

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 66 (2004)
Heft: 6-7

Artikel: Transport : coûts et rendements
Autor: Stadler, Edwin / Schiess, Isidor / Ammann, Helmut
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086360>

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

FAT

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

Transport: coûts et rendements

Influence de la taille du tracteur et de sa vitesse maximale

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

La législation permet désormais la mise en circulation de véhicules agricoles dont la vitesse maximale peut atteindre 40 km/h. Par rapport aux véhicules dont la vitesse maximale est de 30 km/h, les premiers permettent, d'une part, de réduire les temps de transport et, d'autre part, de transporter plus de marchandises sur une plage de temps identique. Les effets des deux vitesses maximales ont été comparés dans le cadre d'une série de tests avec différentes charges attelées. Les essais ont été effectués avec des tracteurs de deux catégories de puissance, 74 kW (100 CV) et 100 kW (136 CV). Outre les vitesses d'avancement obtenues, les tests ont également permis de cal-

culer la consommation de carburant dans les différentes conditions d'utilisation. Lorsque les vitesses maximales de tracteurs augmentent, les véhicules attelés doivent être équipés de sécurités supplémentaires en matière de freinage. D'autre part, les véhicules doivent être contrôlés périodiquement par le Service des automobiles. Les tracteurs autorisés à rouler à 40 km/h doivent effectuer le contrôle des gaz d'échappement tous les deux ans et non plus tous les quatre ans.

Economiquement parlant, dans bien des activités de transport, il est intéressant d'aménager les tracteurs et les véhicules attelés pour qu'ils puissent rouler à 40 km/h. Soit la durée

des transports diminue, soit un volume plus important peut être transporté pendant la même période.



Fig. 1: Une remorque-citerne d'un poids brut de 15 000 kg et d'un poids à vide de 3200 kg sert de charge attelée.



Une vitesse de 40 km/h est intéressante sur le plan économique lorsque les volumes de transport sont importants et les distances à parcourir élevées.

Problématique/Mandat

Suivant l'organisation du domaine, les capacités de transport revêtent une importance différente dans les exploitations agricoles.

Les volumes de transport sont élevés dans les cas suivants: lorsque les parcelles sont très dispersées, lorsque les points de vente des produits auxiliaires sont très éloignés, lorsque les centres de collecte des produits de récolte comme les céréales, les pommes de terres et les betteraves sucrières sont distants de la ferme, et enfin lorsque les installations de séchage des céréales et du fourrage sont elles aussi très éloignées.

Le temps nécessaire pour le transport des produits auxiliaires et des produits de récolte, ainsi que pour effectuer les trajets à vide peut représenter une charge pour l'exploitation et pour son organisation.

Sur un circuit de 13,2 km de long, les chercheurs ont relevé les facteurs déterminants pour le coût du transport en ce qui concerne le temps de transport et la consommation de gasoil.

Le temps nécessaire pour effectuer des transports de même type a été comparé pour deux catégories de tracteurs différentes, 74 kW (100 CV) et 100 kW (136 CV). Les trajets ont également été effectués à des vitesses maximales de 30 et de 40 km/h.

Sur des routes en bon état, quatre facteurs sont déterminants pour la vitesse de transport et la consommation de carburant: la charge attelée, la puissance du tracteur, la vitesse maximale et la topographie.

Outre les particularités propres à la technique et à l'organisation du travail, il s'agit également de présenter les impacts économiques des différentes solutions.

Aujourd'hui, lors de l'achat de tracteurs neufs, les agriculteurs privilégient les véhicules dont la vitesse maximale est de 40 km/h. Par ailleurs, on constate une nette tendance à l'achat de véhicules de traction plus puissants. L'adaptation des remorques à la vitesse maximale de 40 km/h est plutôt limitée. Elle n'a un sens que lorsque les trajets de transport sont nombreux, comme dans les exploitations commerciales et les entreprises de travaux agricoles.

Installation d'essai/Procédure

Tracteurs testés:

Les trajets de transport ont été effectués avec six tracteurs, répartis en deux catégories de puissance.

Puissance 74 kW (100 CV)			5000 kg
New Holland, TS 90 Turbo	70 kW (90 CV)	Boîte de vitesses à passage sous charge	4640 kg
Fendt, Farmer 410 Vario	74 kW (100 CV)	Transmission en continu	5420 kg
Puissance 100 kW (136 CV)			6200 kg
Valtra, 8350-4 Hi Tech	99 kW (135 CV)	Boîte de vitesses à passage sous charge	5720 kg
Renault, Ares 696 RZ	103 kW (140 CV)	Boîte de vitesses à passage sous charge	6400 kg
Fendt, Favorit 714 Vario	103 kW (140 CV)	Transmission en continu	6500 kg
John Deere, 6910 Auto Power	103 kW (140 CV)	Transmission en continu	6700 kg

Charges attelées:

Une remorque-citerne à deux essieux, autorisée pour une vitesse maximale de 40 km/h a servi de charge attelée pour les essais. Les trajets ont également été effectués avec les tracteurs sans charge attelée.

Remorque chargée	15 000 kg
Remorque vide	3 200 kg
Tracteur seul	4 640–6 700 kg

Parcours de test:

Les tests ont été effectués dans la région de Tännikon sur des routes principales et secondaires goudronnées, en très bon état. Lors de la traversée des agglomérations, les tracteurs n'ont été gênés par aucun autre usager de la route. Le circuit couvrait 13,2 km et présentait une dénivellation de 136 m (fig. 2).

