

**Zeitschrift:** Le Tracteur et la machine agricole : revue suisse de technique agricole  
**Herausgeber:** Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture  
**Band:** 30 (1968)  
**Heft:** 9  
  
**Rubrik:** Le courrier de l'IMA

#### **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:** 18.01.2026

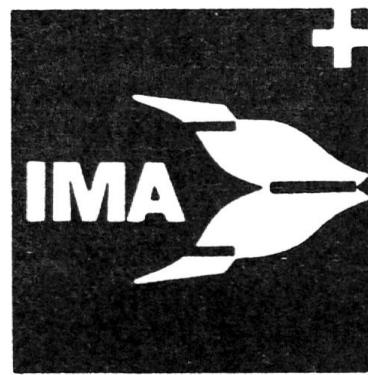
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# LE COURRIER DE L'IMA 4-6-68

13ème année avril-juin 1968

Publié par l'Institut suisse pour le machinisme et la rationalisation du travail dans l'agriculture (IMA)

à 5200 Brougg/Arg. Rédaction: J. Hefti et W. Siegfried



Supplément du no 9/68 de «LE TRACTEUR et la machine agricole»

## La préparation du sol selon les méthodes modernes

### **Aptitudes et rentabilité de matériels modernes pour la mise en condition du sol**

par W. Zumbach, ingénieur agronome

(2ème Partie)

#### **1. 2. Effort de traction et puissance nécessaires avec les charrues portées**

Afin que la charrue puisse travailler, il faut que le tracteur fournisse un effort de traction déterminé qui donne la possibilité de vaincre les résistances s'opposant à l'avancement de l'instrument (poids de la charrue + poids de la bande de terre + résistance du sol). L'importance de ces efforts résistants varie dans une très large mesure et dépend de nombreux facteurs. Des expérimentations faites durant plusieurs années ont permis de connaître approximativement la valeur des résistances opposées par le sol et la charrue au cours du travail (résistances de labour). On les exprime en kg par  $\text{dm}^2$  de la section de labour (surface transversale de la bande de terre découpée et retournée = largeur de labour x profondeur de labour). Grâce à ces indications numériques, il est possible de déterminer l'effort de traction qu'exige une charrue dans tel ou tel sol, ou bien, inversement, quelle est la grandeur de charrue entrant en considération pour un effort de traction donné fourni par tel ou tel tracteur.

Il faut souligner que la résistance spécifique du sol à l'avancement s'accroît parallèlement à l'augmentation de la profondeur de travail. Cela

s'explique par le fait que les couches de terre sous-jacentes sont plus fortement comprimées que les couches superficielles. D'autre part, on travaille presque toujours plus profondément avec la traction mécanique qu'avec la traction animale. En règle générale, la profondeur de labour est d'environ 20 cm dans le cas des cultures céréalières et d'environ 25 cm dans celui des cultures sarclées. A ces profondeurs-là, les résistances spécifiques du sol à l'avancement de la charrue sont les suivantes (d'après Adams):

Résistance spécifique du sol avec une profondeur de travail de:

	20 cm	25 cm
Terres légères	38 kg/dm <sup>2</sup>	45 kg/dm <sup>2</sup>
Terres mi-lourdes	55 kg/dm <sup>2</sup>	65 kg/dm <sup>2</sup>
Terres lourdes	77 kg/dm <sup>2</sup>	90 kg/dm <sup>2</sup>

Pour déterminer l'effort de traction total exigé par une charrue, il faut connaître non seulement la résistance opposée par le sol selon sa nature, mais encore les efforts résistants provenant de la charrue elle-même. Il s'agit ici des résistances de frottement des pièces travaillantes avec le sol et de la force nécessaire pour transporter la bande de terre détachée. L'importance de ces efforts (selon Goriatchkine) dépend moins du type et de l'état du sol que de la vitesse de déplacement du tracteur et de la forme particulière du versoir. L'augmentation de la vitesse d'avancement se traduit automatiquement par un accroissement correspondant de la force exigée pour le retournement et le dépôt sur le côté de la bande de terre découpée. La raison en est qu'une allure relativement rapide a pour effet non seulement que cette bande subit un plus fort émiettement, mais aussi qu'elle est projetée un peu plus loin par le corps de charrue. Quant à l'influence de la forme du versoir sur la valeur des résistances de friction, il s'agit plus exactement dit de l'angle d'action du versoir (position de ce dernier par rapport à la direction de progression). Plus cet angle est grand, plus la résistance opposée par la charrue elle-même est importante.

