

Performance de traction du tracteur Cirta.6807

Nakib H., Kerkour M., Brahim M.

Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Département de Génie Rural, Hacène-Badi, El-Harrach, Alger.

Résumé

Le rapport poids/puissance à l'essieu moteur constitue le facteur le plus décisif en performances de traction. Le poids appliqué aux roues motrices en interaction avec le sol confère au tracteur une force de traction suffisante pour assurer avec souplesse sa fonction de traction. Les performances de traction définies par le glissement, le coefficient de traction, la vitesse de travail et l'efficacité de traction, prennent des valeurs optimales pour un rapport poids/puissance requis variant entre 80 et 100 kg/kW. L'étude a montré que le tracteur Cirta.6807 d'un poids à vide de 2550kg ne peut développer des performances de traction optimales qu'avec un lestage de 300kg et une augmentation de son poids à vide de 500kg.

Mots-clés : Traction, rapport poids/puissance, Glissement, efficacité de traction.

Summary

The weight/power ratio at the driving axle constitutes the most decisive factor. The weight applied to the driving wheels in interaction with the ground confers on the tractor a force sufficient to provide with flexibility its function of traction. The tractive performance take optimal values for necessary a weight/power ration varying between 80 and 100 kg/kW. The study showed that the tractor Cirta.6807 of a weight of 2550kg can develop of tractive performance optimal only with one ballasting of 300kg and an increase in its weight of 500kg.

Introduction

Le tracteur agricole assure la traction, l'actionnement et le transport des machines agricoles. Le premier but des tracteurs agricoles, particulièrement ceux de moyenne à grande puissance, est d'accomplir un travail de traction. Cependant, le tracteur idéal convertit toute l'énergie du gas-oil en travail utile, en traction à la barre. Les performances de traction sont tributaires en majeure partie de l'interaction pneu-sol. L'interaction pneu-sol n'étant pas suffisamment maîtrisée à cause de l'absence de banque de données nécessaires pour établir des modèles mathématiques représentatifs de toutes les conditions de sol, plusieurs auteurs comme Zoz (1970), Brixius (1976), Dwyer (1984), Gee-Glough (1982) et Sharma et Prandey (2001) ont

mis au point des modèles empiriques de prévision des performances de traction des tracteurs agricoles pour des conditions de sols variées. Le poids requis par unité de puissance aux roues motrices est variable entre 80 et 100 kg/kW en cas de sols cohésifs-frictionnels.

Le développement de l'industrie mécanique en Algérie a vu le jour à partir des années 70 suite à l'avènement de la réforme agraire. La première série de matériel agricole fabriqué par PMA (Production de Machines Agricoles, Entreprise issue de l'ex SONACOME) a été mise en vente en 1972. Les deux premiers tracteurs à roues apparus dans le monde rural de puissance moyenne (45 et 60 CV) sont dénommés successivement Cirta 4006 et Cirta 6006 accompagnés du tracteur à chenilles CT.900. Le tracteur Cirta 6807, dérivé du tracteur Cirta 6006

dont la puissance est de 60 CV, est passé à 68 CV pour un poids à vide constant de 25500 N. Leur boîte de vitesses n'admet que huit ou neuf rapports répartis en deux ou trois gammes.

L'objectif de cette étude est d'analyser les performances de traction du tracteur C.6807 sur la base des résultats de banc d'essais de freinage du moteur. Il sera étudié l'influence du rapport poids/puissance sur les performances de traction pour dégager les améliorations qui s'imposent en matière de ce rapport.

1. Glissement

Le glissement des roues motrices traduit la diminution de la vitesse de travail. Il s'exprime par l'expression suivante :

$$\delta = \frac{V_t - V_r}{V_t} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

où V_t , V_r représentent respectivement la vitesse théorique et la vitesse réelle.