Mesures:

Les temps de trajet par circuit ont été relevés à l'aide d'un chronomètre et la consommation de carburant a été mesurée de manière gravimétrique à l'aide d'une balance de précision (fig. 3 et 4). Ces mesures ont permis d'obtenir la vitesse de transport moyenne (km/h) et la consommation moyenne de carburant par kilomètre parcouru (g/km resp. dl/km).

Programme de circulation:

Tous les tracteurs étaient autorisés à circuler à une vitesse maximale de 40 km/h. Les tests ont été effectués à la vitesse supérieure de 40 km/h (max. 44 km/h) et à la vitesse réduite de 30 km/h (max. 33 km/h) avec moteur à bas régime.

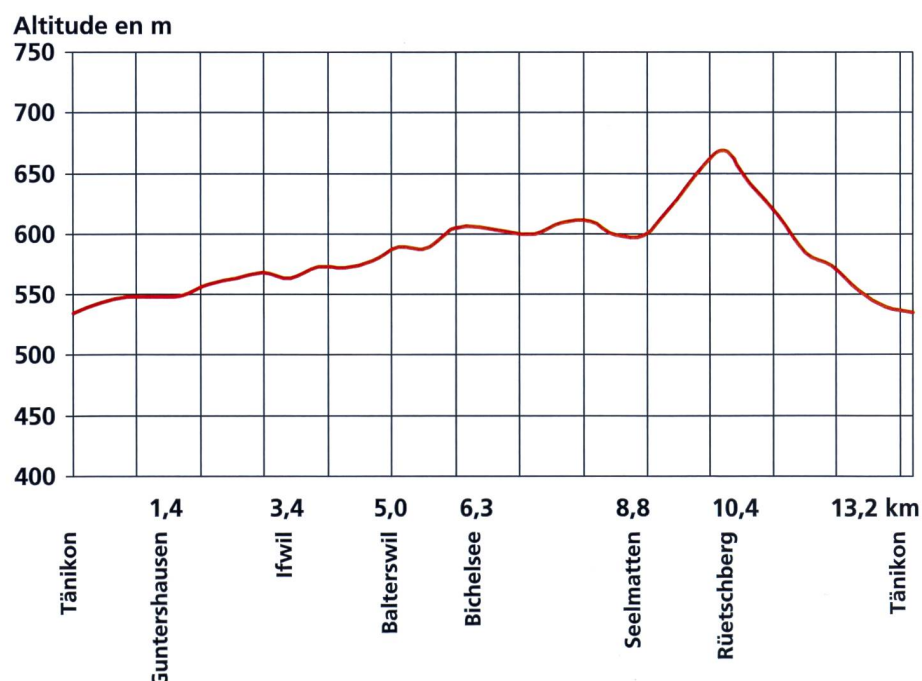


Fig. 2 Distances et dénivellé du parcours de test.

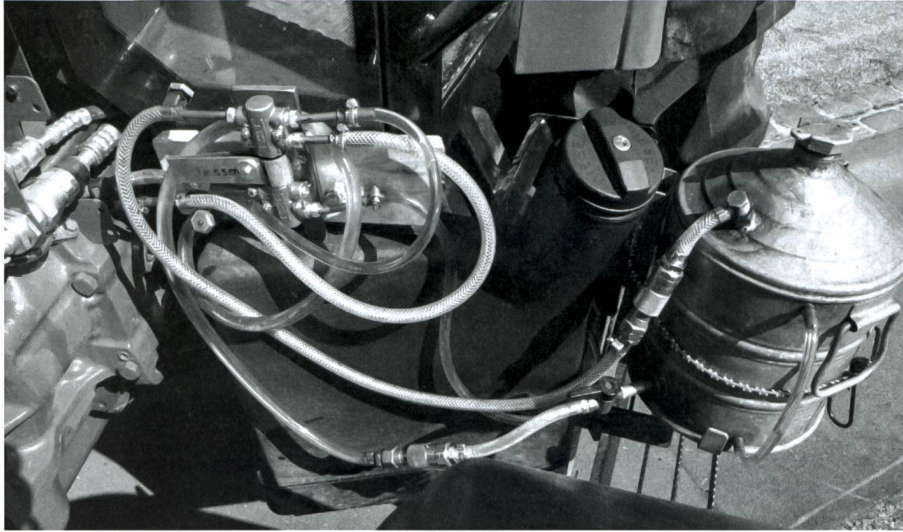


Fig. 3: Une citerne supplémentaire équipée de coupleurs rapides et d'un robinet inverseur sert à effectuer les mesures de consommation sur les trajets de test.

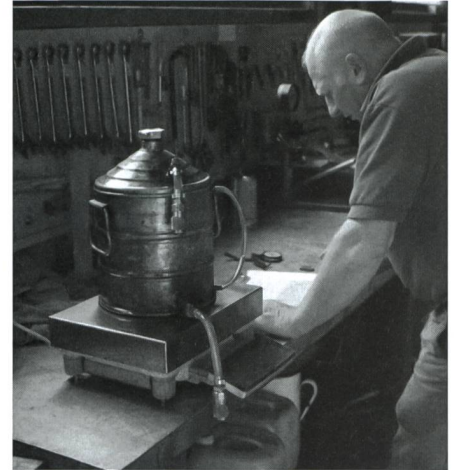


Fig. 4: Au début et à la fin du parcours de mesure, le temps de trajet est chronométré et la consommation de carburant déterminée à l'aide d'une balance de précision.

Résultats

Données physiques

La vitesse théorique d'un attelage de transport dépend essentiellement de quatre facteurs:

- puissance du véhicule de traction,
- charge à transporter,
- dénivelé de la route,
- type de revêtement de la route.

