, permet un réglage plus fin, ainsi qu'une réaction plus rapide et plus précise de l'hydraulique sur différents sols. Les systèmes EHR modernes sont équipés d'un **dispositif de compensation d'oscillations**. Ce système réduit les vibrations du tracteur lorsque celui-ci prend de la vitesse avec un outil porté. Avec une vitesse de 40 km/h, un compensateur d'oscillations est indispensable.

Teneurs de l'huile

L'huile du système hydraulique peut être utilisée séparément ou en commun avec les transmissions (ou) et l'essieu arrière. En général, en cas d'utilisation commune, les tracteurs ont toujours un peu plus d'huile à disposition pour la prise hydraulique. Lorsque plusieurs tracteurs sont utilisés sur une même exploitation, il est recommandé de veiller à une gestion **homogène de l'huile**. Cela permet d'éviter les mélanges d'huiles. Pour l'utilisation d'huiles hydrauliques **respectueuses de l'environnement**, il est recommandé de séparer les emplois. Avant toute décision, il est préférable de contacter le service d'entretien du tracteur.

Système hydraulique à distance

L'hydraulique du tracteur est largement utilisée pour entraîner ou commander des outils de travail comme l'élévateur du pic-up, le chargeur frontal ou encore la remorque à pont basculant, etc. Suivant

la taille du vérin de travail, l'actionnement des outils pompe une quantité d'huile plus ou moins importante de l'hydraulique du tracteur.

La quantité d'huile disponible pour la prise hydraulique, indiquée dans le rapport de test peut être relevée en fonctionnement stationnaire (les valeurs entre parenthèses sont valables avec tank supplémentaire). Pour le fonctionnement de remorques à pont basculant, moyennes à grosses, le tracteur doit pouvoir mettre entre 20 à 35 litres d'huile à disposition pour la prise hydraulique.

En relation avec la prise hydraulique, **une pression d'huile maximale standard, comprise entre 180 et 200 bar**, est considérée comme favorable.

Dans les cas normaux, un **débit** compris entre 30 et 45 l/min est suffisant pour la pompe hydraulique. Pour actionner les chargeurs frontaux moyens ou lourds, il faut un débit de 35 à 45 l/min resp. de 50 à 60 l/min.

Transmission hydraulique de la puissance

La puissance potentielle transmise par la prise hydraulique dépend du débit de la pompe, de la pression de service nécessaire et du réchauffement de l'huile qui va de pair. Avec un débit de 40 l/min et une pression de 120 bar, il est p. ex. possible de transmettre une puissance de 8,0 kW (~11 PS) de manière hydraulique. Plus la puissance transmise est élevée, plus le **réchauffement de l'huile** est important. Un radiateur d'huile supplémentaire peut constituer une solution à ce problème.

Capacité de levage

Pour évaluer les capacités de levage indiquées par les fabricants de tracteurs, il est important de savoir qu'il s'agit en général de valeurs maximales, qui ne sont atteintes que lorsque les bras inférieurs sont dans une position bien particulière. Pour la pratique, l'essentiel, c'est la capacité de levage qui peut être obtenue sur toute l'échelle de levage, du bas vers le haut. Cette valeur est indiquée dans les rapports de test comme **«capacité de levage continue»**.

La capacité de levage nécessaire pour lever un outil de travail déterminé dépend du poids, et de la longueur de la machine ainsi que du type de sol (sol léger ou lourd). Par exemple, une charrue trisocs d'un poids compris entre 800 et 1200 kg nécessite une capacité de levage continue de 1800 à 2400 daN (kp).

