

# LA CONSERVATION DES QUALITES STRUCTURELLES DU SOL EN UTILISANT DES SYSTEMES MECANQUES AVEC EFFET NEGATIF MINIMUM

<sup>1</sup>C. Csatlós, <sup>2</sup>A. Bîrcă

<sup>1</sup>Université "Transilvania", Brasov, Roumanie

<sup>2</sup>Université "George Barițiu", Brasov, Roumanie

## INTRODUCTION

L'utilisation en conditions d'économie maximale de ces tracteurs suppose la réalisation d'agrégats agricoles qui à un seul passage effectuent une multitude d'opérations. De cette manière on augmente la capacité de travail des agrégats agricoles, en réduisant la consommation de combustible et les travaux agricoles sont effectués dans la période agrotechnique optimale, avec un minimum de passages.

L'augmentation du pouvoir des tracteurs agricoles à quatre roues motrices (4x4) implique l'utilisation rationnelle de leur capacité de traction, par l'accouplement des machines agricoles à grande largeur de travail ou par l'emploi des agrégats complexes ( qui exécutent plusieurs travaux à une seul passage du tracteur).

Au cas de l'utilisation des machines à grande largeur de travail, les agrégats de labourage relèvent des problèmes particuliers, parce que l'augmentation de la largeur de travail impose l'agrandissement correspondant du nombre de la charrue, de sorte que l'on arrive à l'accroissement considérable de la longueur et du poids des charrues portées ou demi portées à l'arrière du tracteur.

Un effet négatif de l'utilisation des charrues à grande nombre de corps consiste dans le déchargement considérable de l'essieu avant, de sorte que sa participation à la réalisation de la force tangentielle de traction du tracteur est très réduit, devenant parfois négligeable.

Au surplus, le déchargement de l'essieu avant outre certaines, pose des problèmes à l'égard de la capacité de manoeuvre du tracteur, ce qui impose, parfois l'utilisation des poids supplémentaires ajoutés à l'essieu avant.

Une des méthodes à éliminer ces inconvénients consiste dans l'utilisation des agrégats formée avec des charrues disposées à l'avant et à l'arrière du tracteur.

Pour les relevages avant la littérature de spécialité ne dispose pas encore de suffisantes informations concernant leurs paramètres

constructifs et fonctionnels. C'est ainsi que l'on explique pourquoi les firmes constructrices de tracteurs ( Renault, John Deere, International Harvester etc.) qui ont équipé ces tracteurs avec des relevages avant, présentent des solutions constructives différentes. Pour assurer le couplage de divers types de machines agricoles on a établi la convention que le dispositif de couplage des machines agricoles au relevage avant respecte les dimensions imposé par ISO pour les relevages arrière.

## 1. MODE DE TRAVAIL

La cinématique des charrues frontales, aussi que des autres outillages portés à l'avant, par comparaison avec celle des charrues portées à l'arrière, est différente. Dans la construction des relevages avant utilisés pour former des agrégats avec des charrues, on peut discerner trois catégories distinctes regardant leur cinématique:

- relevages dont le tirant central est télescopique ;
- relevage auxquels le centre instantané de rotation en plan vertical longitudinal se trouve disposé derrière l'essieu avant du tracteur ;
- relevages dont le centre instantané de rotation en plan vertical longitudinal est disposé devant l'essieu avant du tracteur.

Pour l'étude de l'influence que la cinématique du relevage avant a sur la dynamique du tracteur U-850 DT, équipé avec des charrues avant aussi que l'arrière, on utilise la méthode analytique de déterminer les forces agissent sur les charrues, les conditions de travail étant identique pour tous les trois cas analyses.

Dans le cas de relevages avant dont le tirant central est télescopique (fig. 1), le rôle de celui-ci n'est que de relever la charrue en position de transport. Les tirants inférieur sont rigidités entre eux, leur position par rapport au corps du tracteur étant établie en utilisant des chaînes [1].