Les conditions physiques montrent que la vitesse maximale de 40 km/h ne peut être atteinte qu'avec des puissances très élevées lorsque les charges attelées sont importantes ou le dénivelé élevé. Avec un poids total de 20 000 kg, les tracteurs de 74 kW n'atteignent même pas la vitesse maximale sur le plat. De même, avec un chargement équivalent et des tracteurs de 100 kW, la vitesse de 40 km/h ne peut être atteinte qu'avec des pentes inférieures à 1% (fig. 5 et 6).

Vitesse et consommation de carburant moyennes

Suivant la charge à transporter, la vitesse moyenne mesurée sur les tracteurs de 74 kW varie entre 24,2 et 32 km/h lorsque la vitesse maximale possible est de 30 km/h et entre 27 et 39,6 km/h pour une vitesse maximale de 40 km/h. Avec des tracteurs de 100 kW, les valeurs comparables oscillent entre 28,6 et 32,8 km/h resp. entre 33 et 40,4 km/h. (fig. 7 et 8, tab. 1)

Vitesses théoriques sur routes goudronnées, avec des charges de transport et des dénivelés différents

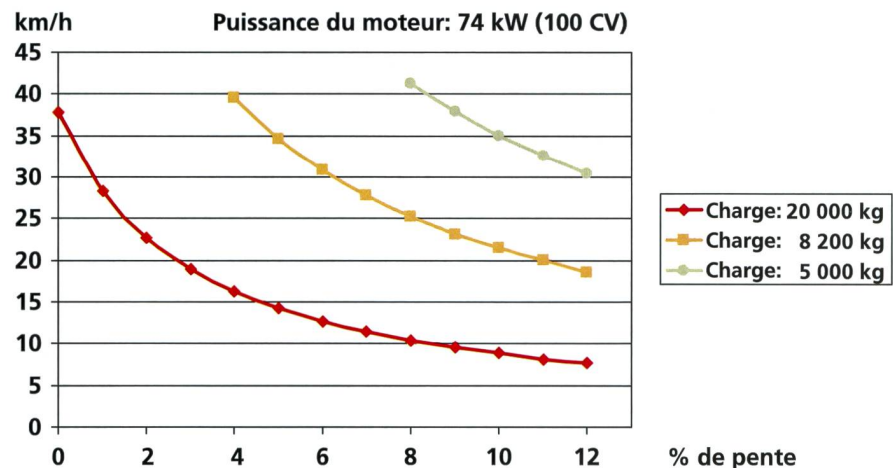


Fig. 5: Vitesse avec un tracteur de 74 kW (100 CV).

Vitesses théoriques sur routes goudronnées, avec des charges de transport et des dénivelés différents

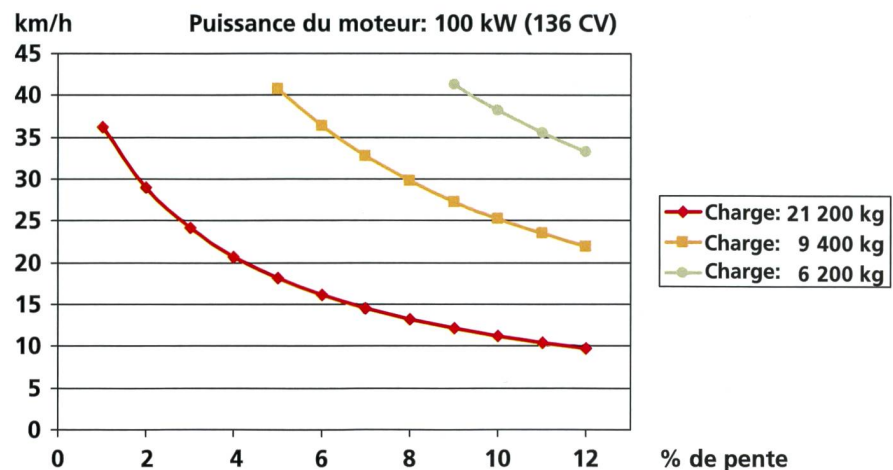


Fig. 6: Vitesse avec un tracteur de 100 kW (136 CV).

Si l'on compare les vitesses moyennes atteintes dans les deux groupes de tracteurs avec des vitesses maximales de 30 et 40 km/h et une même charge, on constate des différences comprises entre 11,6 et 23,8% pour les tracteurs de 74 kW et des différences comprises entre 15,4 et 23,4% pour les tracteurs de 100 kW.

La comparaison des tracteurs de 74 kW et 100 kW sur des trajets sans charge attelée n'a mis en évidence que de petites différences. Avec une vitesse maximale de 30 km/h, les moyennes sont de 32 et 32,8 km/h; avec une vitesse maximale de 40 km/h, elles sont de 39,6 et 40,4 km/h. Lors du trajet avec remorque-citerne chargée, la différence de puissance a un impact nettement plus marqué. La différence est de 4,4 km/h pour une vitesse maximale de 30 km et de 6 km/h pour une vitesse maximale de 40 km/h.

La consommation spécifique de carburant la plus avantageuse par kilomètre parcouru a été obtenue avec des tracteurs de 74 kW et une vitesse maximale de 30 km/h. Suivant la charge à transporter, elle est comprise entre 205 g/km et 352 g/km resp. entre 2,47 et 4,24 dl/km. Le régime réduit s'avère avantageux en terme de consommation. Comme on pouvait s'y attendre, ce sont les tracteurs de 100 kW avec une vitesse maximale de 40 km/h qui affichent la consommation la plus élevée. Les valeurs sont comprises entre 262 g/km et 403 g/km resp. 3,16 et 4,86 dl/km.