La vitesse théorique se calcule de la manière suivante :

$$V_r = \frac{2\pi n_m r_m}{30 i_{tr}} \quad (2)$$

n_m (tr/mn) étant la vitesse de rotation des roues motrices, r_m (m) le rayon dynamique de la roue motrice et i_{tr} le rapport de transmission entre le moteur et les roues motrices. Le glissement peut être également étudié par rapport au coefficient de traction μ_t . Wismer et Luth (1972), pour les pneus agricoles, ont relié ces deux facteurs par le modèle suivant :

$$\mu_t = 0,75 \cdot (1 - \exp^{-0,3 \cdot C_n \cdot \delta}) \quad (3)$$

où C_n est l'expression initiale de l'indice de mobilité qui s'exprime par :

$$C_n = \frac{CI \cdot b \cdot d}{W} \quad (4)$$

avec CI l'indice de cône, b largeurs du pneu, d diamètre du pneu et W la charge appliquée à la roue. Ces deux auteurs considèrent le coefficient de traction maximal μ_{tmax} égal à 0,75 pour un glissement de 100%. Auparavant, Janosi et Hanamoto (1961) ont exprimé le coefficient de traction en fonction de la déformation tangentielle j et le module de la contrainte de cisaillement K :

$$\mu_t = \mu_{tmax} \cdot \left(1 - \exp^{-\frac{j}{K}}\right) \quad (5)$$

En résolvant les équations (3), (4) et (5), on obtient la relation du glissement δ :

$$\delta = - \frac{\ln \left(1 - \frac{\mu_t}{\mu_{tmax}}\right)}{0,3 \cdot C_n} \quad (6)$$

Le glissement est une fonction du coefficient de traction. La relation empirique simplifiée est la suivante :

$$\delta = \frac{0,246 \mu_t}{1 - 3,06 \mu_t^3} \quad (7)$$

2. Rendement de traction

Le rendement ou efficacité de traction n_t est le rapport de la puissance de traction P_t sur la puissance aux roues motrices du tracteur P_m . Il exprime le pourcentage de puissance aux roues motrices converti en puissance de traction. Il est défini par :

$$n_t = \frac{P_t}{P_m} \quad (8)$$

Sachant que $P_t = F_t V_r = \mu_t W V_r = \mu_t W V_t (1 - \delta)$

$$P_m = M_m \omega_m = F_{tb} V_t = (F_t + F_r) V_t = \mu_{tmax} W V_t$$

où

F_t : Force de traction

F_{tb} : Force de traction brute ou Force motrice

F_r : Force de résistance au roulement

V_t , V_r : Vitesse théorique et vitesse réelle

μ_{tmax} , μ_t : Coefficient de traction maximal, coefficient de traction

W : Charge dynamique aux roues motrices

L'expression devient (7) :

$$n_t = \frac{F_t \cdot V_r}{P_m} = \frac{\mu_t \cdot W \cdot V_r}{P_m}$$

ou encore

$$n_t = \mu_t \cdot \frac{(1 - \delta)}{\mu_t + f} \quad (9)$$

Le coefficient de traction maximale est le pourcentage du poids dynamique supporté par les roues motrices qui se transforme en force de traction brute. C'est donc le rapport de la force de traction brute sur le poids dynamique. Le poids dynamique représente le poids du tracteur réparti aux roues motrices associé au transfert de charge et le lestage.

3. Rapport poids/puissance

L'optimisation des performances des tracteurs résulte de la combinaison appropriée de la puissance du tracteur, son poids, la vitesse et de la force de résistance à la traction (ou le glissement). Pour une taille donnée du tracteur, le poids, la vitesse et la force de résistance à la traction exercée par l'outil doivent être combinés jusqu'à ce que la condition optimale soit atteinte. L'utilisateur a la possibilité de prévoir le poids spécifique, la force de résistance à la traction et quelle devrait être la valeur vitesse de travail en différentes conditions de sol et quelles seraient les conséquences d'un arrangement incorrect. La charge dynamique aux roues motrices W sur la puissance motrice P_m exprime le poids spécifique G_s ou rapport poids-puissance :

$$G_s = \frac{W}{P_m} = \frac{n_t}{\mu_t \cdot V_r} \quad (10)$$

A cet effet, Zoz (1970) a mis au point un modèle de prévision de performance de traction de tracteur à deux roues motrices. Il a donné des valeurs "typiques" pour une performance moyenne du pneu pour plusieurs conditions de sol mais n'a pas spécifié la combinaison optimale des paramètres. Brixius et Zoz (1976) ont établi des recommandations pour un

ballasting de tracteurs à quatre roues motrices selon la formule

$$\frac{W}{P_m} = \frac{1,50}{V}$$

où W est le poids dynamique sur l'essieu moteur (KN), P_m la puissance disponible à l'essieu moteur (kW) et V la vitesse d'avancement (m/s).