Sur la base de ces constatations, Goriatchkine a adopté un coefficient  $\varepsilon$  – en tant que symbole devant désigner la résistance de frottement des versoirs – et établi la formule suivante pour calculer la résistance totale qu'oppose la charrue à son propre avancement:

Formule 1:  $P = kBT + \varepsilon v^2 BT$

- $P$  = Effort de traction exigé par la charrue (en kg)
- $k$  = Résistance spécifique du sol (en kg/dm<sup>2</sup>)
- $BT$  = Largeur et profondeur de labour (en dm)
- $\varepsilon v^2$  = Résistance dynamique de la charrue (en kg/dm<sup>2</sup>). (Elle est indiquée sur le graphique de la fig. 7 en fonction de la forme du versoir [ $\varepsilon$ ] et de la vitesse de déplacement [v]).

Selon les versoirs utilisés à l'heure actuelle et leur angle d'action, on peut admettre les valeurs suivantes (d'après Rosegger et Hell) pour le coefficient  $\xi$ :

Forme du versoir	Angle d'action $\varphi$	Coefficient $\xi$
Versoir cylindrique	45 à 50°	3,0
Versoir hélicoïdal	30 à 35°	2,5
Versoir cylindro-hélicoïdal	25 à 30°	2,0
Versoir semi-cylindrique	20 à 25°	1,5

Remarquons à ce propos que la plus grande partie des charrues fabriquées en Suisse comportent des versoirs fortement spiralés. Leurs caractéristiques représentent une combinaison de celles des versoirs cylindro-hélicoïdaux et de celles des versoirs semi-cylindriques. Leur coefficient  $\xi$  se situe autour de 2. Il en résulte que la bande de terre découpée n'est pas relevée en position sensiblement verticale mais plutôt soumise à un mouvement de rotation, conformément au galbe particulier du versoir en cause, puis déposée sur le sol. Les types de versoirs mentionnés à la table ci-dessus ont fait leurs preuves non seulement dans divers terrains, mais aussi avec des vitesses de déplacement assez élevées de même que lors de labours effectués sur des champs en pente.

Grâce à la formule 1 définie plus haut, nous sommes en mesure de calculer l'effort de traction exigé par une charrue de fabrication suisse à un,

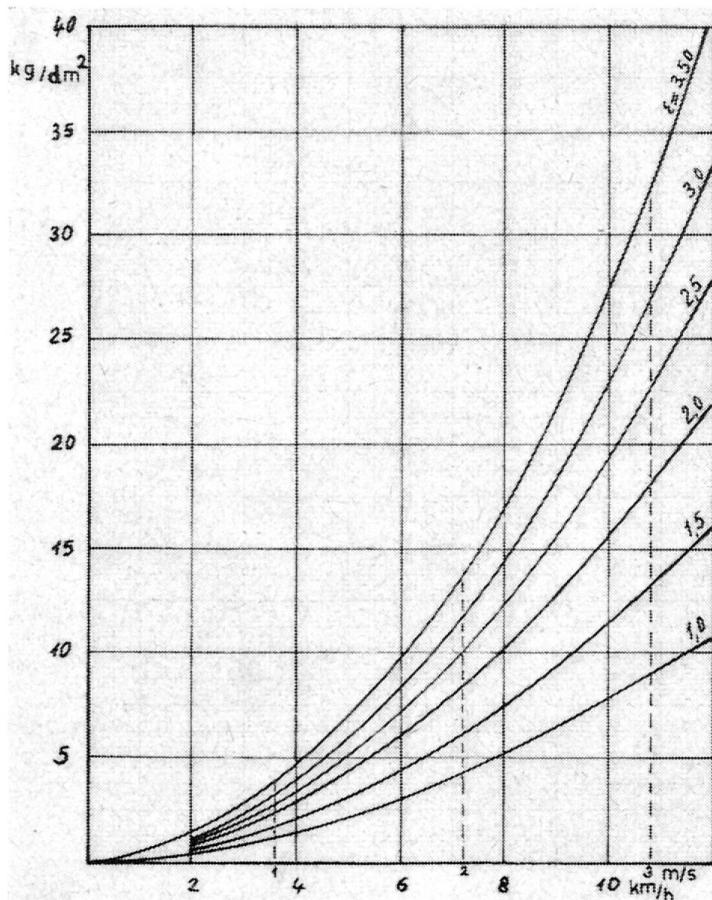


Fig. 7:  
Résistance dynamique de la charrue en  $\text{kg}/\text{dm}^2$  ( $\xi v^2$ ) de la formule 1 en fonction de la forme du versoir ( $\xi$ ) et de la vitesse de déplacement ( $v$ ).