Temps de transport nécessaire sur des distances équivalentes

Les effets des vitesses maximales de 30 ou 40 km/h se rapportent au transport sur routes. La vitesse la plus élevée ne peut être atteinte que lorsque les conditions le permettent. Ces conditions regroupent essentiellement la puissance du tracteur, la charge attelée, le pourcentage de pente et les caractéristiques des routes empruntées.

Lorsqu'il faut effectuer les mêmes travaux indépendamment de la vitesse maximale et de la puissance du tracteur, les transports nécessitent plus ou moins d'heures de travail et de tracteur. Les économies réalisées sur ces heures permettent d'effectuer des travaux supplémentaires ou de raccourcir le temps de travail global. Lorsque les distances de transport sont courtes, la différence

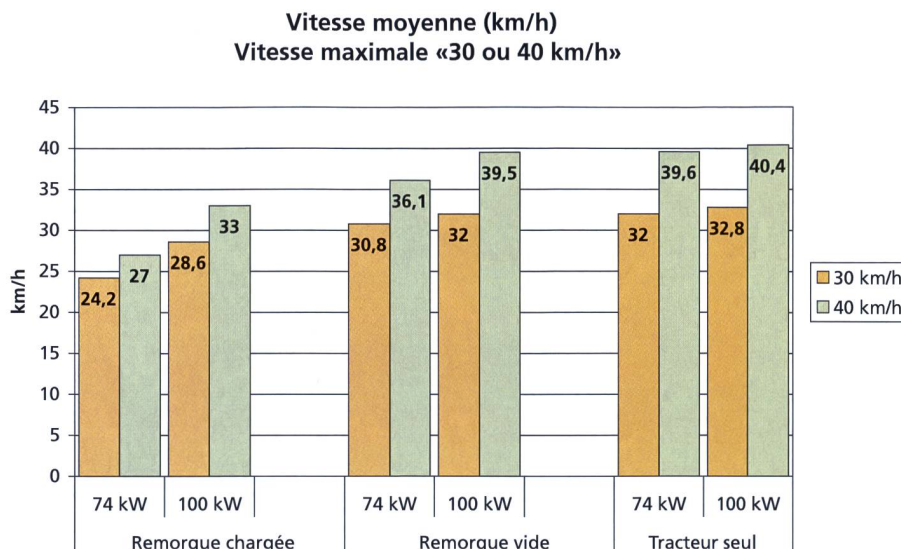


Fig. 7: Vitesse moyenne avec différents chargements.

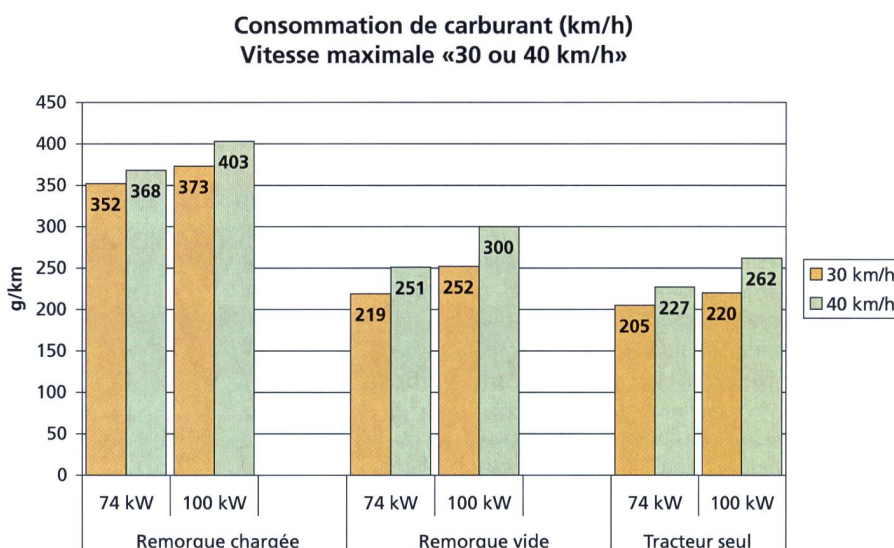


Fig. 8: Consommation moyenne de carburant avec différents chargements.

Tab. 1: Vitesses moyennes, consommation moyenne de carburant et différences

Vitesse maximale	30 km/h			40 km/h			Différences		
	Vitesse km/h	Consommation g/km	dl/km	Vitesse km/h	Consommation g/km	dl/km	Vitesse km/h	Consommation g/km	dl/km
Tracteur, 74 kW									
Charge attelée 15 t	24,2	352	4,24	27,0	368	4,43	-2,8	-16	-0,19
Charge attelée 3,2 t	30,8	219	2,64	36,1	251	3,02	-5,3	-32	-0,39
Sans attelage	32,0	205	2,47	39,6	227	2,73	-7,6	-22	-0,27
Tracteur, 100 kW									
Charge attelée 15 t	28,6	373	4,49	33,0	403	4,86	4,4	-30	-0,36
Charge attelée 3,2 t	32,0	252	3,04	39,5	300	3,61	7,5	-48	-0,58
Sans attelage	32,8	220	2,65	40,4	262	3,16	7,6	-42	-0,51
Différence entre 74 kW et 100 kW									
Charge attelée 15 t	-4,4	-21	-0,25	-6,0	-35	-0,42			
Charge attelée 3,2 t	-1,2	-33	-0,40	-3,4	-49	-0,59			
Sans attelage	-0,8	-15	-0,18	-0,8	-35	-0,42			

porte sur quelques minutes seulement. Mais lorsqu'il s'agit de centaines ou de milliers de kilomètres, les différences représentent quelques heures.

