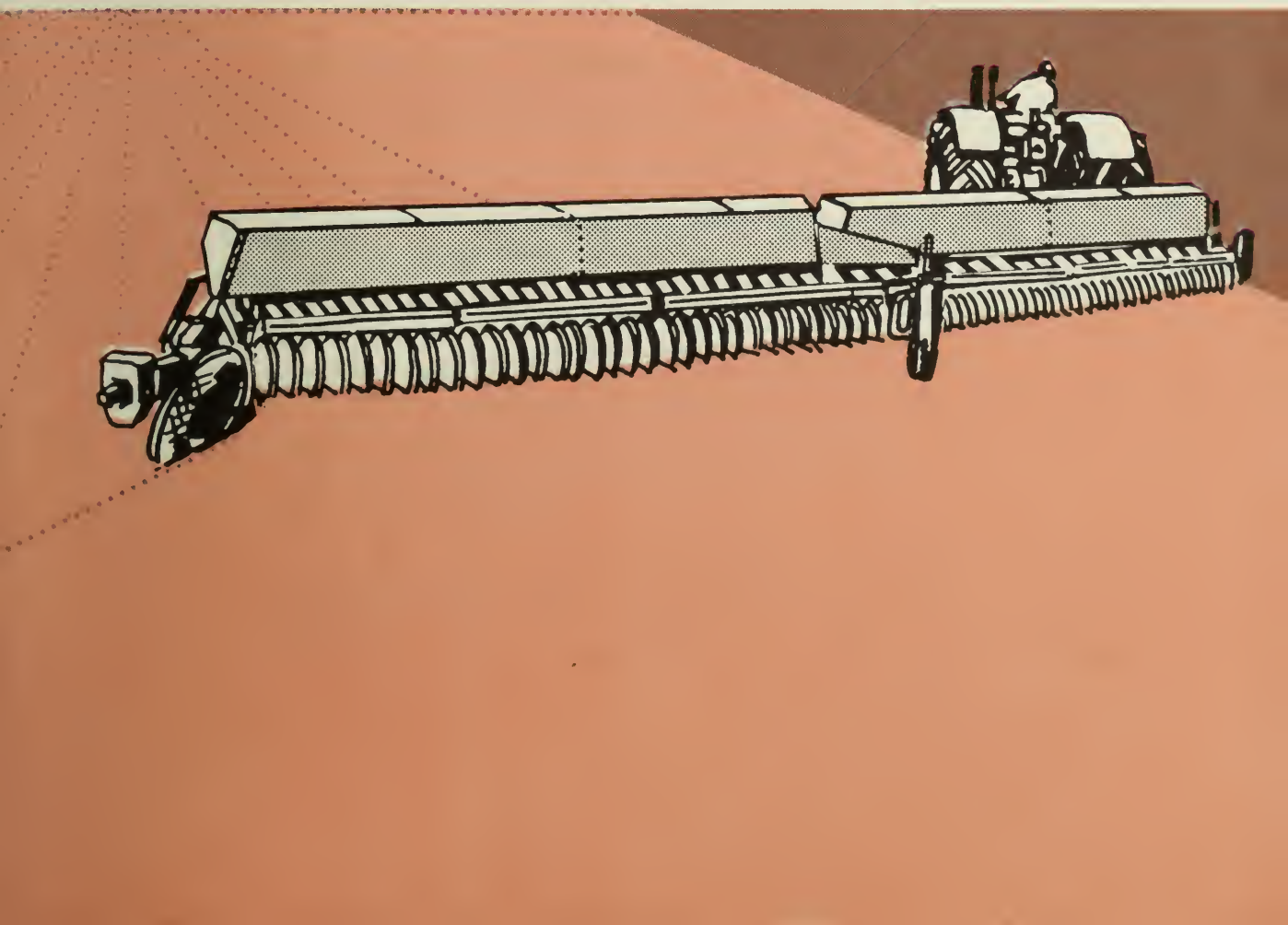
PUBLICATION 1569
1976

LES CHARRUES A DISQUES
POUR L'OUEST CANADIEN

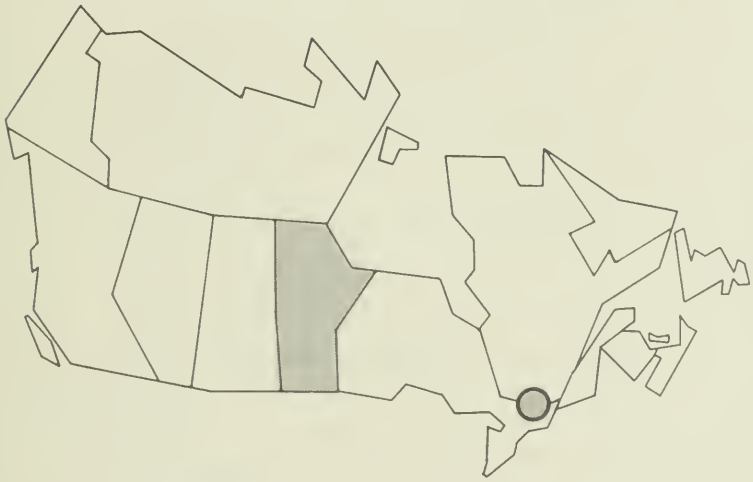
Agriculture
Canada



Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Agriculture and Agri-Food Canada – Agriculture et Agroalimentaire Canada

http://www.archive.org/details/lescharruesdisqu00frie

PUBLICATION FÉDÉRALE/PROVINCIALE



CANADA/MANITOBA

LES CHARRUES À DISQUES POUR L'OUEST CANADIEN

O. H. Friesen, Ing.
Ministère de l'Agriculture du Manitoba,
Winnipeg, Manitoba.

Cette publication a été préparée par la direction du Génie rural du ministère de l'Agriculture du Manitoba. Le ministère de l'Agriculture du Canada a accepté de la publier conformément aux dispositions du Comité de coordination des publications agricoles sur le plan fédéral-provincial et régional.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
PUBLICATION 1569
1976

On peut obtenir des exemplaires de cette publication à la
DIVISION DE L'INFORMATION
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
OTTAWA
K1A 0C7

© MINISTRE DES APPROVISIONNEMENTS ET SERVICES CANADA 1976

3M–11:76
Cat. No.: A53–1569/1976F
ISBN 0-662-00327-6

TABLE DES MATIÈRES

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES 7

Réglage de la profondeur 7
Enfouissement des débris, hauteur de garde au sol, engorgement 10
Largeur de coupe et angle des disques 13
Forces agissant sur une charrue à disques 15
Stabilité des charrues à disques 19
Vitesse de travail 19
Force de traction 20
Aiguisage des disques 20

RÉGLAGES 21

Nivelage 21
Attelage 22
Problèmes et solutions 22

SEMIS 28

Préparation du sol 28
Largeur de travail 29
Profondeur du semis 29
Buses à semences 30
Taux d'ensemencement et calibration 32
Roulage et hersage 33
Accessoires pour l'épandage des engrais 33
Accessoires de pulvérisation 34

ATTELAGE DE PLUSIEURS TRAINS DE DISQUES 35

Attelage 38

INTRODUCTION

Les charrues à disques sont les instruments aratoires les plus employés dans l'Ouest canadien. Toutefois, ceux-ci ne sont pas toujours utilisés, ni réglés comme il conviendrait. C'est pourquoi la présente publication a été rédigée en vue d'expliquer les principes et les méthodes à appliquer pour obtenir un bon réglage.