Turnage (1972) et Wismer et Luth (1973) ont établi des équations empiriques de prévision de performance de traction des pneus tout terrain mais n'ont pas utilisé ces équations pour des recommandations spécifiques au rapport poids/puissance aux différentes vitesses et en différentes conditions de sol. Domier et Willans (1977) ont examiné plusieurs combinaisons de ballast et de vitesse et concluent que le rapport poids/puissance de 60 kg/kW est la meilleure valeur à travers le spectre de valeurs de vitesses utilisées en agriculture. Cette valeur représente seulement un **seuil minimal**, insuffisant pour les travaux lourds.

Gee-Clough (1982) et Dwyer (1984) ont corrélé le rapport optimum du poids dynamique appliqué aux roues motrices sur la puissance disponibles aux essieux moteurs, à une vitesse de travail donnée et à l'efficacité de traction au poids requis aux roues motrices. En conséquence, il a été suggéré une méthode de choix de pneus pour les tracteurs agricoles tenant compte de la capacité de charge maximum des pneus à la pression de gonflage minimale. En général, le rapport peut être exprimé comme suit :

Efficiéce de traction η_t . Puissance motrice $P_m = (F_t / W) \cdot W \cdot \text{Vitesse réelle}$.

Assumant à 70% la puissance disponible aux essieux motrices convertible en puissance de traction et à 40% le poids dynamique supporté par les roues motrices convertible en force de traction, l'équation s'exprime par :

0,7. Puissance motrice = 0,4. Poids aux roues motrices.

Vitesse réelle c'est-à-dire

$$\frac{W}{P_m} = \frac{1,75}{V} \quad (11)$$

Cette approche, cependant limitée aux valeurs optimales de l'efficacité de traction (70%) et du coefficient de traction (0.4), au poids requis aux roues motrices de 100 kg/kW à une vitesse de 6,5 km/h, a été établie sur la base d'essais effectués sur des sols cohésifs-frictionnels et les recommandations ne peuvent s'appliquer qu'à de tels sols. Pour ces relations, les dimensions de pneus peuvent être choisies pour ce poids à une valeur de pression de gonflage recommandée.

Zoz (1995, 2003) en réalisant des essais de traction sur un tracteur John Deere.8870 a montré que pour un poids requis aux roues motrices variant de 77 à 97 kg/kW, la plage de vitesse est de 7,5 à 13 km/h avec une efficacité de 95-97,5% et un coefficient de traction brute de 0,54. Une vitesse de 8 km/h exige un poids spécifique compris entre 70 et 97 kg/kW.

Jenane (2000) effectuant des essais en conditions de sols marocains a montré que pour labourer à l'efficacité maximale à une vitesse de 5,70 km/h, il faut un rapport poids/puissance variant de 105 kg/kW à 145.

Ce sont là des situations les plus représentatives des sols agricoles cohésifs frictionnels. Il existe néanmoins, des situations particulières caractéristiques de certaines régions qui n'admettent pas de telles performances de traction. C'est le cas des sols agricoles de caractéristique physique à dominance sableuse, et donc frictionnels. Des essais de traction réalisés en Inde (Sharma et Prandey, 2001) sur des sols de type sablonneux-argilo-limoneux ont montré que les performances de traction de tracteurs à deux roues motrices et de moyenne puissance sont plus faibles. L'efficacité de traction est seulement d'environ 53% pour un coefficient de traction de 0.22 et un glissement de 30%. Le poids spécifique correspondant est plus

élevé. Il est de 347 kg/kW et 248 kg/kW pour des vitesses respectives de 2,5 km/h et 3,5 km/h.

4. Analyse des performances de traction

4.1. Résultats d'essais au banc de freinage-moteur

Les tracteurs Cirta.6006 fabriqués par le Complexe Moteur – Tracteur de Constantine actuellement appelé ETRAG (Entreprise de Tracteur Agricole) sont équipés de moteur de type F4L912. Les essais de freinage du moteur réalisé au niveau de ce complexe ont donné les résultats mentionnés dans le tableau n°1. Il n'a été considéré que les valeurs aux régimes particuliers du moteur (surcharge, nominal, à vide).