Les tracteurs de puissance supérieure permettent naturellement d'atteindre des vitesses moyennes supérieures. Dans les conditions mentionnées, les différences entre les temps de trajet des tracteurs de 74 kW et de 100 kW sont de l'ordre de 10% pour une vitesse maximale de 30 km/h. Pour couvrir une distance de 2000 km, un tracteur de 74 kW a besoin de 73,8 heures, un tracteur de 100 kW de 66,2 heures. L'économie est de près de 14% lorsque les tracteurs roulent à la vitesse maximale de 40 km/h, soit 64,7, resp 55,6 heures pour 2000 km (tab. 2).

Il est impressionnant de voir combien de temps peut être économisé dans la même catégorie de puissance lorsque les tracteurs passent d'une vitesse maximale de 30 à 40 km/h. Les tracteurs de 74 kW réduisent leur temps de trajet de 12%, les tracteurs de 100 kW de 16%.

Lorsque les tracteurs circulent sans charge attelée, les temps de trajet dépendent si le tracteur est équipé d'une boîte pour une vitesse maximale de 30 km/h ou de 40 km/h. Lorsque la vitesse maximale est la même, mais la puissance du tracteur différente, soit 74 ou 100 kW, la différence de temps de travail n'est que de 2%. Pour une distance de 2000 km, cela représente 62,5 à 61,0 resp. 50,5 à 49,5 heures (tab. 3).

Les différences sont plus marquées, lorsque le même tracteur passe d'une vitesse maximale de 30 km/h à une vitesse maximale de 40 km/h. Les économies de temps sont de l'ordre de 19% pour les deux catégories de tracteurs étudiées.

Exemple d'utilisation quotidienne

Sur une distance de 100 kilomètres, la différence de temps de trajet est comprise entre 27 et 36 minutes. Les différences les plus importantes portent sur les trajets avec peu de charge attelée ou avec tracteur seul. Il faut également ajouter les trajets avec les outils attelés aux trois points, comme la charrue et les herses. Des trajets de 100 km peuvent être parcourus chaque jour par des véhicules agricoles lorsqu'il s'agit de livrer des betteraves dans un centre de collecte. En ce qui concerne les trajets compris dans la réalisation des travaux des champs comme le labour, les

Tab. 2: Temps de trajet des tracteurs avec remorques sur des distances différentes

Hypothèse: la remorque est chargée sur une moitié de la distance et vide sur l'autre.

Tracteur	74 kW			100 kW			74 kW et 100 kW	
Vitesse max	30 km/h	40 km/h		30 km/h	40 km/h		30 km/h	40 km/h
Vitesse moy. Remorque chargée, 15 t vide, 3,2 t moyenne	24,2 km/h 30,8 km/h 27,1 km/h	27,0 km/h 36,1 km/h 30,9 km/h		28,6 km/h 32,0 km/h 30,2 km/h	33,0 km/h 39,5 km/h 36,0 km/h			
Distance			Différence			Différence	Différence	Différence
500 km	18,5 h	16,2 h	2,3 h	16,6 h	13,9 h	2,7 h	1,9 h	2,3 h
1000 km	36,9 h	32,4 h	4,5 h	33,1 h	27,8 h	5,3 h	3,8 h	4,6 h
1500 km	55,3 h	48,6 h	6,7 h	49,7 h	41,7 h	8,0 h	5,7 h	6,8 h
2000 km	73,8 h	64,7 h	9,1 h	66,2 h	55,6 h	10,6 h	7,6 h	9,1 h
2500 km	92,2 h	80,9 h	11,3 h	82,8 h	69,5 h	13,2 h	9,5 h	11,4 h
3000 km	110,7 h	97,1 h	13,6 h	99,3 h	83,4 h	15,9 h	11,4 h	13,7 h
3500 km	129,1 h	113,3 h	15,8 h	115,9 h	97,3 h	18,4 h	13,3 h	16,0 h
4000 km	147,6 h	129,5 h	18,1 h	132,4 h	111,2 h	21,2 h	15,2 h	18,2 h

Tab. 3: Temps de trajet des tracteurs sans remorques sur des distances différentes

Tracteur	74 kW			100 kW			74 kW zu 100 kW	
Tracteur	30 km/h	40 km/h		30 km/h	40 km/h		30 km/h	40 km/h
Vitesse moy.	32,0 km/h	39,6 km/h		32,8 km/h	40,4 km/h			
Distance			Différence			Différence	Différence	Différence
500 km	15,6 h	12,6 h	3,0 h	15,2 h	12,4 h	2,8 h	0,4 h	0,2 h
1000 km	31,3 h	25,3 h	6,0 h	30,5 h	24,8 h	5,7 h	0,8 h	0,5 h
1500 km	46,9 h	37,9 h	9,0 h	45,7 h	37,1 h	8,6 h	1,2 h	0,8 h
2000 km	62,5 h	50,5 h	12,0 h	61,0 h	49,5 h	11,5 h	1,5 h	1,0 h
2500 km	78,1 h	63,1 h	15,0 h	76,2 h	61,9 h	14,3 h	1,9 h	1,2 h
3000 km	93,8 h	75,8 h	18,0 h	91,5 h	74,3 h	17,2 h	2,3 h	1,5 h
3500 km	109,4 h	88,4 h	21,0 h	106,7 h	86,6 h	20,1 h	2,7 h	1,8 h
4000 km	125,0 h	101,0 h	24,0 h	122,0 h	99,0 h	23,0 h	3,0 h	2,0 h