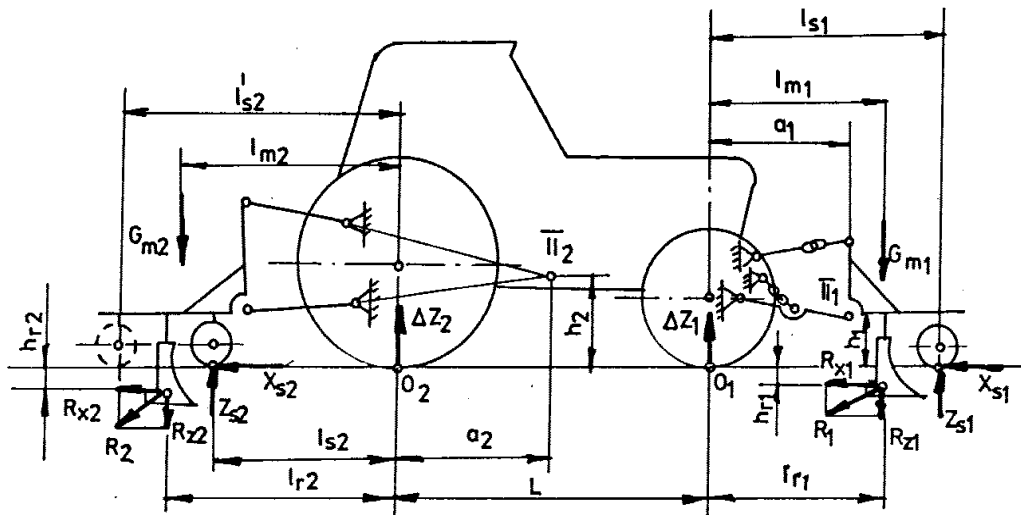


Figure 1. Système tracteur - charrue frontale couplé à un relevage avec tirant central télescopique.

La poursuite du microrelief du sol par la charrue avant s'assure par sa roue (qui roule dans le sillon décrit par le dernier corps de charrue de la charrue arrière, au passage antérieur), cette charrue ayant la possibilité de rotation autour du point de couplage avec des tirants inférieurs.

L'engagement de la charrue dans le sillon est très bon, la profondeur de travail étant rapidement éteinte.

Dans le deuxième cas (fig. 2), quand le centre instantané de rotation se trouve en arrière, le mode de déplacement de la charrue dans le sillon est identique. Il existe pourtant le danger du coinçage de la charrue dans le sol. L'engagement de la charrue dans le sol est non satisfaisant à cause de l'angle d'attaque négatif [2].

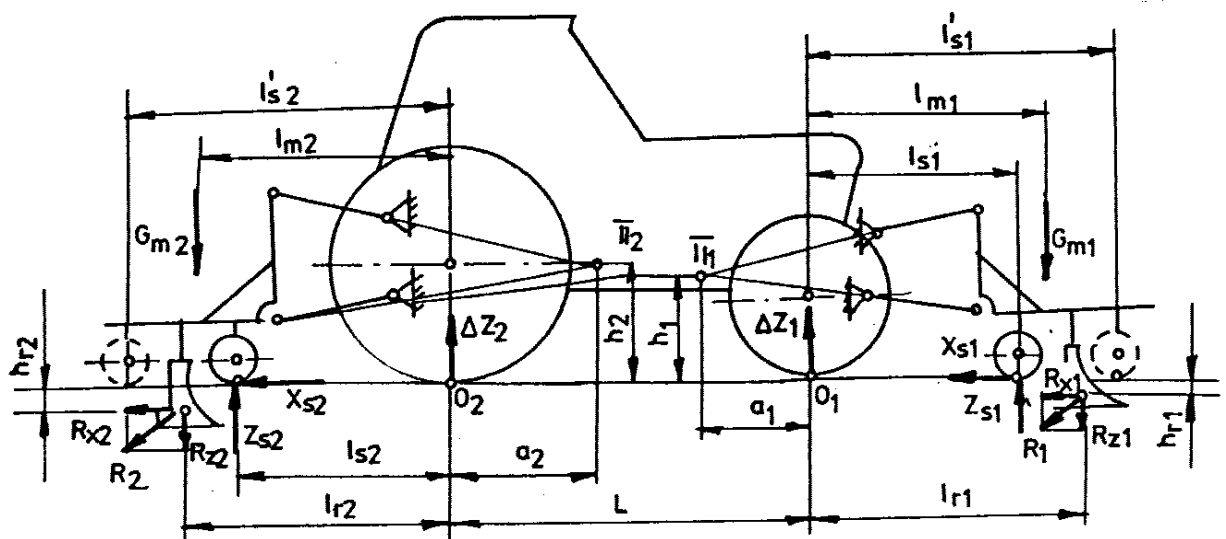


Figure 2. Système tracteur - charrue frontale avec le centre instantané de rotation placé derrière l'essieu avant