Un bon réglage est important pour les raisons suivantes:

1. Une charrue à disques bien réglée peut faire un bon sarclage quel que soit l'état du sol et des débris qui le recouvrent.
2. Quand une charrue à disques est bien réglée et employée correctement, la force nécessaire pour la traîner, l'usure et les bris de pièces sont réduits à un minimum.
3. Quand une charrue à disques est employée comme semoir, un bon réglage permet d'obtenir un semis plus uniforme et, en conséquence, une meilleure germination et des rendements plus élevés.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Réglage de la profondeur

La plupart des charrues à disques sont conçues pour travailler à une profondeur de 5 à 10 cm *(2 à 4 po)*. Les faire travailler à plus grande profondeur entraîne l'engorgement et l'instabilité. Dans un sol extrêmement dur, il est possible que l'on ne puisse travailler à la profondeur voulue parce que l'accroissement de la pression sur les disques réduit le poids agissant sur les roues. Il en résulte que l'on ne peut maintenir les roues dans les sillons, ni conserver l'angle de travail des disques. Dans ce cas, il faut employer une profondeur plus faible ou ameublir préalablement le sol au moyen d'une autre machine.

La profondeur de travail variera dans presque tous les champs si le réglage du vérin hydraulique n'est pas modifié. Ces variations de profondeur sont dues à la différence de compacité du sol. Elles peuvent être de 4,5 cm *(1¾ po)* au-dessus ou en dessous de la profondeur moyenne. Ces variations sont inadmissibles dans la plupart des travaux agricoles et particulièrement lors du semis. Pour les réduire au minimum, il faudra soigneusement surveiller la profondeur de travail et faire les corrections nécessaires au moyen du dispositif de commande.

Avec les grandes machines, et particulièrement avec les ensembles en tandem, le conducteur peut difficilement apprécier avec justesse la profondeur de travail à cause de la distance entre le siège du tracteur et la partie arrière du dernier disque. Certaines charrues à disques sont pourvues d'indicateurs de profondeur, mais ceux-ci ne tiennent pas compte des différences d'enfoncement des roues et d'aplatissement des pneus résultant des variations de la charge et de la dureté du sol. Il faut donc rechercher une meilleure méthode de réglage de la profondeur.

Pour l'instant, on étudie plusieurs types de réglage automatiques et mécaniques. L'un de ces dispositifs comporte un ski ou une roue de réglage qui parcourt le sol non travaillé pour traduire la position relative du chassis du disque tandis

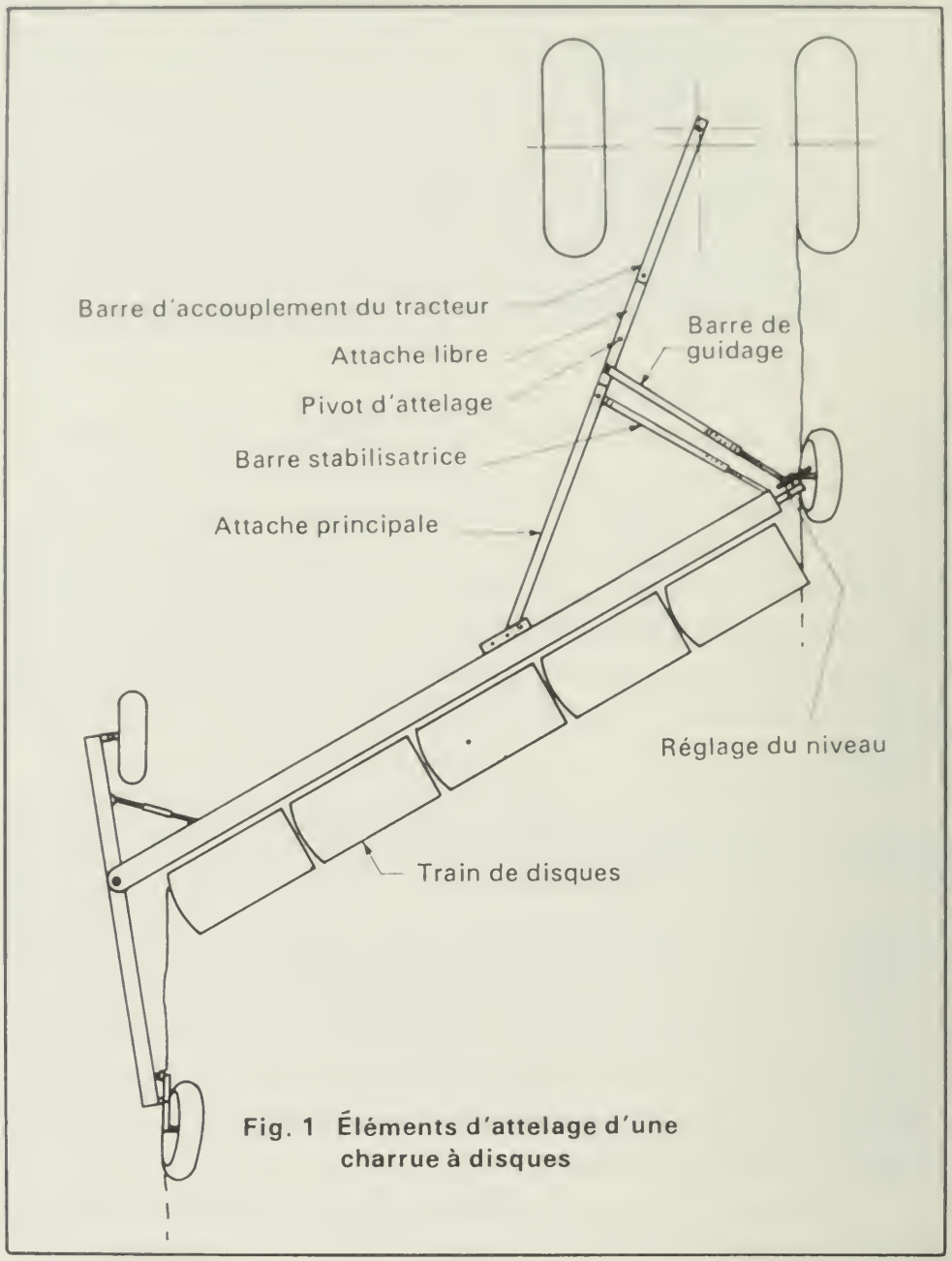


Fig. 1 Éléments d'attelage d'une charrue à disques

qu'un autre détecteur indique la position relative des disques. Les signaux produits par les deux détecteurs sont combinés pour donner une appréciation réelle de la profondeur de travail.

Le réglage automatique de celle-ci est obtenu en employant dans le système hydraulique une valve servo-électrique qui agit sur le vérin hydraulique. Avec ce système, on peut régler la profondeur à 1 cm *(½ po)* près, en plus ou en moins de la profondeur prédéterminée. Toutefois, on ne trouve pas encore ce système dans le commerce.

Un dispositif de contrôle mécanique de la profondeur est dès maintenant en fabrication. Il emploie une roue de réglage traînée. Chaque train de disques est muni d'une de ces roues et la profondeur est réglée en faisant varier la position de la roue par une action sur l'axe du bras qui la supporte. La liaison avec le vérin hydraulique est déconnectée de façon qu'il n'exerce aucune pression sur les disques. On ajoute un poids sur chaque train de disques pour assurer une

Réglage mécanique de la profondeur (Jeanotte)

pénétration suffisante de ceux-ci. Le système hydraulique lui-même n'est plus employé que pour soulever la machine.