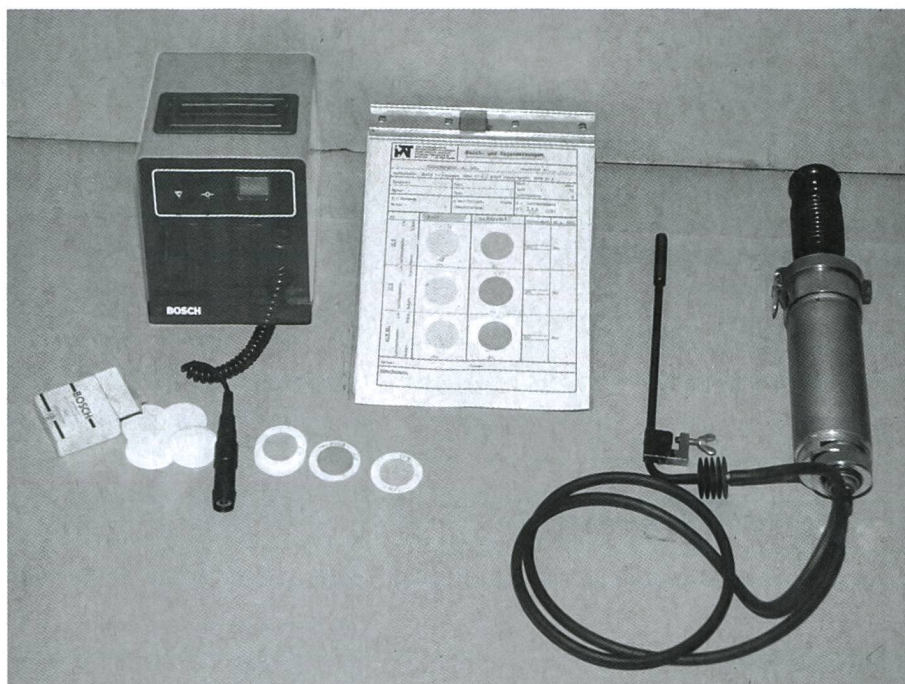


Fig. 4: La fumée noire (particules de suie) qui sort de l'échappement est le signe d'une combustion insuffisante et devrait appartenir au passé. Les particules de suie sont en effet soupçonnées d'être cancérogènes. L'indice noir IN mesuré (BOSCH) doit être le plus bas possible.

La **capacité de levage continue** devrait en principe atteindre les valeurs suivantes: par kW de puissance du moteur 40 daN (kp) dans les interventions normales ou 50 daN (kp) dans les interventions difficiles (combinaisons d'outils).

L'évaluation de la capacité de levage mesurée doit également tenir compte de la plage de levage atteinte. La norme ISO 730/1 exige une **plage de levage** de 650 mm minimum pour la catégorie II et une plage de 735 mm pour la catégorie III.

Traction intégrale

La **traction intégrale présente plusieurs avantages**: meilleure efficacité de traction et de freinage. Plus les conditions sont défavorables, plus la traction intégrale est efficace. Il faut également citer une meilleure aptitude des machines au travail sur terrains en pente, notamment en liaison avec une voie plus large et des pneus jumelés, ainsi que la plus grande facilité de manœuvre avec les outils portés, lourds sur les côtés comme les dispositifs de coupe et les ensileuses à maïs.

Mais, la traction intégrale n'est pas sans inconvénients: elle est plus chère à l'achat, et le coût de l'entretien et des pneus est également plus élevé. Les pneus de l'es-

sieu avant et de l'essieu arrière devant être harmonisés, les variations de pneus sont très limitées.

Freins

Les **freins à disques complets, à bain d'huile** sont très à la mode sur les tracteurs modernes. Outre le frein à disque à bain d'huile à fonctionnement mécanico-hydraulique, on trouve également les **freins entièrement hydrauliques à piston annulaire**. Avec ces derniers, on constate parfois de pertes à vide sensibles lorsque les trajets sont rapides et l'huile de la boîte froide. Ces pertes sont dues au blocage de l'huile entre les surfaces de frein disjointes. Les freins à bain d'huile ne sont pratiquement pas soumis à l'usure et n'ont pratiquement pas besoin d'entretien. L'efficacité du freinage est bonne même sur les freinages longs, car l'huile est directement refroidie. Les freins à bain d'huile exigent une **huile de boîte spéciale**, sans quoi ils ont tendance à grincer et à fonctionner par à-coups.

Freins sur quatre roues

Le tracteur freiné uniquement sur les roues arrière peut quasiment doubler l'efficacité de son freinage sur route et



Fig. 5: Capacité de levage de l'hydraulique: le banc d'essai permet de mesurer la capacité de levage sur toute la plage de levage de bas en haut. Le rapport de test indique la valeur obtenue sur toute la plage de levage.

sur le terrain en freinant également les roues avant. Sur les tracteurs à traction intégrale, les freins à disques à bain d'huile peuvent être placés directement sur l'essieu avant, ce qui est la solution optimale ou sur l'arbre à cardan, ce qui constitue une bonne solution intermédiaire. Dans les deux cas, les freins sont actionnés hydrauliquement en même temps que ceux de l'essieu arrière.