Le premier facteur à analyser est la réserve de couple R_c . Elle est la première indication qu'il faut relever pour un moteur thermique équipant les engins roulants. Le comportement du moteur d'un tracteur soumis aux grandes charges pendant le travail est défini par sa réserve de couple R_c . Ce facteur traduit la souplesse de fonctionnement d'un moteur lorsque sa valeur se situe entre 20 et 30%. Les valeurs respectives du couple nominal M_n et de surcharge M_s étant de 19,3 daN.m et de 21,8 daN.m, la réserve de couple R_c du tracteur Cirta. 6807 n'est que de 13 % :

$$R_c = \frac{M_s - M_n}{M_n} = 13\%$$

Cette valeur est inférieure au seuil minimal pour les tracteurs agricoles. A la moindre surcharge, la vitesse de rotation chute et la puissance fournie est plus faible. En conséquence le moteur fonctionne rudement en induisant une perte de vitesse de

Tableau 1 : Résultats au banc d'essais de freinage moteur

Paramètres-Moteur	n (tr/min)	Me (daN.m)	Pe (kW)	G _n (kg/h)	g _s (g/kW.h)
Régime de surcharge	1500	21,8	25,31	7,6	230
Régime nominal	2300	19,3	39,02	10,6	221
Régime à vide	2400	0	0	4,7	∞

travail. Les valeurs recommandées sont de l'ordre de 20 à 30%.

Dans certains cas, la valeur dépasse celle de 30%. Lorsque la réserve de couple est incorrecte, il est impossible d'avoir un étagement adéquat de la boîte de vitesses, du fait que la plage d'utilisation du moteur est assez limitée (régime surcharge-régime nominal). Ce qui explique clairement le nombre de vitesses réduit à huit dont dispose le tracteur Cirta.6807.

4.2. Poids du tracteur

Le poids et la puissance du moteur doivent être en adéquation pour faciliter le comportement du tracteur au champ. Le rapport requis pour ces deux caractéristiques techniques essentielles du tracteur doit osciller autour de 50 kg/kW à l'essieu moteur.

Le poids spécifique se calcule par la formule suivante :

$$G_s = \frac{Y_m}{P_m}$$

où Y_m et P_m sont respectivement la charge et la puissance aux roues motrices.

La puissance motrice P_m est le produit de la puissance nominale P_n par le rendement mécanique de transmission η_{tr} :

$$P_m = P_n n_{tr}$$

$$\text{D'où : } G_s = \frac{Y_m}{P_n n_{tr}} \quad (12)$$

Le rendement mécanique entre le moteur et l'essieu moteur est estimé à 0,90.

Le poids à vide du tracteur C.6807 est 2550 kg. Le poids spécifique à vide G_{sv} est donc égale 36,57 kg/kW. L'ETRAG préconise, à cet effet, un lestage de 300 kg à l'essieu moteur. La valeur passe ainsi de 36,57 kg/kW à 43,37 kg/kW. Cette valeur demeure en-deçà de l'optimum requis compris entre 45 et 50 kg/kW à l'essieu moteur des tracteurs agricoles. Le tracteur similaire DX.3.50, de marque Deutz, d'un poids total de 3065 kg et d'une puissance nominale de 48 kW, présente un rapport/puissance de 47,37 kg/kW. A l'origine le tracteur Cirta.6006 d'une puissance nominale de 39 kW et de même poids que le Cirta.6807, dispose d'un rapport poids/puissance de 46 kg/kW, c'est-à-dire équivalent à celui du tracteur DX. 3.50.

Le tracteur C.6807 accuse par conséquent un déficit en poids initial ΔG .

Pour évaluer cette différence de poids nécessaire aux performances de traction définies au chapitre 1.3, il faut considérer le tracteur soumis à de charges lourdes tels qu'une charrue (Fig. 1), un chisel, une sous-soleuse... Ce sont des machines qui développent de grandes résistances qui permettent de tester correctement les performances du tracteur.

Les données de l'attelage considéré sont mentionnées dans le tableau ci-après.

L'équation des moments par rapport au point O_1 est :