En général, on peut obtenir un accroissement de profondeur en diminuant la largeur de travail. Si le sol est excessivement dur, cette pratique ne permettra pas un accroissement de la profondeur à moins que l'on emploie un système de coutres fixés à l'arrière de la machine. Dans des sols mous ou meubles, une largeur de travail limitée peut causer un accroissement de la profondeur au delà des limites souhaitables.

Un accroissement de la vitesse de déplacement cause d'habitude une diminution de la profondeur de travail. Les disques fortement concaves ne pénètrent pas aussi facilement dans les sols durs que les disques peu concaves, à moins que l'on emploie une moindre largeur de travail. En terrain meuble, les disques fort concaves peuvent avoir tendance à ''aspirer'' plus de sol que les disques ayant une concavité moins prononcée. Dans un sol dur, les petits disques pénètrent plus facilement que les grands.

Enfouissement des débris, hauteur de garde au sol, engorgement

En travaillant à une profondeur de 8 à 10 cm *(3 à 4 po)*, un disque enfouira normalement 50% de la couverture de débris à chaque passage. A une profondeur moindre correspondra une diminution de l'enfouissement. Par contre, celui-ci sera favorisé par l'emploi de disques plus concaves ou par une réduction de la largeur de coupe. En augmentant la vitesse de déplacement, on augmente aussi la quantité de débris non enfouis laissés sur le sol. En ce qui a trait à l'enfouissement des débris, la hauteur du châssis au-dessus du sol dépend surtout de la construction. Les tubes à semences, les paliers, les attaches des trains de disques et les racloirs de dégagement des débris peuvent contribuer à la réduction de son rendement. En général, une plus grande distance entre les disques et les autres parties de la machine améliore ce rendement. On peut prévenir l'accumulation de débris sur les attaches des trains de disques en plaçant au-dessus des roulements une garde verticale large d'environ 15 cm *(6 po)*. Ces gardes doivent être placées et orientées de façon que la boue et la paille qu'elles ramassent tombent derrière les disques.

Une diminution de la profondeur de travail réduira d'habitude l'engorgement. Celui-ci peut, suivant la cause, être

LARGEUR DE COUPE POUR D'AUTRES ANGLES DES DISQUES

Largeur théorique pour des disques à:

30°		35°		40°		45°	
Mètres	Pieds	Mètres	Pieds	Mètres	Pieds	Mètres	Pieds
2,74	9	2,59	8′ 6″	2,42	7′11″	2,24	7′ 4″
3,66	12	3,46	11′ 4″	3,24	10′ 7″	2,99	9′10″
4,57	15	4,32	14′ 2″	4,04	13′ 3″	3,73	12′ 3″
4,88	16	4,61	15′ 1″	4,32	14′ 2″	3,98	13′ 1″
5,49	18	5,19	17′ 0″	4,86	15′11″	4,48	14′ 8″
6,10	20	5,77	18′11″	5,40	17′ 8″	4,98	16′ 4″
6,40	21	6,05	19′11″	5,66	18′ 7″	5,23	17′ 2″
7,32	24	6,92	22′ 9″	6,47	21′ 3″	5,98	19′ 7″
8,23	27	7,78	25′ 6″	7,28	23′11″	6,72	22′ 0″
8,52	28	8,07	26′ 6″	7,54	24′ 9″	6,96	22′10″
9,14	30	8,64	28′ 4″	8,08	26′ 7″	7,66	24′ 6″
9,75	32	9,22	30′ 3″	8,62	28′ 4″	7,96	26′ 2″
10,06	33	9,51	31′ 2″	8,90	29′ 2″	8,21	26′11″
10,97	36	10,37	34′ 0″	9,70	31′10″	8,96	29′ 4″

augmenté ou diminué par une accélération de la vitesse de déplacement. En laissant ressuyer le sol et les débris qui le recouvrent, on réduit généralement les difficultés dues à l'engorgement. Dans les sols très collants ou fort meubles, une faible largeur de coupe aura pour effet d'augmenter la tendance à l'engorgement.

Les disques fortement concaves semblent se remplir plus facilement de terre que les disques à concavité moins prononcée. On trouve dans le commerce des racloirs convenant aux diverses marques de machines. Ces lames doivent être soigneusement placées de façon à faire leur office sans causer une usure excessive. Dans les sols argileux lourds, les racloirs peuvent parfois comprimer sur les disques une mince couche de boue qui se détache difficilement.

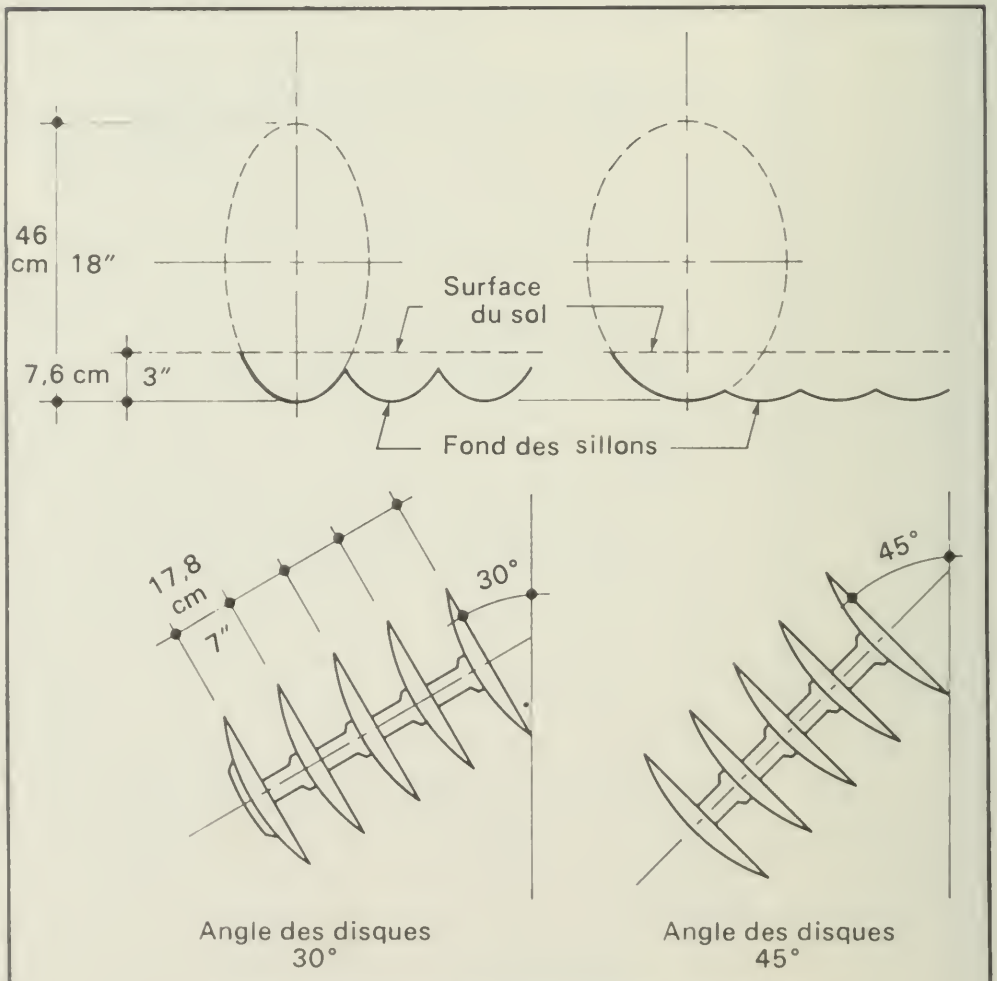


Fig. 2 Uniformité de la profondeur de travail

Largeur de coupe et angle des disques

La largeur de coupe d'une charrue à disques est déterminée par l'angle de ceux-ci. Si on augmente l'angle des disques, la largeur de coupe diminue. La plupart des charrues à disques ont un angle variant de 30° à 45°. La largeur de coupe théorique d'une charrue à disques est en général la plus grande largeur obtenue avec un angle de 30°. Le tableau de la page suivante donne les largeurs correspondant à d'autres angles des disques.