Dans le troisième cas (voir fig. 3), quand le centre instantané de rotation se trouve devant l'essieu avant du tracteur, l'engagement de la charrue dans le sillon se fait rapidement, vu que la cinématique du relevage assure un angle

d'attaque positif. Parfois il peut se produire quant-à-moi le coinçage de la charrue dans le sol [1]. Le chargement  $\Delta Z1$  de l'essieu avant est le plus grand des trois situations analysées.

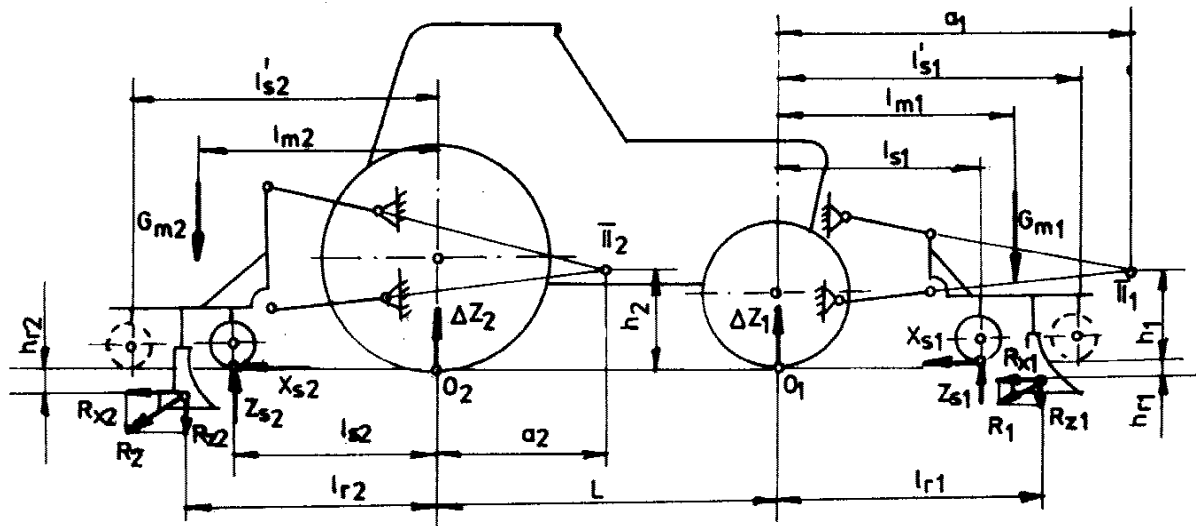


Figure 3. Système tracteur- charrue frontale avec le centre instantané de rotation placé avant l'essieu avant.

Dans la partie suivante on va analyser le cas où le relevage avant est réalisé, dans la variante tirant supérieur télescopique. Pour le modelage dynamique, l'ensemble du tirant supérieur télescopique de l'agrégat a été intégré dans un système de coordonnées cartésien  $xO_2z$  (à voir la figure n° 4) [1]. Le centre instantané de rotation du relevage avant se trouve dans le point d'articulation  $F_1(x_{12}, z_{12})$  et celui postérieur dans le point  $\Pi_2(x_{26}, z_{26})$ .

En connaissant les deux points de rotation  $F_1$  et  $\Pi_2$  et en écrivant les équations d'équilibre statique correspondantes on peut déterminer les forces de réactions du sol sous les roues d'appui de ces deux charrues demi portés:

$$Z_{s1} = \frac{G_{p1} \cdot (x_{17} - x_{12}) + R_{z1} \cdot (x_{15} - x_{12}) + R_{x1} \cdot (z_{12} + |z_{15}|)}{x_{18} - x_{12} - z_{12} \cdot f_p}; \quad (1)$$

$$Z_{s2} = \frac{G_{p2} \cdot (|x_{27}| + x_{26}) + R_{z2} \cdot (|x_{25}| + x_{26}) - R_{x2} \cdot (z_{26} + |z_{25}|)}{x_{26} + |x_{28}| - z_{26} \cdot f_p}$$