deux ou trois socs en fonction du type de sol, d'une vitesse d'avancement de un, deux ou trois mètres-seconde et d'une section de labour de 25 cm x 30 cm. En nous servant de la formule 2 ci-dessous, les chiffres ainsi obtenus nous permettront alors de déterminer la puissance que le moteur du tracteur doit développer pour assurer la traction de la charrue en question.

$$\text{Formule 2: } N_T = v \frac{P + R}{75 \cdot 0,7}$$

$N_T$  = Puissance du moteur du tracteur (en ch)

$v$  = Vitesse du déplacement (en m/s)

$P$  = Effort de traction exigé par la charrue (d'après la formule 1)

$R$  = Résistance au roulement (poids du tracteur et de la charrue x 0,1). (Le graphique de la fig. 8 a été établi en admettant des poids de 2000, 2500 et 3000 kg pour des tracteurs portant des charrues à respectivement un, deux et trois socs).

75 = 1 ch

0,7 = Coefficient de puissance du moteur (sous une charge de 0,83 et avec un rendement de la transmission égal à 0,85)

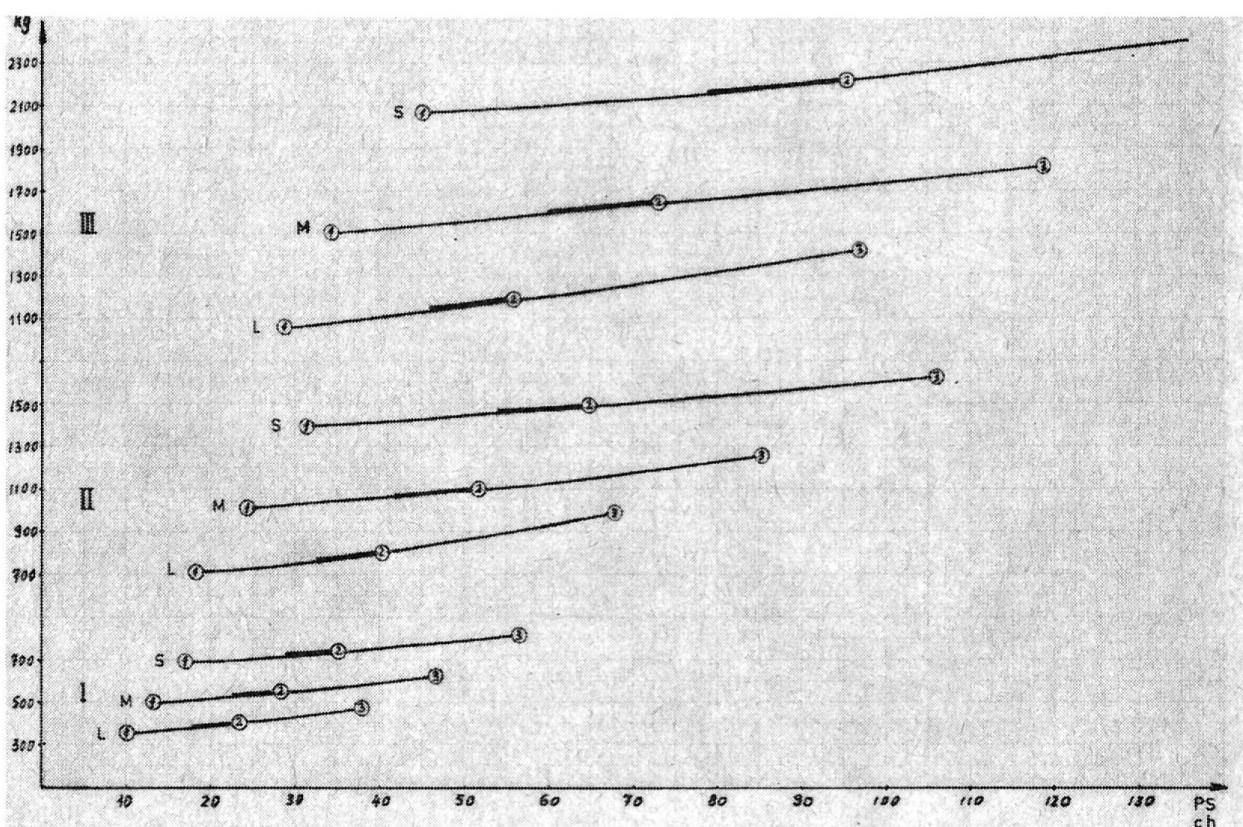


Fig. 8: Effort de traction et puissance du moteur exigés selon la grandeur de la charrue, la nature du sol et la vitesse de déplacement.