$$\sum M_{O_1} = G(L - a) - Y_m L + G_{ar} L + P_{wy}(L + l + y) + P_{wx}x = 0$$

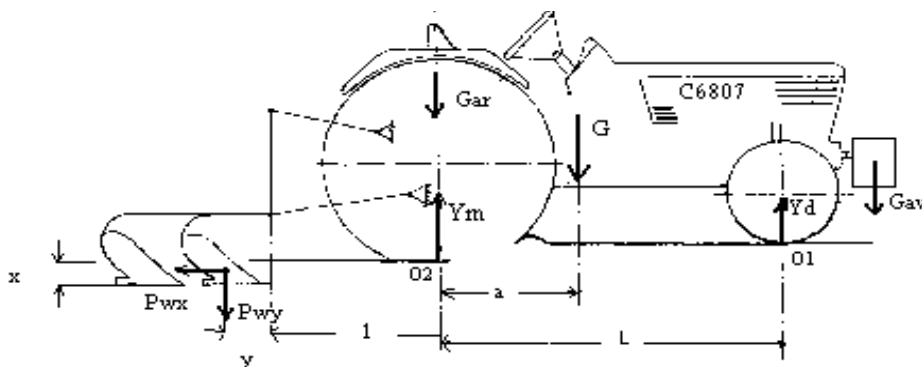


Figure 1 : Tracteur C.6807 en charge

Tableau 2 : Caractéristiques de l'attelage

$G = 2550$ kg	Poids du tracteur
$a = 0,79$ m	Abscisse de G
$L = 2,15$ m	Empattement
$G_m = 274$ kg	Poids de la charrue
$l = 0,94$ m	Distance du point O_2 au point d'attelage
$y = 0,58$ m	Ordonnée de P_{wy} par rapport au point d'attelage
$x = 0,30$ m	Profondeur de travail
$\alpha = 11^\circ$	Angle de décomposition de la force de traction
$\mu_{topt} = 0,4$	Coefficient de traction optimal

La charge dynamique aux roues motrices Y_m s'exprime donc par :

$$Y_m = \frac{G(L - a) + G_{ar}L + P_{wy}(L + l + y) + P_{wx}x}{L}$$

G_{ar} est le lestage à l'essieu arrière.

Sachant que la composante horizontale de la résistance du sol P_{wx} représente la force de traction F_t , la composante verticale du sol P_{wy} s'exprime par :

$$P_{wy} = G_m + F_t \operatorname{tga}$$

L'équation de la charge aux roues motrices Y_m en fonction de F_t devient :

$$Y_m = \frac{G(L - a) + G_{ar}L + (G_m + F_t \operatorname{tga})(L + l + y) + F_t x}{L}$$

ou bien :

$$Y_m = \frac{G(L - a) + G_{ar}L + G_m + (L + l + y) + F_t[(L + l + y) \operatorname{tga} + x]}{L}$$

En travaux lourds, le tracteur doit fonctionner avec un rendement de traction maximal η_{tr} de 70% qui correspond à une force de traction optimale $F_{t,opt}$ égale au produit du coefficient de traction optimal $\mu_{t,opt}$ par le poids dynamique Y_m aux roues motrices :

$$F_{t,opt} = \mu_{t,opt} Y_m$$

La relation (13) prend alors suivante :

$$Y_m = \frac{G(L - a) + G_{ar}L + G_m + (L + l + y)}{L - \mu_{t,opt} [(L + l + y) \operatorname{tga} + x]} \quad (14)$$

Pour ces conditions optimales de déplacement de l'attelage considéré (Fig. 1 et Tableau n°2), la charge dynamique à l'essieu moteur est de 2960,27 kg, y compris le lestage G_{ar} . Le poids spécifique dynamique G_{sd} n'est alors que de 67,12 kg/kW pour un poids initial à vide de 2550 kg. L'alourdissement souscrit par fabrication et le transfert de charge n'ont pas suffi à obtenir un poids spécifique adéquat. Le déficit en poids ΔG s'exprime par :

$$\Delta G = (G_{svr} - G_{sv}) P_n n_{tr} \quad (15)$$

La relation (14) prend alors la forme suivante :

$$Y_m = \frac{G(L - a) + (G_{ar} + \Delta G)L + G_m (L + l + y)}{L - \mu_{t,opt} [(L + l + y) \operatorname{tga} + x]} \quad (16)$$

Sachant que le poids spécifique du tracteur G_{sv} est de 36,57 kg/kW et en considérant un poids spécifique requis à vide G_{svr} de 50 kg/W, le déficit en poids ΔG est de 592,4 kg. Le poids à vide correspondant, sans lestage, est de 3142,4 kg au lieu de 2550 kg. Seule l'analyse des performances de traction permettra de juger de la suffisance du poids amélioré du tracteur.