De point de vue dynamique, on peut observer que les valeurs dépendent de composantes des forces qui actionnent sur les charrues:

$$R_{x1,2} = k_0 \cdot a \cdot b \cdot n_{1,2}$$

$$R_{z1,2} = R_{x1,2} \cdot \text{tg} \beta_{1,2}. \quad (2)$$

selon les équations de moment envers les points  $O_1$  et  $O_2$  on détermine les charges statiques sur les essieux :

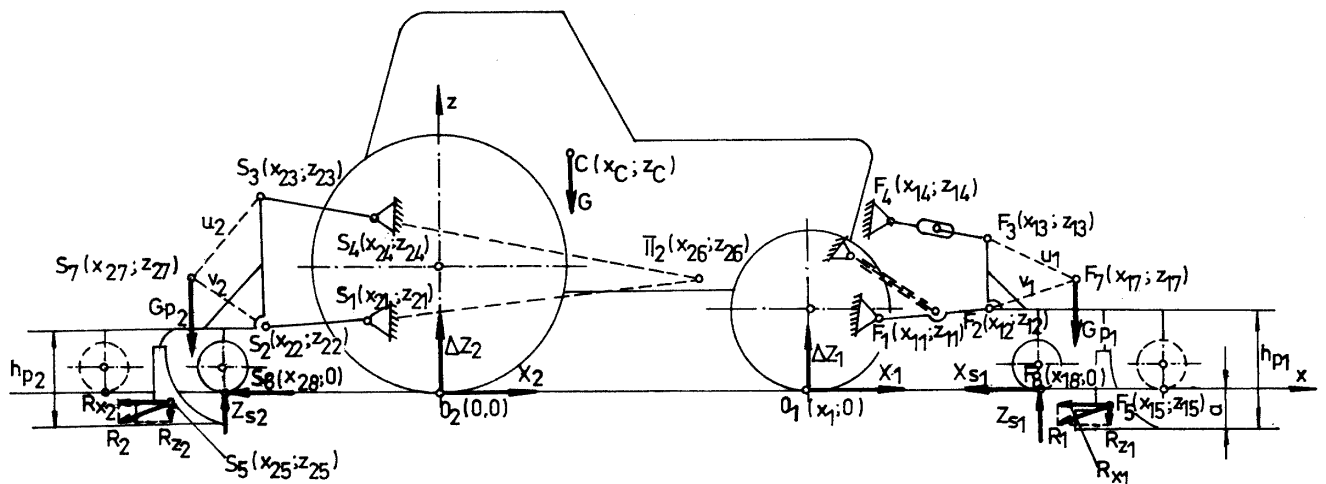


Figure 4. Schéma du système avec relevage-avant avec tirant central télescopique.

- charges statiques sur les essieux :

$$\begin{aligned} Z_{01} &= \frac{G \cdot x_C}{x_1}; \\ Z_{02} &= \frac{G \cdot (x_1 - x_C)}{x_1}; \end{aligned} \quad (3)$$

- variations des charges dues à la charrue frontale :

$$\begin{aligned} \Delta Z_1' &= \frac{G_{p1} \cdot x_{17} - Z_{s1} \cdot x_{18} + R_{z1} \cdot x_{15} + R_{x1} \cdot (x_{15} - x_1)}{x_1}; \\ \Delta Z_2' &= \frac{Z_{s1} \cdot (x_{18} - x_1) - G_{p1} \cdot (x_{17} - x_1) - R_{x1} \cdot |z_{15}| - R_{z1} \cdot (x_{15} - x_1)}{x_1}; \end{aligned} \quad (4)$$

- variations des charges dues à la charrue arrière :

$$\begin{aligned} \Delta Z_1'' &= \frac{Z_{s2} \cdot |x_{28}| - R_{z2} \cdot |x_{25}| + R_{x2} \cdot |z_{25}| - G_{p2} \cdot |x_{27}|}{x_1}; \\ \Delta Z_2'' &= \frac{G_{p2} \cdot (x_1 + |x_{27}|) + R_{z2} \cdot (x_1 + |x_{25}|) - Z_{s2} \cdot (x_1 + |x_{28}|) - R_{x2} \cdot |x_{25}|}{x_1}. \end{aligned} \quad (5)$$