Grandeur de la charrue: I – Charrue monosoc, II – Charrue bisoc, III – Charrue trisoc.

Nature du sol: L – léger, M – mi-lourd, S – lourd.

Vitesse de déplacement de un, deux et trois m/s figurée par des courbes, la courbe à trait gras représentant une allure de 6 à 7 km/h.

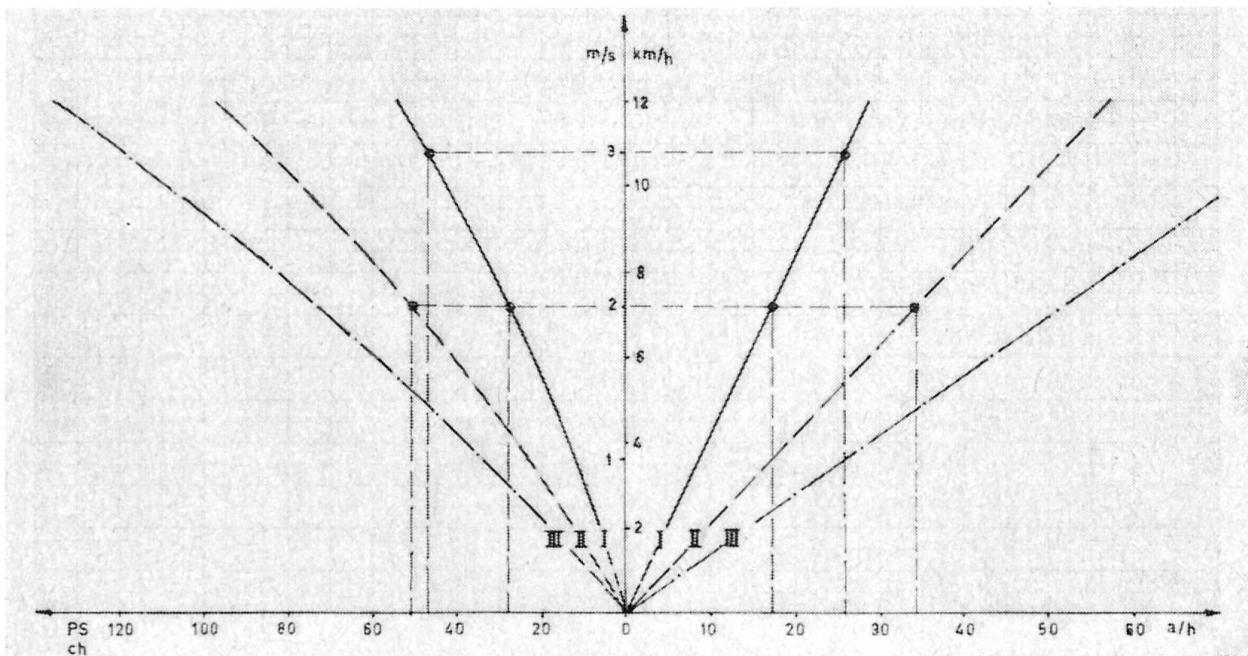


Fig. 9: La superficie labourée à l'heure ne s'accroît pas de façon proportionnelle à l'augmentation de la puissance nécessaire pour la traction de la charrue. Aussi est-il plus indiqué d'utiliser par exemple une charrue bisoc au lieu de rouler plus vite avec une charrue monosoc.

I – Charrue monosoc, II – Charrue bisoc, III – Charrue trisoc.

La représentation graphique de ces résultats (fig. 8) permet de connaître immédiatement l'effort de traction exigé par la charrue, autrement dit la puissance devant être fournie par le moteur du tracteur selon la nature du sol à travailler. Il ressort en outre de ce graphique que l'augmentation de la vitesse de déplacement entraîne un fort accroissement de la puissance nécessaire pour la traction tandis que l'accroissement de la surface labourée à l'heure est bien moins important. Prenons par exemple le cas d'une charrue monosoc utilisée dans une terre mi-lourde. Quand la vitesse d'avancement du tracteur est de 2 m/s, il faut que le moteur développe une puissance de 28 ch. Si l'on roule à une allure de 3 m/s, le moteur doit fournir en revanche une puissance de 47 ch. Cela représente une augmentation de 68 %. En revanche, l'accroissement de la superficie travaillée à l'heure n'est que d'à peu près 50 % (fig. 9). De bien meilleurs résultats peuvent être cependant obtenus si tout en avançant à la même vitesse (soit à celle de 2 m/s), on se sert d'une charrue bisoc. Il est vrai que dans un tel cas, la puissance exigée du moteur sera de 51 ch, ce qui équivaut à une augmentation de 82 %. Mais la surface labourée par heure s'accroîtra alors de 100 %. Autrement dit elle correspondra au double de celle qu'il est possible de travailler avec une charrue monosoc. Une vitesse de déplacement supérieure ne présente d'ailleurs pas seulement peu d'intérêt du point de vue de l'accroissement du rendement superficiel, mais aussi du fait de l'importante usure subie par la charrue. Ses pièces travaillantes sont en effet soumises à de bien plus fortes sollicitations à une vitesse relativement élevée que lorsque le tracteur roule plutôt lentement.