4.3. Performances de traction

Les performances de traction sont définies par trois facteurs essentiels en relation avec le coefficient de traction μ_t et le poids spécifique G_s :

- Glissement δ
- Efficacité de traction η_{tr}
- Vitesse réelle V_r

Selon les conditions réelles de déplacement retenues (Fig. 1), la relation (13) prend la forme suivante en fonction de deux variables, la charge F_t et le déficit en poids ΔG :

$$Y_m = \frac{5166,29 + 2,15 \cdot \Delta G + F_t}{2,15} \quad (17)$$

Pour évaluer le déficit ΔG , trois valeurs de base du poids spécifiques à vide requis G_{svr} sont retenues :

- kg/kW (Cirta.6006) 46
- kg/kW (Deutz.X.3.50) 47,17

L'application de la relation (15) a montré que le tracteur C.6807 accuse un manque en poids de 415,86 kg, de 470,29 et 592,26 kg par rapport aux tracteurs C.6006, DX.3.50 et Ceres.316 (Tableau 3).

En utilisant les relations (7), (9) et (12) on détermine la variation de δ , η_{tr} , V_r et G_s . Leurs courbes de variation en fonction du coefficient de traction sont représentées par les figures 2, 3, 4 et 5.

Les valeurs particulières de ces quatre paramètres de traction, représentatives des conditions d'utilisation optimale d'un tracteur, sont sélectionnées dans le tableau n°4.

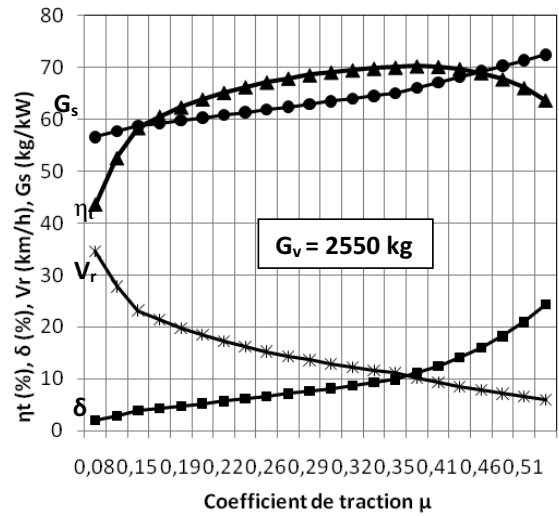


Figure 2 : Variation de δ , η_{tr} , V_r et G_s en fonction de μ_t

- ▲ : Efficacité traction η_{tr} -- * : Vitesse réelle --
- : Glissement -- ● : Poids spécifique G_s –

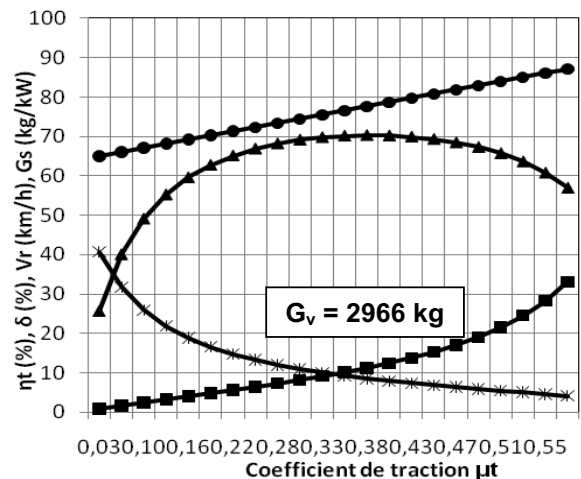


Figure 3 : Variation de δ , η_{tr} , V_r et G_s en fonction de μ_t

Le tracteur C.6807, alourdi de 300 kg, affiche des valeurs de performances de traction limitées.

Tableau 3 : Poids du tracteur C.6807

Tracteur C.6807 :	G_{sv} (kg/kW)		
	C.6006	DX.3.50	Ceres.316
• $G = 2550$ kg			
• $G_{sv} = 36,37$ kg/kW	46	47,17	50
Déficit ΔG (kg)	415,86	470,29	592,26
Poids à vide corrigé	2966	3020	3124