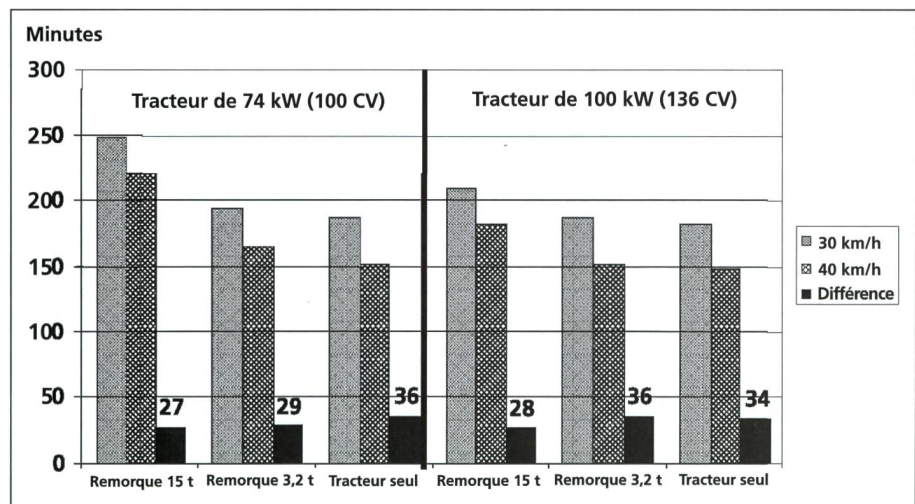


Fig. 9: Temps de trajet sur une distance de 100 km et différentes vitesses maximales.

trajets sur route sont négligeables, sauf si la distance qui sépare la ferme du champ est très importante (fig. 9).

Des temps de trajet similaires, mais un nombre différent de kilomètres parcourus

Dans la mesure où le temps économisé grâce à l'augmentation de la vitesse maximale est employé pour effectuer des transports supplémentaires, le rendement de transport augmente. Cette majoration du rendement a des répercus-

sions économiques lorsque les transports supplémentaires peuvent être facturés. C'est le cas par exemple pour les transports en régie, comme les transports de betteraves, les transports de fourrage et de paille, les transports d'engrais de ferme (tab. 4).

Point de vue économique

A l'heure actuelle, la plupart des tracteurs neufs sont proposés aux mêmes prix, indépendamment de leur vitesse maximale. Sur les nouveaux tracteurs de 100 kW (~140 CV), la suspension sur l'essieu avant est proposée en série ou contre un

supplément de prix. Ce dispositif empêche le tangage du tracteur à grande vitesse sur route. C'est une condition sine qua non pour pouvoir rouler à 40 km/h en toute sécurité. Avec une vitesse maximale de 40 km/h, les véhicules attelés doivent également être équipés d'un frein de sécurité. Ils doivent en outre être contrôlés périodiquement par le Service des automobiles et doivent être pourvus d'une plaque verte. Les investissements supplémentaires par remorque sont de l'ordre de CHF 1500.-. La différence entre la valeur à neuf d'un tracteur de 74 kW et d'un tracteur de 100 kW est d'environ CHF 44 000.-, y compris les coûts supplémentaires pour la suspension de l'essieu avant (tab. 5).

Les remorques autorisées pour une vitesse de 40 km/h ont des coûts fixes annuels plus élevés, d'environ CHF 185.-. Ces coûts comprennent l'amortissement, les intérêts et l'assurance incendie pour le frein de sécurité, ainsi que la part de coûts correspondant au contrôle du Service des automobiles. Les coûts supplémentaires pour le contrôle des gaz d'échappement représentent CHF 15.- par an pour les tracteurs dont la vitesse maximale est de 40 km/h. Pour un attelage composé d'un tracteur et de deux remorques, les coûts fixes supplémentaires représentent CHF 385.- par an pour la variante 40 km/h. La différence entre les coûts fixes du tracteur de 74 kW et ceux du tracteur de 100 kW est de CHF 4811.-. Il faut donc compter CHF 185.- de coûts fixes en plus par kW de puissance en plus. En ce qui concerne les coûts variables qui dépendent de la durée d'utilisation des tracteurs, les différences portent uniquement sur la consommation de carburant. Suivant si le tracteur circule seul, si les remorques sont chargées ou non, les différences sont comprises entre CHF 2.38 et 6.44 de l'heure. En cas de passage du tracteur de faible puissance à celui de puissance supérieure, les différences oscillent entre CHF 1.60 et 6.08. Outre le coût des tracteurs et des remorques, il faut également prendre en compte un autre facteur: le temps de travail nécessaire ou le temps de travail économisé. L'évaluation des coûts du travail dépend de conditions spécifiques telles que la disponibilité, les activités alternatives et le niveau de salaire général.

Solutions sélectionnées

L'utilisation de tracteurs d'une vitesse maximale de 40 km/h permet d'économiser du temps de travail. L'ampleur et

Tab. 4: Distances parcourues avec remorques pour des durées de trajet similaires
Hypothèse: la remorque est chargée sur une moitié de la distance et vide sur l'autre.