En se basant sur les expériences faites dans la pratique au sujet de la qualité du travail fourni par les charrues portées, ainsi que sur les considérations exposées plus haut, il est possible de dire qu'une vitesse de déplacement de 6 à 7 km/h (voir le à trait gras des courbes de la fig. 8) représente l'allure optimale lors du labourage. La table ci-dessous indique quelle puissance le moteur du tracteur doit développer à cette vitesse selon la grandeur de la charrue et le type de sol.

	Puissance exigée du moteur (en ch)		
	Nature du sol		
	léger	mi-lourd	lourd
Charrue monosoc	18 à 22	23 à 27	27 à 34
Charrue bisoc	33 à 39	42 à 50	54 à 64
Charrue trisoc	46 à 55	60 à 72	70 à 94

Le nombre de chevaux-moteur indiqué vaut pour des conditions de sol normales et les conditions de travail précitées (vitesse d'avancement, largeur et profondeur de labour, caractéristiques de la charrue [forme du versoir] et du tracteur [poids]). Si ces conditions se trouvent modifiées, on doit s'attendre éventuellement à une variation correspondante de la puissance nécessaire.

### 1.3. La question de la rentabilité

Lors du choix d'une charrue, il faut tenir compte non seulement des caractéristiques techniques de l'instrument, mais encore du point de vue économique. Les frais occasionnés par le labourage se décomposent en frais de machines et en frais de main-d'œuvre. Ils dépendent entre autres de la superficie pouvant être travaillée à l'heure et du degré d'emploi (heures) de la charrue par an. Si l'on se fonde sur la puissance que nécessitent les charrues portées comme elle vient d'être déterminée plus haut, il convient de prendre en considération les tracteurs des catégories de puissance suivantes pour le calcul de la rentabilité d'une charrue:

- |                   |   |                            |
|-------------------|---|----------------------------|
| Charrues monosocs | — | Tracteurs jusqu'à 35 ch    |
| Charrues bisocs   | — | Tracteurs de 35 à 60 ch    |
| Charrues trisocs  | — | Tracteurs de plus de 60 ch |

Afin de simplifier, nous ne tiendrons pas compte du facteur que représente la nature du sol. Pour le calcul de la superficie travaillée à l'heure et de la dépense de travail qui en découle, nous admettrons une vitesse de déplacement de 6 km/h (la plus couramment adoptée dans la pratique) et une longueur de 200 m pour le champ.

	Section de labour	Superficie travaillée à l'heure	Dépense de travail manuel
Charrue monosoc	25 cm x 30 cm	14,4 a/h	6,95 h-UMO/ha*
Charrue bisoc	25 cm x 60 cm	28,8 a/h	3,47 h-UMO/ha
Charrue trisoc	25 cm x 90 cm	43,2 a/h	2,32 h-UMO/ha

\* Heures d'unité de main-d'œuvre par hectare

Les frais entrant en considération pour le calcul de la rentabilité d'une charrue sont indiqués à la table ci-dessous:

Type de charrue	Prix d'achat	Frais fondamentaux	Frais de mise en service			Total
			Frais d'utilisation de la charrue	Tracteur *	Conducteur du tracteur *	
	Fr.	Fr./an		Fr./ha		
Monosoc	1700	250	12	63	35	110
Bisoc	2500	367	12	38	18	68
Trisoc	3300	475	12	30	12	54

\* Tarifs — Tracteurs jusqu'à 35 ch: 9 Fr./h; de 35 à 60 ch: 11 Fr./h; de plus de 60 ch: 13 Fr./h. Conducteur de tracteur: 5,10 Fr./h.