La réduction de la largeur de coupe (obtenue par l'accroissement de l'angle des disques) a plusieurs effets:

1. elle permet d'augmenter la profondeur de travail.
2. elle cause un meilleur enfouissement des débris.
3. elle procure une profondeur de travail plus uniforme (fig. 2).
4. elle pourrait causer des bris de disques dans un sol pierreux.
5. elle augmente le taux d'ensemencement pour un réglage donné.
6. elle accroît la tendance à l'engorgement dans les sols collants.

Deux facteurs doivent être pris en considération quand on choisit la largeur de coupe pour un travail déterminé: ce sont, le genre de travail à exécuter et les limites d'emploi de la charrue à disques dont on dispose. Quand on veut enfouir un maximum de débris ou pulvériser le sol, on emploie une étroite largeur de coupe. Par contre, en automne quand on veut exécuter un labour peu profond pour enfouir les semences de mauvaises herbes et réduire modérément la couverture de paille (déchaumage peu profond), on emploie une grande largeur de travail. Si le sol est dur, peut-être devra-t-on adopter une faible largeur afin de maintenir la stabilité de la machine. Pour la plupart des semis, on ne requiert qu'une profondeur de travail relativement faible et le plus souvent on souhaite enfouir quelque peu les mauvaises herbes. Pour faire ensemble ces deux travaux, on emploie une largeur de travail relativement faible. On obtient ce résultat en réduisant de 10% la largeur théorique de la machine. On trouvera dans la fig. 2, l'illustration des types de labour que l'on obtient avec le réglage maximum ou minimum de l'angle de travail. A 30°, correspondant à la plus grande largeur, et avec des disques de 46 cm *(18 po)*, la variation de profondeur sera d'environ 5 cm *(2 po)*. Avec des disques de 51 cm *(20 po)* cette

variation sera de 4,5 cm *(1¾ po)*. Pour bien tailler l'herbe à un angle de 30°, il convient de travailler à une profondeur minimale de 7,6 cm *(3 po)*. Cette profondeur est trop élevée pour la plupart des types de semences. A un angle de 45°, la variation de profondeur n'est plus que de 1,7 cm *(⅔ po)*, ce qui assurera une bonne coupe des mauvaises herbes sur une profondeur de 4 à 5 cm *(1½ à 2 po)*.

Dans certaines conditions de sol, on ne pourra employer la largeur de travail souhaitée à cause de l'instabilité de la machine. Dans un sol extrêmement dur, et si on adopte une grande largeur de travail, on pourrait ne pas obtenir une bonne pénétration des disques, la machine tirera vers la gauche et la roue-guide arrière ne roulera pas dans le sillon mais bien sur le sol non travaillé. En pareil cas, il faut réduire la largeur de travail. Dans un sol très mou, il est possible que l'on ne puisse maintenir une faible profondeur de travail si une petite largeur de coupe provoque une certaine suction exercée par les disques. En pareil cas, on adoptera une plus grande largeur de travail.

La largeur de travail (ou angle des disques) peut être modifiée en agissant sur les réglages du châssis ou de l'accouplement. Le réglage du châssis consiste à changer l'angle fait par le support de l'axe de la dernière roue porteuse et le châssis principal (voir fig. 4) ou en changeant l'angle entre le châssis principal et le sous-châssis (voir fig. 5). Quand on fait ce réglage, il faut le plus souvent modifier les attaches de traction pour aligner le pivot d'attache avec le centre de traction et avec le centre de résistance (fig. 3). Peut-être faudra-t-il aussi corriger l'attache des roues-guides. Sur certaines charrues à disques, le point d'attache sur la barre principale d'attache doit être déplacé vers l'avant (vers la droite) sur le châssis principal quand on veut réduire la largeur de travail, et vers l'arrière (vers la gauche) si on veut l'augmenter. Si ces réglages de l'attache et du châssis sont bien faits, on ne devrait pas enregistrer une forte poussée latérale sur les roues. On devrait pouvoir maintenir la largeur de travail sans donner aux roues porteuses un angle trop prononcé et sans devoir les charger fortement. Il faudra penser à un réglage incorrect de l'attache et à un angle défectueux des disques si on doit recourir à une charge excessive et à un angle trop prononcé des roues porteuses. Cet angle ne devrait pas dépasser 7° et un fort lestage devrait être inutile, sauf dans les sols extrêmement durs.

Forces agissant sur une charrue à disques

Les disques sont soumis à trois forces: la poussée verticale, la poussée latérale et la force de traction. La poussée verticale s'exerce d'ordinaire vers le haut et elle est opposée au poids de la machine transmis par les attaches des trains de disques. Dans des sols très mous, les disques peuvent être entraînés vers le bas par suite de leur angle et de leur courbure.