Le fait **d'enclencher la traction intégrale** permet également d'augmenter considérablement l'efficacité des freins d'un tracteur freiné uniquement sur l'essieu arrière. Sur les tracteurs équipés d'un système électrohydraulique d'actionnement de la traction intégrale, l'essieu avant s'enclenche automatiquement lorsque le frein de l'essieu arrière est actionné. En cas de freinage à fond, l'accouplement débrayable et l'arbre d'entraînement de l'essieu avant doivent prendre en charge des **couples-moteurs très élevés**.

Freins de remorque hydrauliques

Le frein de remorque hydraulique fait partie de l'équipement standard obligatoire pour les tracteurs autorisés à tracter une charge de six tonnes et plus. Comme tous les tracteurs sont équipés d'un système hydraulique, il est facile de l'utiliser pour freiner les remorques. La soupape de frein de la remorque est ac-

tionnée en même temps que le frein à pied. L'harmonisation de la pression et de sa répartition dans le circuit de freinage de la remorque est très importante, indépendamment de la puissance des freins de service du tracteur. Ce réglage ne devrait être effectué que par un atelier spécialisé. La pression d'huile maximale (pression de freinage) au niveau du raccordement ne doit pas dépasser 150 bar lorsque la pédale de frein est enfoncée au maximum.

Pneus

Le pneu à carcasse radiale possède en général un potentiel de traction supérieur au pneu à carcasse diagonale. Pour optimiser le potentiel de traction et exercer la pression spécifique la plus faible possible sur le sol, il est important de choisir des pneus de grosses dimensions. A ce niveau, il faut accorder autant d'importance au diamètre qu'à la largeur du pneu (cette règle est également valable pour les roues avant). Avec des pneus larges, une pression de gonflage réduite et/ou des pneus jumelés, il est possible d'augmenter encore la **surface de contact des pneus**, d'accroître la force de traction et de diminuer la pression spécifique exercée sur le sol. Les pneus larges sont particulièrement avantageux

lorsqu'ils sont utilisés avec une faible pression de gonflage. La surface de contact d'un pneu sur le sol est essentielle pour ménager le terrain. Pour la plupart des pneus, elle peut être grossièrement calculée à l'aide de la formule suivante: largeur du pneu x diamètre du pneu: 4. Pour les travaux qui exigent des forces de traction très élevées, il est possible **d'augmenter temporairement cette dernière** en ajoutant des poids supplémentaires et/ou en remplissant les pneus d'eau.

Les **profils des pneus** sont le fruit de longues années d'expérience des fabricants de pneus. Seules de petites améliorations sont encore possibles. La règle est la suivante: les pavés étroits et courts s'imbriquent mieux dans le sol et augmentent donc le potentiel de traction, lorsque les conditions sont défavorables. Les pneus à relief profond ne devraient être utilisés que dans les sols mous (marécages). Dans les cultures fourragères, le tapis végétal ne doit pas être endommagé. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser des pneus avec des pavés longs et larges. Grâce au pourcentage élevé du relief dans la surface de roulement, ces pneus ont une plus faible résistance au roulement et une durée de vie plus longue.

Poids

Pour comparer les poids, il faut tenir compte du fait que la traction intégrale, l'attelage frontal et la cabine-conducteur intégrée augmentent le poids de l'ensemble de 200 à 400 kg. Dans le but d'exercer moins de pression sur le sol et de consommer moins de carburant, il est recommandé de faire également attention au poids du tracteur (rapport poids/puissance en kg/kWh). Pour les tracteurs à traction intégrale, on considère qu'une **répartition du poids de 40 à 45%** sur l'essieu avant est favorable. Les données indiquées pour le **«poids total autorisé»** et la **«charge remorquée freinée»** sont issues de la fiche-type officielle. Les valeurs effectives, indiquées dans les papiers individuels du véhicule, peuvent être un peu plus basses, en fonction de l'équipement du tracteur (pneus, etc.).