Grâce aux données mentionnées ci-dessus, il est dès lors possible de calculer les frais totaux exigés par l'emploi d'une charrue portée suivant le type et le degré d'utilisation annuelle de cet instrument, puis de les représenter graphiquement (fig. 10). L'examen de ce graphique fait apparaître que c'est avec une superficie à labourer égale à 2,5 ha/an qu'il y a parité des frais entre une charrue monosoc et une charrue bisoc. L'égalité des frais entre une charrue bisoc et une charrue trisoc ne peut par contre être atteinte qu'avec une superficie de 8 ha/an. La parité des frais représente également la limite d'emploi économique des charrues en question. Elle est donc indiquée par les superficies travaillées à l'année qui viennent d'être mentionnées. Il convient toutefois de souligner à ce propos que ces limites peuvent être notablement reculées dans la pratique. Relevons par ailleurs que l'intérêt présenté par l'utilisation d'une charrue de prix plus élevé (bisoc, par exemple) consiste non seulement à obtenir des avantages du point de vue de la rationalisation du travail, mais également à réaliser une certaine économie de frais, qui devrait être de 15 à 20 % au minimum. Vu sous cet angle, l'emploi d'une charrue bisoc se justifie donc dès qu'il s'agit de labourer annuellement une surface globale de 6 à 8 hectares. Une charrue trisoc ne peut par contre entrer en considération (du point de vue de la rentabilité) que si la superficie à travailler par an est d'au moins 40 hectares. Autrement dit, il est parfaitement possible d'employer une charrue bisoc de façon économique dans de nombreuses exploitations agricoles familiales, pour autant, évidemment, qu'un tracteur de puissance suffisante se trouve à disposition. Les possibilités d'utilisation des charrues trisocs se limitent en revanche aux grandes exploitations, qui comportent de vastes superficies à labourer et disposent également de tracteurs de grande puissance.