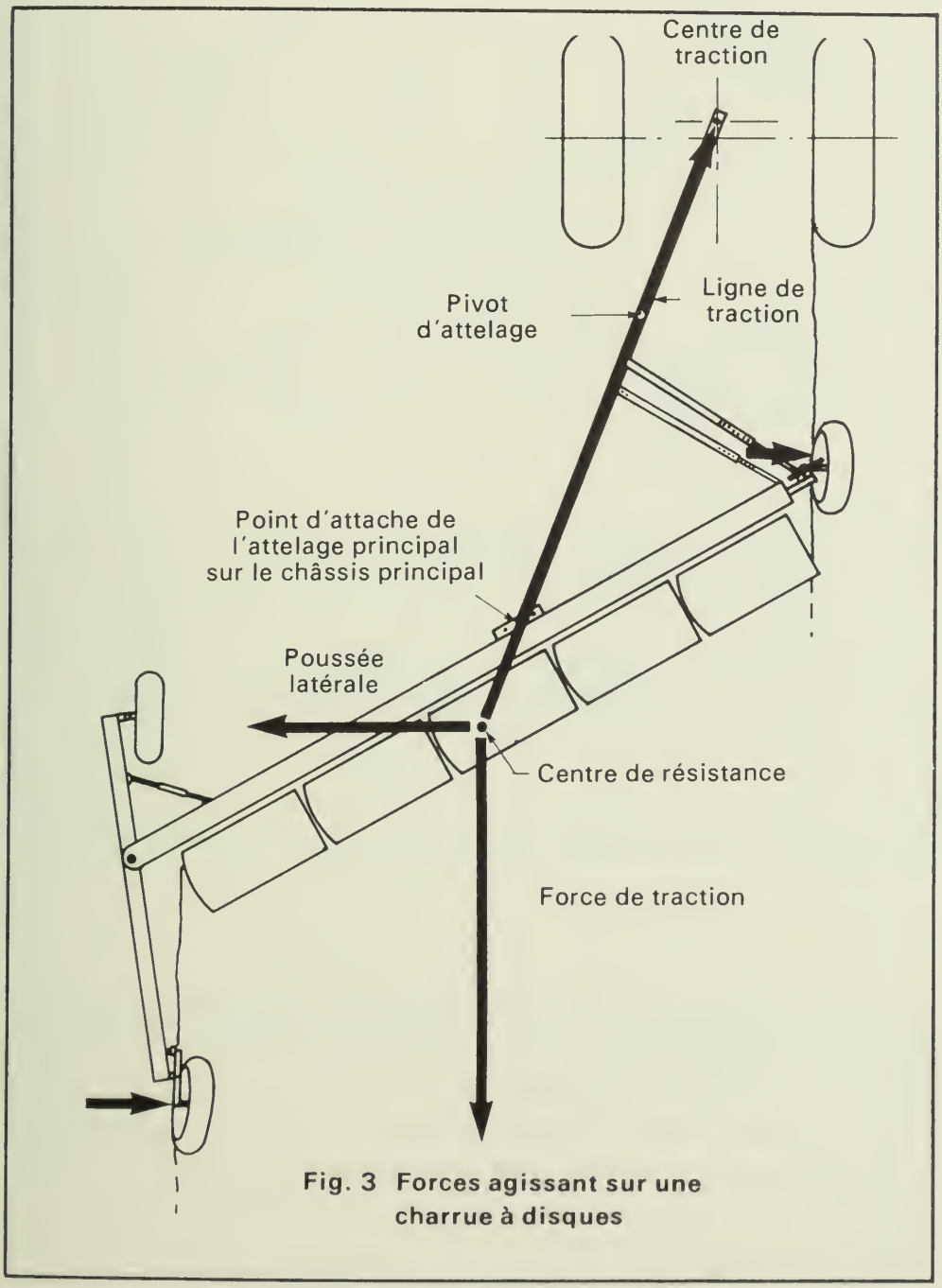


Fig. 3 Forces agissant sur une charrue à disques

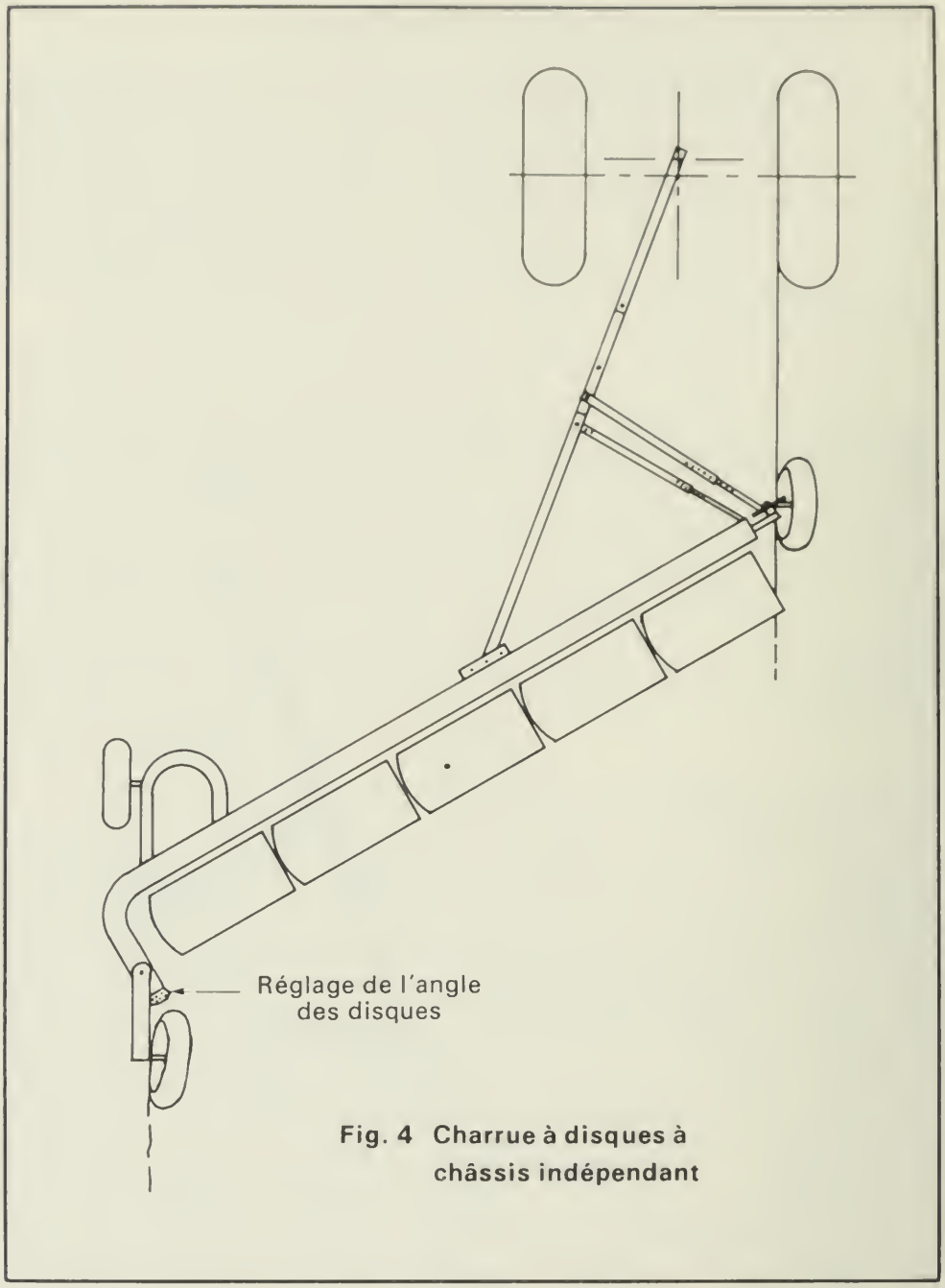


Fig. 4 Charrue à disques à châssis indépendant

La poussée latérale tend à pousser la machine vers la gauche (voir fig. 3). Cette force est opposée par la force de traction et par les roues-guides.

Les poussées latérales agissent sur le bas des disques et sont opposées, au centre des disques, par la butée d'arrêt du train de disques (voir fig. 6). La combinaison de ces forces tend à tordre le train de disques et force la partie antérieure (droite) vers le bas. Pour contrebalancer cette tor-