En appliquant la méthode de superposition des effets de deux charrues, on obtient les expressions analytiques des charges dynamiques sur les deux charrues du tracteur :

$$Z_{1,2} = Z_{01,2} + \Delta Z_{1,2}' + \Delta Z_{1,2}'' \quad (6)$$

Les expressions nécessaires pour le calcul de  $Z_{01,2}$  on peut déterminer avec l'aide des figures n° 1, 2 et 3.

Pour la détermination des forces tangentielles  $X_1$ , respectif  $X_2$ , est nécessaire l'analyse des interactions des roues avec le sol. Ces forces ont les expressions générales, suivantes :

$$X_{1,2} = \varphi_{m1,2} \cdot Z_{1,2}, \quad (7)$$

où,  $\varphi_{m1}$  et  $\varphi_{m2}$  représentent les forces motrices spécifiques pour les deux essieux. On peut déterminer la force motrice spécifique en fonction du patinage (glissement)  $\delta$ , en utilisant la relation [2] :

$$\varphi_m = \frac{A + \delta - \sqrt{(A + \delta)^2 - 4 \cdot B \cdot C \cdot \delta}}{2 \cdot B}, \quad (8)$$

où, les coefficients A, B, C dépendent, principalement de propriétés mécaniques du sol et de la dimension du pneu. Ces coefficients sont déterminés ainsi :

$$A = \frac{3 \cdot m \cdot \varphi}{4}, \quad B = \frac{m}{2}, \quad C = \varphi + \frac{m \cdot \varphi^2}{4}, \quad (9)$$

leur éléments étant donnés dans la littérature de spécialité [2] :

Après avoir déroulé le modèle mathématique sur l'ordinateur, on a tracé les graphiques de

variations des charges dynamiques, des forces motrices et des forces de traction, en fonction du coefficient de glissement et du type du sol, pour une profondeur de travail de 0,3 m.

## 2. CONCLUSIONS

La force de traction a la moindre variation pour le même patinage, ayant une valeur approximative de 17%, étant en même temps influencée par le type du sol.

Les résultats antérieurs ont été obtenus pour une position de la roue d'appui de la charrue frontale, correspondante à une valeur du point F8(x1,2+2,7 ;0).

Une des possibilités de changement des charges sur les essieux et sur les roues est le réinstallation de la roue d'appui de la charrue frontale, c'est à dire, par le déplacement du point F8 envers le front ou envers l'arrière. L'analyse de plusieurs diagrammes montre une diminution de la participation de l'essieu avant dans le cas où la roue d'appui est déplacée envers le tracteur avec 1m. Cette diminutions sont incluses dans les limites suivantes : 23% pour la charge sur l'essieu avant, respectivement 17% pour la force motrice sur le même essieu.

Mais l'augmentation d'1m de la distance jusqu'à la roue d'appui, mène à un chargement supplémentaire de l'essieu avant d'environ 11%, améliorant ainsi les qualités de traction du tracteur. En plus, il faut apprécier le fait que les forces de réaction sur les roues de soutien des charrues sont diminuée ayant des valeurs proches.

Le degré de participation de l'essieu avant par la force motrice a augmenté avec environ 16,6%. Le principal désavantage de cet ensemble est la croissance exagérée de la cote de gabarit en plan longitudinal vertical, ayant des conséquences négatives sur les possibilités de manœuvre et de transport sur le relevage avant du tracteur U833-DT.

Tous les cas antérieurs ont été étudiés pour un indice de discordance cinématique  $k = 1$ .

## REFERENCES

1. *Csatlos, C. Studii și cercetări privind dinamica tractoarelor cu două punți motoare cu mașini agricole purtate în față*, Teză de doctorat, Universitatea "TRANSILVANIA", Brașov, 1998.
2. *Năstăsoiu, St., Andreescu, C., Popescu, S., Frățilă, Gh., Cristea, D. Tractoare*, Editura didactică și pedagogică, București, 1983.

*Recomandat spre publicare: 14.09.04*