Tracteur	74 kW			100 kW			74 kW zu 100 kW	
	30 km/h	40 km/h		30 km/h	40 km/h		30 km/h	40 km/h
Vitesse max.								
Vitesse moy.								
Remorque chargée, 15 t	24,2 km/h	27,0 km/h		28,6 km/h	33,0 km/h			
vide, 3,2 t	30,8 km/h	36,1 km/h		32,0 km/h	39,5 km/h			
moyenne	27,1 km/h	30,9 km/h		30,2 km/h	36,0 km/h			
Durée du trajet	Distance km	Distance km	Différence km	Distance km	Distance km	Différence km	Différence km	Différence km
100 h	2 710	3 089	-379	3 020	3 569	-575	-310	-507
200 h	5 421	6 179	-758	6 041	7 192	-1 151	-620	-1 013
300 h	8 131	9 268	-1 137	9 061	10 788	-1 726	-930	-1 520
400 h	10 842	12 358	-1 516	12 082	14 383	-2 302	-1 240	-2 025
500 h	13 552	15 447	-1 895	15 102	17 979	-2 877	-1 550	-2 532
600 h	16 262	18 536	-2 274	18 123	21 575	-3 452	-1 861	-3 039
700 h	18 973	21 626	-2 653	21 143	25 171	-4 028	-2 170	-3 545
800 h	21 683	24 715	-3 032	24 164	28 767	-4 603	-2 481	-4 052

Tab. 5: Investissements et coûts déterminants pour tracteurs et deux remorques

Tracteur	74 kW			100 kW			74 kW zu 100 kW	
	30 km/h	40 km/h	Différence	30 km/h	40 km/h	Différence	30 km/h	40 km/h
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Investissements								
Tracteurs	90 000	90 000		134 000	134 000			
Remorque:								
Frein de sécurité		3 000			3 000			
Total	90 000	93 000	-3 000	134 000	137 000	-3 000	44 000	44 000
Coûts fixes/an								
Tracteurs	10 337	10 337		15 148	15 148			
Part du contrôle des gaz d'échappement		15			15			
Remorque:								
Frein de sécurité		276			276			
Part du contrôle de l'Office des automobiles		94			94			
Total	10 337	10 722	-385	15 148	15 533	-385	-4 811	-4 811
Coûts variables/h								
Tracteurs avec remorque								
Chargée	21,98	24,36	-2,38	26,10	30,44	-4,34	-4,12	-6,08
Vide	18,90	22,82	-3,92	21,62	28,06	-6,44	-2,72	-5,24
Tracteurs sans remorque	18,62	22,68	-4,06	20,22	25,96	-5,74	-1,60	-3,28

le type de transport à effectuer déterminent le nombre d'heures de travail qu'une exploitation peut espérer économiser. Le rendement du transport est encore accru, lorsque le tracteur utilisé est un tracteur puissant.

D'un point de vue économique, il faut notamment tenir compte des coûts fixes pour les équipements, les contrôles et les taxes supplémentaires.

L'exemple 1 montre la différence entre un transport de 2000 km avec deux remorques et un transport de 1000 km avec un tracteur sans charge attelée.

Exemple 1: Distance de transport équivalente

Indépendamment de la vitesse maximale des tracteurs, la distance à parcourir reste la même.

Par exemple, il faut entre 80,4 et 105,1 heures pour parcourir une distance de 3000 km. Suivant le procédé, les coûts déterminants sont compris entre CHF 12 441.- et 17 808.-. Lorsque dans la même catégorie de puissance, le tracteur roule non plus à 30, mais à 40 km/h, il faut compter entre CHF 388.- et 455.- de coûts supplémentaires pour parcourir

la distance citée plus haut. Les différences seraient nettement plus marquées si l'on passait à une catégorie de puissance supérieure. L'augmentation est due notamment au prix d'achat plus élevé et aux amortissements et intérêts qui sont par conséquent eux aussi plus élevés. Les différences oscillent entre CHF 4912.- et 4979.- (tab. 6).

Une heure de travail économisée revient à CHF 26.- resp. 28.- pour un tracteur équivalent avec une vitesse maximale de 40 km/h. Le montant est nettement plus conséquent lorsqu'on passe de la catégorie de puissance inférieure à la catégorie de puissance supérieure. Pour chaque heure économisée, il faut compter des coûts supplémentaires compris entre CHF 519 et 585.-.

D'un point de vue économique, le passage de la variante 30 km/h à la variante 40 km/h se défend lorsque le changement se fait en conservant la même catégorie de puissance. En cas de passage à la catégorie de puissance supérieure, les coûts supplémentaires doivent être soigneusement soupesés par rapport aux avantages qu'il est possible d'en retirer.

Exemple 2: temps de transport équivalent, rendement différent

Une exploitation dispose de 100 heures pour effectuer les transports. Suivant la puissance des tracteurs disponibles et leur vitesse maximale, différentes distances peuvent être parcourues pendant cette période.

L'emploi de tracteurs de puissances et de vitesses maximales différentes se traduit par des distances parcourues différentes avec et sans charge attelée, sur une même période d'utilisation. Lorsque les travaux de transport sont facturés par kilomètre, comme c'est le cas pour le transport de betteraves à sucre en régie, les procédés les plus performants permettent de réaliser des recettes supérieures sur une même période de temps (tab. 7).

Si l'on considère les coûts déterminants des tracteurs et des remorques, les procédés dont la vitesse maximale est de 40 km/h sont plus économiques que les variantes avec une vitesse maximale de 30 km/h.

Dans les conditions prévues dans l'exemple, l'attelage de 74 kW permet de transporter 71 tonnes de betteraves à sucre en plus, ce qui représente un gain supplémentaire de CHF 888.-. Déduction faite des coûts directement attribuables, les recettes supplémentaires représentent encore CHF 195.-. Un attelage de 100 kW permet de transporter 106 tonnes de plus, soit un gain supplémentaire de CHF 1325.- et des recettes supplémentaires de CHF 403.- après déduction des coûts directement attribuables. Dans la mesure où la vitesse maximale supérieure peut être pleinement exploitée, le passage à des tracteurs de 40 km/h est intéressant du point de vue économique.