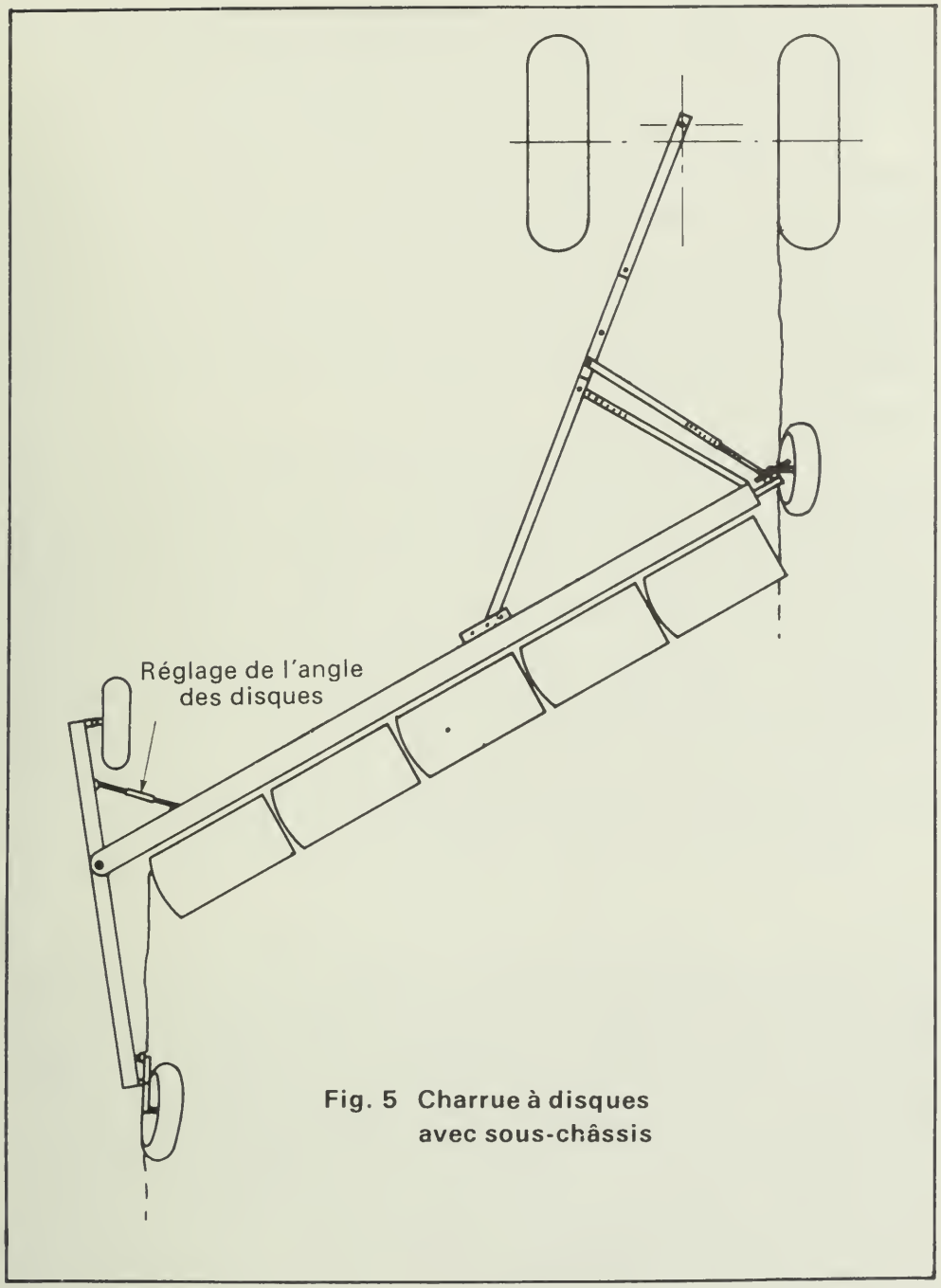


Fig. 5 Charrue à disques avec sous-châssis

sion, la force agissant sur les trains de disques est normalement appliquée à proximité de l'extrémité gauche de ces trains. Certaines machines sont munies de trains de disques réglables permettant de lever la partie avant de chaque train. En raison de l'action de ces forces sur les trains de disques, la partie antérieure de la machine a tendance à s'enfoncer plus profondément que la partie arrière. Quand on travaille en sol dur, il faut donc considérablement hausser l'avant de

la machine pour compenser ces forces de torsion. Ce n'est que par une vérification en cours de travail que l'on peut s'assurer que la machine pénètre uniformément dans le sol.

La force de résistance est dans le sens opposé à la direction de déplacement. Elle augmente avec la compacité du sol, avec la profondeur de travail, avec l'augmentation de la vitesse, avec l'angle des disques et leur mauvais aiguisage. Il y a aussi une force de résistance qui s'exerce sur les roues porteuses de la machine et qui augmente avec la compacité du sol, avec le poids à déplacer et avec l'angle de ces roues porteuses.

On peut admettre que les diverses forces agissant sur les disques et les roues s'appliquent en un point appelé le centre de résistance. Ce point est situé vers le bas du disque central. Le centre de la traction exercée par le tracteur est normalement situé au point où la barre de traction est attachée au châssis du tracteur. Quand on règle l'accouplement de la charrue à disque, le centre de traction, le pivot au point d'attache et le centre de résistance doivent être en ligne droite. La barre de traction oscillante et la barre libre d'accouplement s'aligneront automatiquement sur cette ligne de traction.

Remarque: La principale barre d'accouplement doit être sur la ligne de traction ou légèrement vers la gauche. Jamais elle ne peut se trouver sur la droite de cette ligne car ceci aurait pour effet de soumettre la barre de stabilisation à une compression.

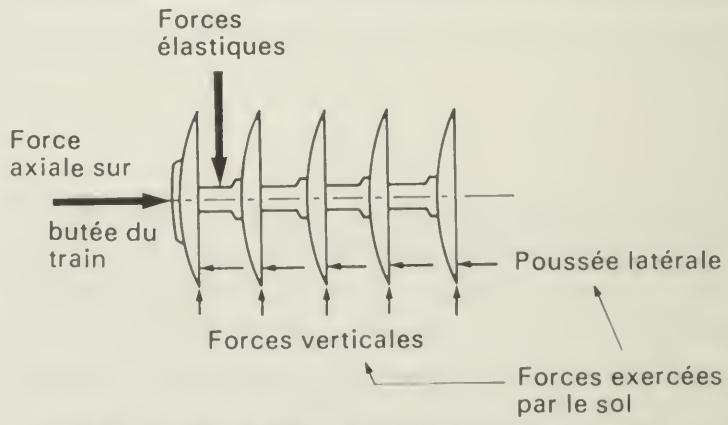
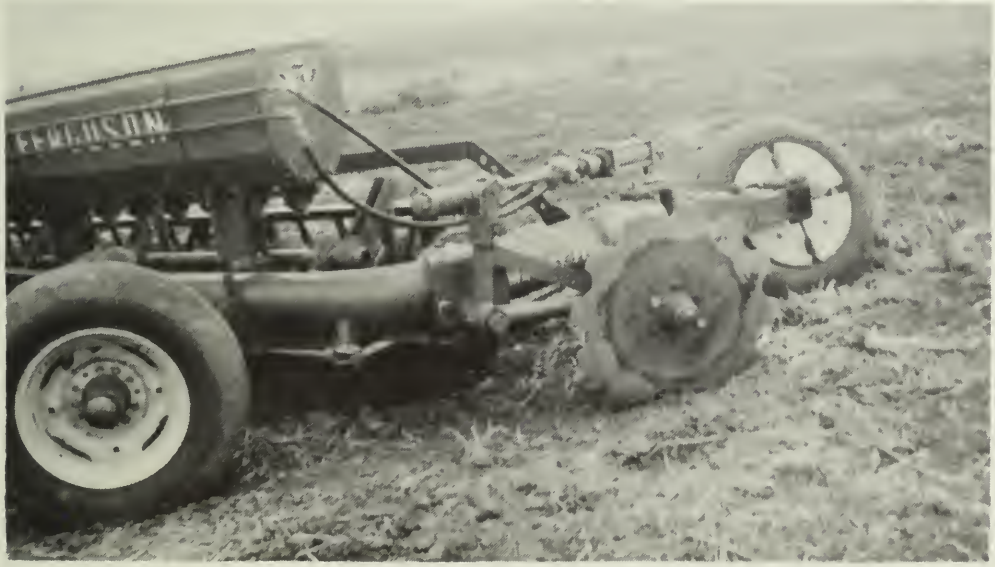


Fig. 6 Forces agissant sur un train de disques

Stabilité des charrues à disques

Dans la plupart des sols, il y a des variations d'humidité et de densité qui modifient l'ampleur des forces agissant sur la charrue à disques. Ceci peut causer un déplacement du centre de résistance et l'entraînement de la machine vers la droite ou vers la gauche. Quand ceci se produit, on enregistre aussi le plus souvent une modification de la largeur de travail (angle des disques), modification qui est causée par la rotation de la machine autour de son point d'attache. Les machines à disques ne peuvent compenser automatiquement les grosses modifications dues au changement des conditions du sol et à la pente du terrain sans que se manifeste une modification de la largeur de travail. Cependant, l'emploi de coutres et de roues-guides arrières en fonte peut réduire notablement les difficultés rencontrées. Pour atténuer les mouvements indésirables des machines à disques, on doit veiller au nivelage et au système d'attache de celles-ci. On peut augmenter la stabilité en réduisant la vitesse et la profondeur de travail, en augmentant l'angle de travail et en lestant les roues-guides.