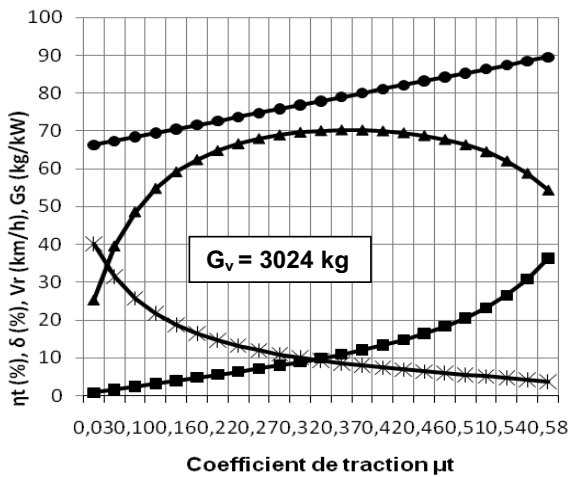


Figure 4 : Variation de δ , η_{tr} , V_r et G_s en fonction de μ_t

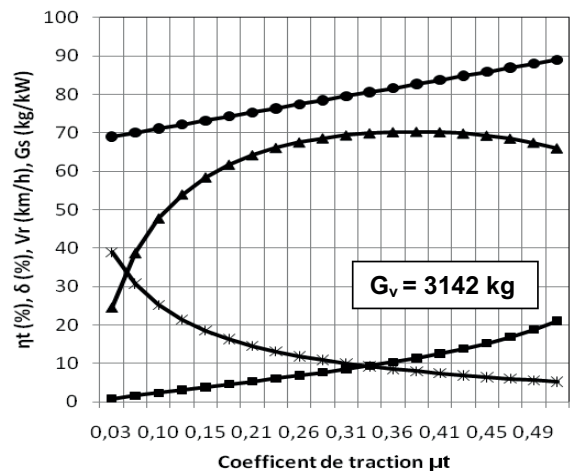


Figure 5 : Variation de δ , η_{tr} , V_r et G_s en fonction de μ_t

Le poids spécifique maximal n'est que de 71,36 kg/kW pour une vitesse de travail de 6,56 km/h, une efficacité de traction de 66% et un glissement de 21% sous un coefficient de traction de 0,51. Pour un coefficient de traction optimal de 0,41 ($F_t = 1200$ kg), le glissement est optimal (12,52%), l'efficacité de traction également (70,17%), mais le poids spécifique est en deçà de la valeur requise (67,14 kg/kW).

L'amélioration en poids du tracteur a fourni de meilleures performances de traction, sauf pour le troisième poids :

• $G_v = 2966$ kg :

Une force de traction F_t de 1400 kg pour laquelle le coefficient de traction est de 0,40, un glissement de 12,42%, une efficacité de traction de 70,18%, une vitesse réelle de 7,96 km/h avec un poids spécifique de 78,68 kg/kW. A F_t de 1600 kg, le poids spécifique est meilleur (80,79 kg/kW), la vitesse approche la valeur optimale (6,88 km/h), mais l'efficacité est plus faible (69,29%) et le glissement légèrement plus grand (13,76%). Le poids spécifique à vide du tracteur C.6006 de 46 kg/kW appliqué au

Tableau 4 : Paramètres de traction

Poids Tracteur G (kg)	F_t (kg)	Y_m (kg)	μ_t	δ (%)	η_t (%)	G_s (kg/kW)	V_r (km/h)
$G_v=2550$	1200	2961,07	0,41	12,52	70,17	67,14	9,28
	1350	3030,83	0,45	15,02	69,40	68,73	8,16
	1400	3054,09	0,46	15,99	68,97	69,25	7,82
	1500	3100,60	0,48	18,21	67,78	70,31	7,17
	1600	3147,11	0,51	20,92	66,08	71,36	6,56
$G_v=2966$ ($\Delta G = 415,86$)	1400	3469,95	0,40	12,42	70,18	78,68	7,96
	1500	3516,46	0,43	13,76	69,86	79,74	7,39
	1600	3562,97	0,45	15,28	69,29	80,79	6,88
$G_v=3024$ ($\Delta G = 470,28$)	1400	3528,37	0,40	12,07	70,23	80,01	7,96
	1500	3574,88	0,42	13,34	69,98	81,06	7,41
	1600	3621,40	0,44	14,77	69,50	82,12	6,90
	1700	3667,91	0,46	16,40	68,77	83,17	6,42
$G_v=3142$ ($\Delta G = 592,26$)	1400	3646,35	0,38	11,42	70,27	82,68	7,97
	1500	3692,86	0,41	12,57	70,16	83,74	7,43
	1600	3739,37	0,43	13,84	69,83	84,79	6,93
	1700	3785,88	0,45	15,28	69,29	85,85	6,47

tracteur C.6807 a mis en évidence les carences en performances de traction.