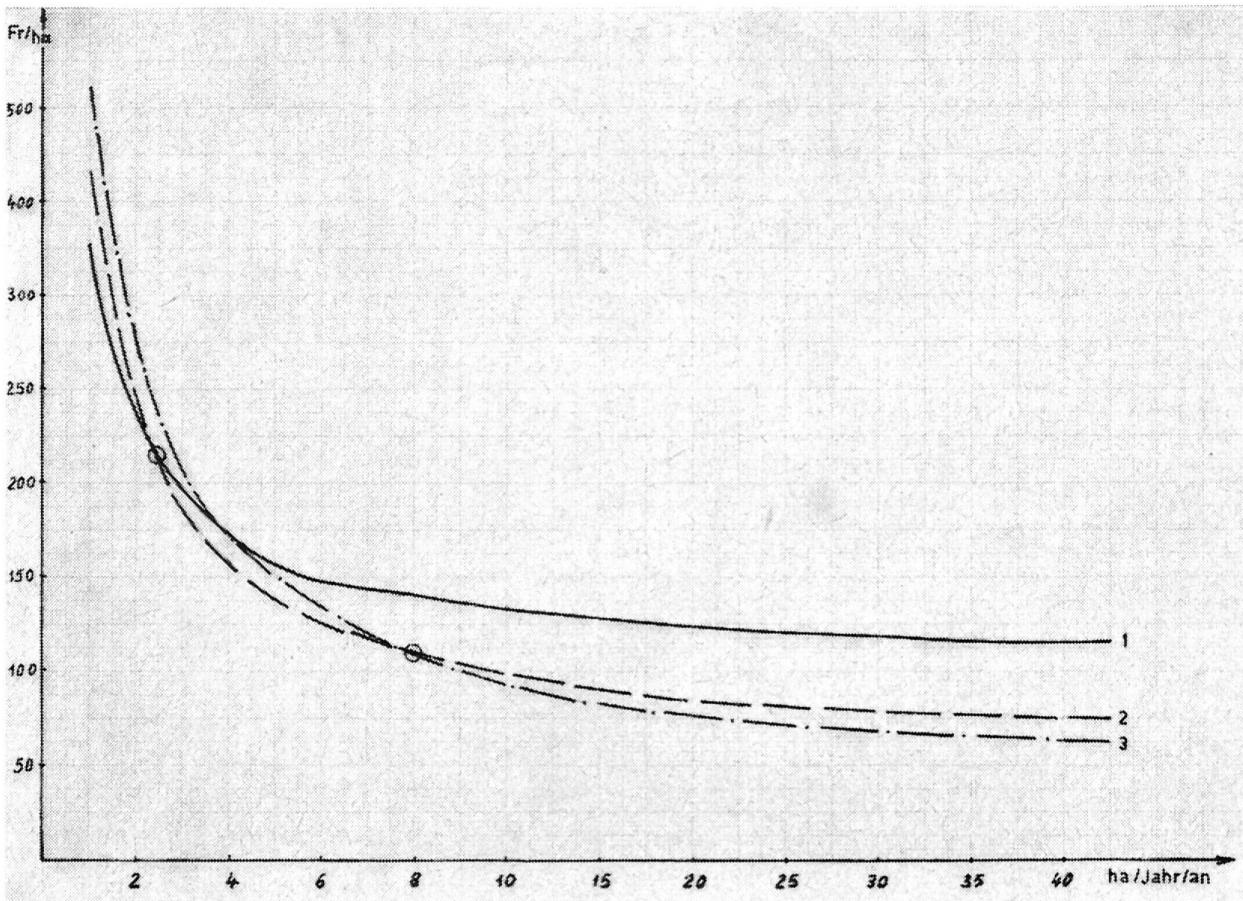


Fig. 10: Bien qu'il y ait parité des frais entre une charrue monosoc et une charrue bisoc quand la superficie travaillée annuellement représente 2,5 hectares, et que cette parité existe entre une charrue bisoc et une charrue trisoc si ladite superficie est de 8 hectares, la mise en service d'une charrue bisoc et d'une charrue trisoc ne s'avère cependant rentable que lorsque la surface à labourer à l'année atteint respectivement au moins 8 et 40 hectares.

I – Charrue monosoc, II – Charrue bisoc, III – Charrue trisoc.

#### 1.4. Les différents genres de charrues portées

A l'heure actuelle, on fabrique presque uniquement des charrues du genre réversible et en deux exécutions différentes, soit celles à retournement total, sur  $180^\circ$ , et celles à retournement réduit, sur environ  $70$  à  $90^\circ$  (fig. 11 et 12). Dans le premier cas (charrues demi-tour), les corps se trouvent l'un au-dessus de l'autre à la verticale. Au début, les charrues à retournement réduit (aussi appelées quart-de-tour) étaient en majeure partie du type monosoc. Durant ces dernières années, les constructeurs se sont aussi mis à en fabriquer en tant que modèles bisocs et trisocs, comme ils l'avaient déjà fait en ce qui concerne les charrues à retournement total. Sur les terrains plats, on ne constate guère de différence entre les charrues réversibles à angle de retournement total et celles à angle de retournement réduit (types à 1 soc) du point de vue de la qualité du travail fourni. Par ailleurs, le seuil d'emploi de ces charrues portées réversibles sur les champs déclives se situe autour d'un taux d'inclinaison de 25 à 30 % si l'on

roule parallèlement aux courbes de niveau et que les manœuvres de virage en fourrière se font en remontant. Il est toutefois possible de les mettre en service sur des terrains de plus forte déclivité avec des tracteurs à quatre roues motrices et à large voie. La limite d'emploi sur les pentes des charrues portées réversibles à retournement réduit des types bisoc et trisoc s'avère généralement un peu inférieure à celle du type monosoc. Cela provient du principe de construction de ces matériels. Les corps qui ne travaillent pas se trouvent en effet en porte à faux sur le côté et peuvent facilement provoquer le basculement du tracteur par leur poids lors des virages en fourrière. D'autre part, de telles charrues ne permettent pas de labourer aussi bien autour des obstacles (poteaux téléphoniques, par exemple) que comportent certaines parcelles. Cela explique dans une certaine mesure pourquoi elles jouissent d'une moindre faveur auprès des agriculteurs que les charrues portées réversibles à retournement total.

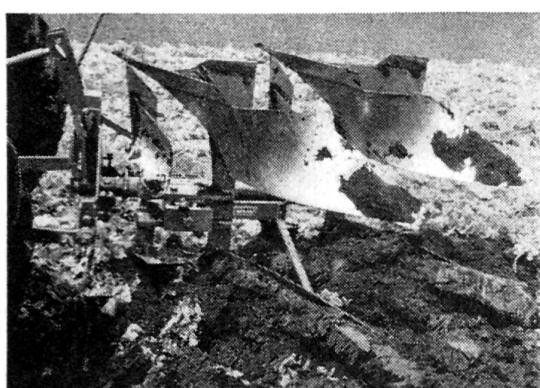


Fig. 11 Aujourd'hui, les charrues portées réversibles sont également fabriquées en executions à 2 socs et à 3 socs, qu'elles soient à retournement total (sur 180°) ou à retournement réduit (sur environ 70 à 90° = charrues quart-de-tour). La combinaison du coutre et de la rasette en une seule pièce (fig. 11) permet de raccourcir largement l'âge de la charrue, ce qui a notamment pour conséquence de faciliter le fonctionnement du système hydraulique de régulation constante et automatique de la profondeur de travail du matériel porté. Lorsque ce matériel est une charrue polysoc avec âge d'une certaine longueur (fig. 12), il convient de monter une roulette porteuse à l'arrière de l'instrument. Sinon le maintien d'une profondeur de travail régulière devient difficile sur un sol inégal.