On trouve dans le commerce un coutre spécial qui concourt au maintien d'une largeur de travail uniforme dans les terres en pente et dans les sols très meubles ou très durs.



Coutre de charrue à disques pour travailler sur terrain en pente

Vitesse de travail

En changeant la vitesse de travail d'une charrue à disques, on modifie du même coup le type de travail exécuté et

aussi la longévité de la machine elle-même.
Un accroissement de vitesse:

1. augmente la force requise.
2. augmente la pulvérisation du sol.
3. diminue la profondeur de travail.
4. augmente les variations de profondeur.
5. augmente les bris de disques dans les sols pierreux.
6. augmente les forces agissant sur le châssis et les paliers de la machine à disques.
7. augmente l'instabilité de la progression et de la largeur de travail de la machine.

Dans la plupart des cas, on recommande une vitesse maximale de 8 km/h *(5 mph)*. En sol pierreux, il faut diminuer la vitesse. Dans certaines conditions, quand on veut obtenir une pulvérisation du sol et que le sol est dépourvu de pierres, on peut augmenter la vitesse.

Force de traction

Les charrues à disques travaillant à une profondeur de 7,5 cm *(3 po)* et à une vitesse de 7,2 km/h *(4.5 mph)* exigent normalement 7 à 10 kW/m *(3 à 4 HP)* à la prise de force du tracteur par pied de largeur théorique de travail. Si on augmente la vitesse ou la profondeur de travail, il faudra plus de puissance. Si les trémies sont fort chargées de semences ou d'engrais, la résistance à la traction s'en trouve augmentée, mais ce facteur est en général compensé par une profondeur de travail moindre et des sols plus ameublis au moment du semis. Si on attache derrière la machine des rouleaux ou des herses, il faudra ajouter environ 1,25 kW/m *(½ HP/pi)* à la puissance requise.

Aiguisage des disques

Il faudra aiguiser les disques dans les cas suivants: pour obtenir une meilleure coupe du sol dans les sols mous et collants ou une meilleure pénétration dans les sols durs, ou encore pour couper une épaisse couverture de paille. Toutefois l'aiguisage des disques présente aussi des inconvénients qu'il faut prendre en considération. L'effet de l'aiguisage peut être très éphémère; ce qui occasionne une fréquente répétition de cette pratique. Les risques de dégâts aux disques augmentent considérablement par suite de l'amincissement des bords et de l'apparition d'égratignures ou de fines crevasses. Le diamètre des disques diminuera plus rapidement; ce qui nécessitera des remplacements plus fréquents.

Pour l'aiguisage on emploie couramment les deux méthodes suivantes. Il semble que le polissage soit préféré au meulage parce qu'il n'enlève pas de métal et par conséquent ne diminue pas le diamètre du disque. Cependant, le durcissement des disques au travail peut rendre les bords cassants et le polissage peut causer l'apparition de fines fissures. Le meulage enlève du métal et peut causer une concentration de la tension du métal à partir des traits laissés par la meule. On ne doit meuler qu'une étroite bande ne dépassant pas 1 cm *(3/8 de po)* de largeur. On trouve dans le commerce des meules pour disques montées sur un pied spécial. Elles permettent de faire un meulage correct et doivent être employées quand on recourt à cette méthode. Une poulie avec gorge en V peut être fixée sur l'axe des trains de disques et on peut alors faire tourner ceux-ci au moyen d'un petit moteur.

Que l'on procède au meulage ou au polissage, il faut prendre soin de ne pas trop amincir le bord des disques. Pendant quelques heures après l'aiguisage, il faudra être extrêmement prudent pour éviter les bris de disques. Quand un disque casse, le disque de remplacement doit être placé derrière les autres disques du même train.

RÉGLAGES

Nivelage

Un bon nivelage de la machine à disques est nécessaire pour obtenir une coupe et une profondeur de semis uniforme, pour éviter la formation d'ados et pour que la traction soit correcte. Le nivelage doit être fait aux champs dans les conditions normales de travail. La réaction du sol sur la charrue à disques a pour effet de forcer l'avant de celle-ci vers le bas; particulièrement en sol dur. Il convient donc de vérifier l'uniformité de coupe en cours de travail afin de s'assurer que les disques de l'avant ne pénètrent pas davantage dans le sol que les disques de l'arrière.

Pour faire ce nivelage, enlever le sol ameubli par les deux ou trois premiers disques lors d'un passage et par les deux ou trois derniers disques d'un précédent passage. Comparer les profondeurs. Cette vérification doit être faite aux endroits où la machine travaille à une vitesse et à une profondeur normales, et où les roues-guides porteuses roulent dans le sillon qui leur est propre. Tous les pneus auront le diamètre prescrit et seront gonflés à la pression recommandée.

Le nivelage est généralement fait au moyen d'une vis ad hoc montée à l'avant du châssis. Quand la machine est levée, les disques avant seront normalement plus élevés que les disques arrière. Sur certaines machines, chaque train de disques est réglable séparément. Voir dans le manuel d'emploi les recommandations du constructeur.

Si la pression générale est réglable, elle devra être répartie uniformément sur tous les disques de façon que ceux-ci soient également forcés vers le bas. Les attaches des trains et les paliers seront vérifiés afin de s'assurer qu'ils ne sont ni dévissés ni tordus, ce qui favoriserait la formation d'ados entre les trains de disques.

Attelage

Pour régler une charrue à disques, on procédera comme suit:

1. on choisira un endroit du champ où le sol est plat et uniforme, et on y passera avec la machine en employant la profondeur de travail désirée et la largeur de coupe appropriée (voir page 13).
2. tirer la charrue à disques en position, la roue avant étant dans le sillon, quelle que soit la position des roues du tracteur. Faire un court passage à la vitesse et à la profondeur normales.
3. vérifier le réglage du niveau comme on l'a dit précédemment et faire éventuellement la correction requise.
4. si les roues du tracteur ne sont pas dans la position souhaitée, détacher le tracteur et le mettre en position correcte. S'assurer que la barre de traction du tracteur peut osciller.
5. lever les broches de réglage de la barre de stabilisation et de l'attache frontale de direction, aligner le centre de traction, le pivot de l'attache et le centre de résistance (voir fig. 3 et page 15).
6. replacer la broche de la barre de stabilisation, régler la roue-guide avant de façon à former un angle très léger vers la partie du champ déjà travaillée et replacer la broche dans l'attache de direction.
7. avancer à la vitesse et à la profondeur voulues, et s'assurer que tout est en ordre.