• **G_v = 3024 kg :**

Le tracteur C.6807 d'un poids d'exploitation de 3024 kg note un accroissement de sa capacité de traction. Le poids spécifique montre de bonnes valeurs (80 à 82 kg/kW) contre une force de traction allant de 1400 à 1600 kg. La force de traction optimale recensée est de 1400 kg pour laquelle le coefficient de traction est de 0,40, le glissement de 12%, la vitesse de travail de 7,96 km/h et l'efficacité de 70,23%.

• **G_v = 3142 kg :**

Dans ce cas, le poids spécifique est le plus élevé et dépasse 82 kg/kW. L'efficacité de traction touche la valeur optimale de 70% en présence de force de traction variant entre 1400 et 1700 kg. Le glissement reste dans les normes de 12 à 15%. La vitesse de travail demeure dans la plage des valeurs optimales oscillant entre 6,5 et 7,5 km/h. La vitesse réelle de 6,47 km/h correspond à une charge radiale aux roues de 3785,88 kg très proche de la capacité maximale de charge d'un pneu (4000 kg/ essieu moteur).

Conclusion

A travers cette étude, il a montré que le rapport du rapport/puissance à l'essieu moteur est d'une importance extrême en matière d'exploitation d'un tracteur en attelage avec les machines agricoles. La tendance à vouloir augmenter la puissance du moteur au dépend du poids du tracteur est une pratique qui ne peut aboutir. Une puissance plus élevée ne peut se transformer en traction que si seulement le poids appliqué aux roues motrices est compatible au poids spécifique requis.

L'analyse des performances de traction du tracteur Cirta.6807, dérivé du tracteur C.6006, a permis de noter les points suivants :

• Le tracteur C.6807 a un poids spécifique à vide faible de 36,57 kg/kW, et accuse un déficit en poids de 450 à 500 kg à l'essieu moteur,

• D'un poids initial à vide de 2550 kg, les performances de traction résultantes sont inférieures aux valeurs optimales recommandées,

• L'amélioration du poids (415,86 ; 470,28 ; 592,26 kg) a permis de relever de manière forte les performances de traction.

Au vu de ces résultats, une nouvelle boîte de vitesses doit être adaptée.

Références

- Brixius, W. W., and Zoz, F.M. 1976.- Tires and tracks in agriculture. Society of automotive engineers, Inc. 400 Commonwealth Drive, Warrendale Pa, 15096. Off-Highway Vehicle Meeting Milwaukee, Wisconsin. Sept. 13-16, 1976.
- Djenane. C. 2000.- Tractive performance of a mechanical front-wheel assist tractor as related to forward speeds. J. agric. Engng Res,77 (2), 221-226.
- Domier, K. W.; Willans, A. E. 1977.- Maximum or optimum tractive efficiency? Am. Soc. agric. Engrs Paper 77-1053, presented at the Annual Meeting of the Am. Soc. agric. Engrs, Raleigh, North Carolina, June 1977.
- Dwyer, M. J. 1984.- The tractive performance of wheeled vehicles. J. Terramechanics 21(1): 19-34.
- Gee-Clough, D., M. McAllister, and G. Pearson. 1982.- Ballasting wheeled tractors to achieve maximum power output in frictional-cohesive soils. J. Agric. Eng. Res. 27(1): 1-19.
- Janosi, Z. et Hanamoto, B. 1961.- An analysis of pneumatic tire performance on deformable soil. Proceedings of the 1st ISTVS Conference, pp 707-726.
- Sharma Ajay Kumar, K.P. Prandey. 2001.- Journal of Terramechanics 38 (2001) 89-97. Pergamon Press
- Turnage, G. W. 1972.- Tire selection and performance prediction for off-road wheeled

vehicle operations. Proc. 4th Int. Conf. Int. Soc. Terrain-Vehicle Systems, Stockholm.

Wismer, R. D.; Luth, H. J. 1973.- Off-road traction prediction for wheeled vehicles. *J. Terramech.* 10 (2) 49-61.

Zoz, FM., Wiley, JC. 1995.- Theoretical basis for tractor ballasting. Proceedings of the 5th North American ISTVS Conference/Workshop Saskatoon, SK, Canada, May 10-12.

Zoz, FM., Grisso, R D.2003.- Traction and Tractor Performance. ASAE Distinguished Lecture # 27, Agricultural Equipment Technology Conference, 9-11 February 2003, Louisville, Kentucky USA