L'équipement normal de toute charrue portée doit toujours comporter un système de protection contre les ruptures (d'âge, d'étaçon, etc.) susceptibles de se produire par choc contre des obstacles fixes (pierres, racines, etc.). Une charrue dépourvue d'un dispositif de sécurité risque d'être gravement endommagée, notamment lorsqu'on travaille avec un tracteur lourd et de grande puissance. Selon la marque, le système de protection est incorporé soit au cadre d'attelage, soit à l'étaçon de chaque corps de charrue. Il peut s'agir d'un crochet dynamométrique, d'une goupille de cisaillement, d'un étaçon basculant, d'un débrayage automatique du tracteur ou d'un

déclencheur hydraulique. Quand un obstacle provoque la mise en action de ce dispositif, l'arrière de la charrue (ou du corps qui travaille) se soulève et passe ainsi par-dessus l'obstacle (fig. 13 et 14). Pour que le système de protection fonctionne bien, il faut que le mécanisme de mise hors fonctionnement ait été correctement réglé et soit toujours propre. Un réglage trop rigide ou la présence de saletés entraîne généralement le blocage de ce dispositif. Relevons d'autre part que le système de protection contre les ruptures le moins sujet à des dérangements — par conséquent le plus sûr — est celui à goupille de cisaillement. De plus, un tel dispositif ne demande

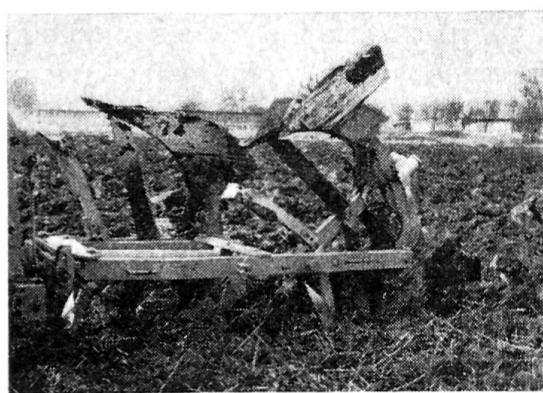
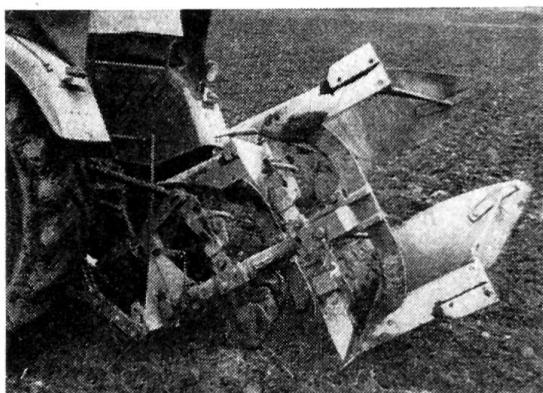


Fig. 13 Le système de protection contre les ruptures peut être fixé sur le cadre d'attelage et 14: de la charrue ou l'étançon de chaque corps. Son entrée en action provoque le relèvement de l'arrière de la charrue ou seulement de celui du ou des corps qui travaillent.

aucun entretien et son principe de construction se montre beaucoup plus simple. Il faut par contre davantage de temps pour le remettre en état de fonctionnement (remplacement de la goupille de cisaillement) après qu'il a exécuté sa tâche. Soulignons que cette goupille, dont le coefficient de rupture est inférieur à la résistance des pièces essentielles de la charrue, doit être remplacée par un modèle conforme à celui d'origine. Sinon la sécurité pourrait se trouver complètement supprimée. Par ailleurs, la remise en état de fonctionnement des autres dispositifs de protection se fait très rapidement, car il suffit pour cela de rouler un peu en arrière avec le tracteur ou de relever la charrue (réarmement automatique du déclencheur de sécurité).

(A suivre)

---

**Les agriculteurs progressistes deviennent membres collaborateurs de l'IMA.  
Grâce à l'envoi (gratuit) de tous les rapports d'essais et d'études pratiques,  
ils sont assurés d'être constamment bien informés.**

**Cotisation annuelle Fr. 15.—.**

---