En cas de changement de catégorie de puissance du tracteur, un volume de transport plus important est nécessaire pour compenser la différence de coûts. Pour 100 heures d'utilisation, les coûts supplémentaires moins les coûts de transport représentent CHF 4260.- pour un attelage roulant à 30 km/h et CHF 4052.- pour un attelage roulant à 40 km/h (fig. 10).

Rendement de transport, coût du transport et produit supplémentaire pour le transport de betteraves à sucre:

- Temps de transport prévu: 100 h
- Distance moyenne de transport: 15 km
- Poids net par transport: 11,8 t
- Indemnité de transport: CHF 12.50/t

Tab. 6: Temps de travail nécessaire et coûts déterminants pour une distance de 3000 km

Tracteur	74 kW			100 kW			74 kW zu 100 kW	
	30 km/h	40 km/h	Différence	30 km/h	40 km/h	Différence	30 km/h	40 km/h
Vitesse max.								
Durée de trajet								
Remorque chargée	41,3 h	37,0 h		35,0 h	30,3 h			
Remorque vide	32,5 h	27,7 h		31,3 h	25,3 h			
Tracteur seul	31,3 h	25,3 h		30,5 h	24,8 h			
Total	105,1 h	90,0 h	15,1 h	96,7 h	80,4 h	16,3 h	8,4 h	9,6 h
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Coûts fixes								
Tracteurs et 2 remorques	10 337	10 722		15 148	15 533			
Coûts variables								
Tracteur avec 2 remorques	1 522	1 534		1 588	1 633			
Tracteur, seul	582	573		616	643			
Total	12 441	12 829	-388	17 353	17 808	-455	-4 912	-4 979
Valeur pour l'équivalence des coûts			26. -/h			28. -/h	585. -/h	519. -/h

Tab. 7: Coûts déterminants et rendement supplémentaire pour 100 heures d'utilisation

Tracteur	74 kW			100 kW			74 kW zu 100 kW	
	30 km/h	40 km/h	Différence	30 km/h	40 km/h	Différence	30 km/h	40 km/h
Vitesse max.								
Nombre de trajets de transport	64	70	-6	70	79	-9	-6	-9
Quantité transportée	755 t	826 t	-71 t	826 t	932 t	-106 t	-71 t	-106 t
Temps d'utilisation par transport								
Tracteur: remorque chargée	37 min.	34 min.		31 min.	27 min.			
remorque vide	30 min.	25 min.		28 min.	23 min.			
Temps de travail supplémentaire (chargement, temps d'attente)	26 min.	26 min.		26 min.	26 min.			
Total par transport	93 min.	85 min.	8 min.	85 min.	76 min.	9 min.	8 min.	9 min.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Coûts directement attribuables								
Coûts directement attribuables								
Tracteurs et 2 remorques	10 337	10 722		15 148	15 533		-4 811	-4 811
Coûts variables								
Tracteur avec 2 remorques	2 063	2 371		2 400	2 937		-337	-566
Total	12 400	13 093	-693	17 548	18 470	-922	-5 148	-5 377
Transport: rendement supplémentaire		888	888		1 325	1325	888	1 325
Coûts sans les transports supplémentaires	12 400	12 205	195	17 548	17 145	403	-4 260	-4 052

Principaux résultats des essais et conclusions

Sur le circuit de test bien aménagé d'une longueur de 13,2 km et d'un dénivelé de 136 m, le tracteur de 100 kW présente des avantages particulièrement intéressants lorsqu'il s'agit de tracter une remorque de 15 000 kg et d'atteindre une vitesse maximale de 40 km/h. La vitesse de transport moyenne est de 20% supérieure à celle du tracteur de 74 kW pour une consommation supplémentaire de carburant de moins de 10%. Même avec la vitesse maximale de 30 km/h, le tracteur de 100 kW affiche encore des atouts très nets sur le plan de la vitesse de transport avec une consommation supplémentaire de carburant modérée. Lorsque la remorque est vide ou le tracteur seul, les avantages offerts par la puissance du moteur en terme de vitesse disparaissent. Par contre, ce sont les avantages que représente une vitesse maximale de 40 km/h par rapport à une vitesse de 30 km/h qui se font sentir alors. Le tracteur plus puissant a toujours un handicap en ce qui concerne sa consommation de gasoil. Ce handicap augmente et passe

de 10% à 20% par rapport au tracteur moins puissant, lorsque la vitesse est plus élevée et que la charge attelée est plus réduite. La sous-utilisation du moteur et le poids plus élevé du gros tracteur augmentent sa consommation.

En général, les tracteurs sont proposés aux mêmes prix, indépendamment de leur vitesse maximale. Les différences de coûts tiennent aux variations de la consommation de carburant et aux contrôles de gaz d'échappement qui ont lieu tous les deux ou tous les quatre ans. Pour adapter une remorque à une vitesse de 40 km/h, l'installation du frein de sécurité représente un investissement supplémentaire d'environ CHF 1500.-.

Il faut encore y ajouter le coût des contrôles périodiques des remorques auprès du Service des automobiles.

La valeur à neuf des tracteurs varie considérablement lorsqu'on compare des catégories de puissance différentes. Un tracteur de 100 kW, y compris suspension de l'essieu avant, a une valeur à neuf supérieure d'environ CHF 44 000.- par rapport à un tracteur d'une puissance inférieure de 30 kW.

L'utilisation d'un tracteur d'une vitesse maximale de 40 km/h n'entraîne que peu de coûts supplémentaires. Ce qui coûte