Problèmes et solutions

On pourrait rencontrer l'une ou plusieurs des difficultés suivantes. Les modifications requises pour résoudre ces diffi-

cultés ne doivent pas être faites nécessairement dans l'ordre donné.

Remarque: La gauche et la droite sont déterminées par la direction de déplacement.

---

1. La coupe du premier est trop large (voir fig. 7).
   a) raccourcir l'attache principale de la machine. Veiller à ne pas trop la raccourcir au point que la machine accrocherait les roues du tracteur quand on exécute un tournant.
   b) si les roues droites du tracteur roulent sur le terrain non travaillé, les rapprocher du sillon.
   c) allonger le stabilisateur (voir remarque page 18); ceci nécessitera vraisemblablement une modification de la longueur de la barre de direction. Faites ces réglages à raison de un ou deux trous à la fois. Les dernières

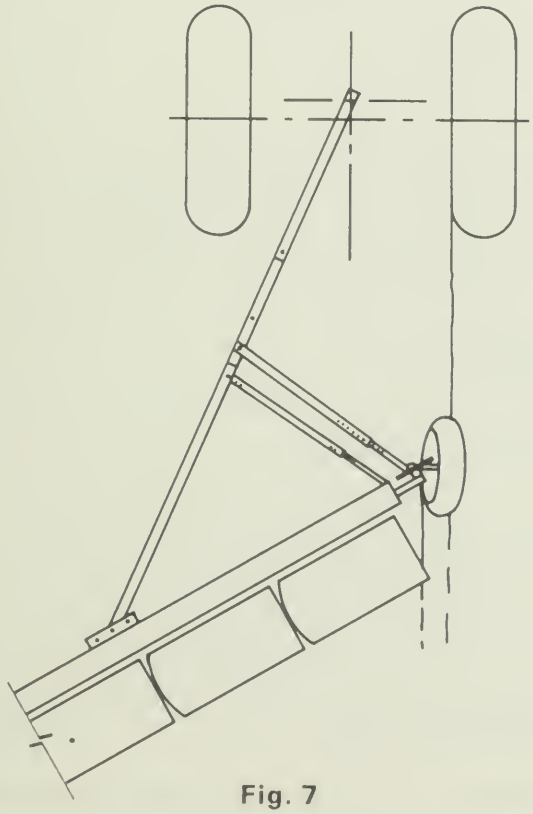


Fig. 7

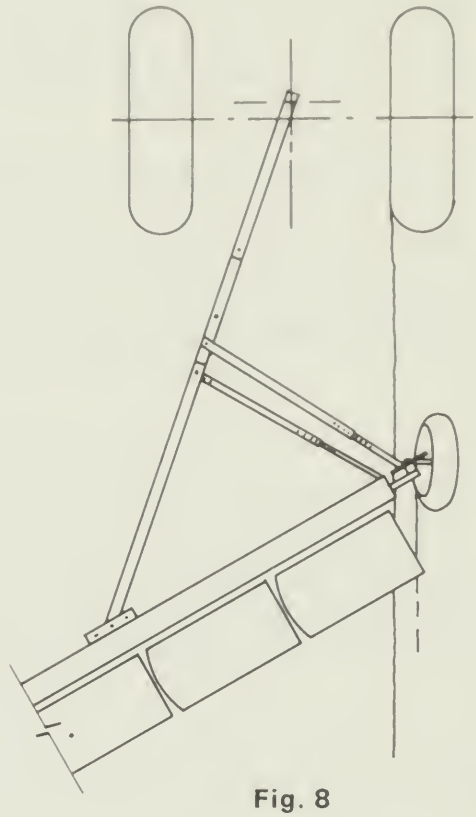


Fig. 8

modifications auront probablement pour effet d'accroître légèrement la largeur de travail.

d) vérifier l'angle fait par la première et par la dernière roue-guide porteuse. Elles doivent faire un léger angle dirigé vers le terrain travaillé, mais cet angle ne doit pas dépasser 7°.

e) réduire la largeur de travail en accroissant l'angle des disques (voir page 13).

2. La coupe du premier disque est trop étroite (voir fig. 8).

a) allonger l'attache principale de la machine.

b) si la barre de traction du tracteur touche la butée de gauche, employer une barre de traction déportée ou progresser avec les roues droites du tracteur sur le terrain non travaillé.

c) raccourcir le stabilisateur; ceci nécessitera probablement une modification de la longueur de la barre de direction; faire ces réglages à raison de un ou deux

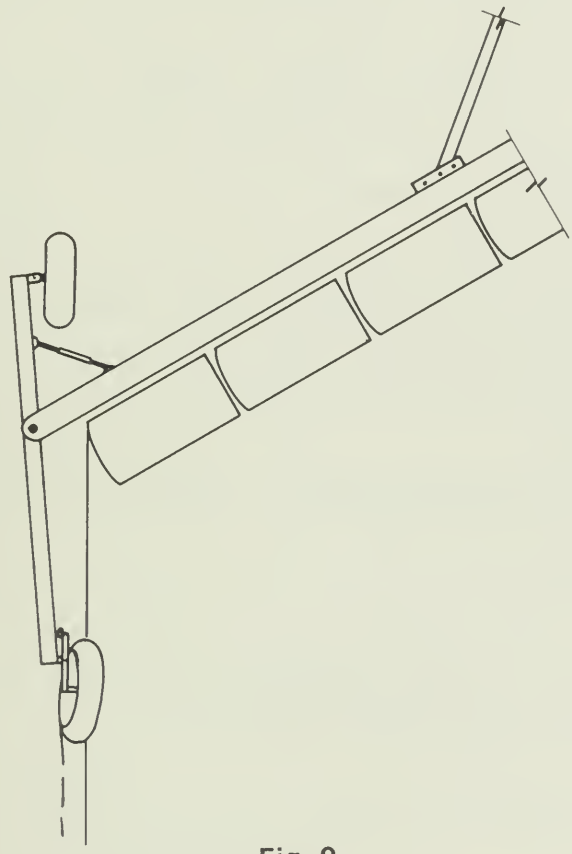


Fig. 9

trous à la fois: ils auront probablement pour effet de réduire quelque peu la largeur de coupe.

d) vérifier l'angle fait par la première et par la dernière roue-guide porteuse; réduire ou éliminer complètement cet angle.

e) accroître la largeur de travail en réduisant l'angle des disques (voir page 13).

3. La roue-guide avant est mal située quand la largeur de travail du disque avant est normale.
La solution du problème varie d'une marque à l'autre, mais dans la plupart des cas, on doit plus ou moins mouvoir le bras de support de l'axe frontal ou l'axe court; consulter le manuel d'emploi.

4. La roue-guide arrière roule sur le terrain non travaillé (voir fig. 9).

a) vérifier la profondeur de travail des disques avant; veiller à ce qu'ils ne pénètrent pas plus profondément que les disques arrière.

b) vérifier l'angle de la roue-guide arrière et celui de la roue porteuse; cet angle doit pointer légèrement vers le terrain non travaillé.

c) sur le châssis principal, déplacer l'attache principale vers l'avant (vers la droite) ou raccourcir le stabilisateur.

d) descendre l'attache principale sur le châssis principal.

e) ajouter des poids ou du liquide sur les roues-guides arrière ou employer une roue arrière en fonte ou un dispositif à coutre. Ceci ne sera requis que si les conditions de sol varient considérablement dans un même champs.

f) réduire la profondeur ou la largeur de travail.

5. La roue-guide arrière roule sur le terrain travaillé (voir fig. 10).

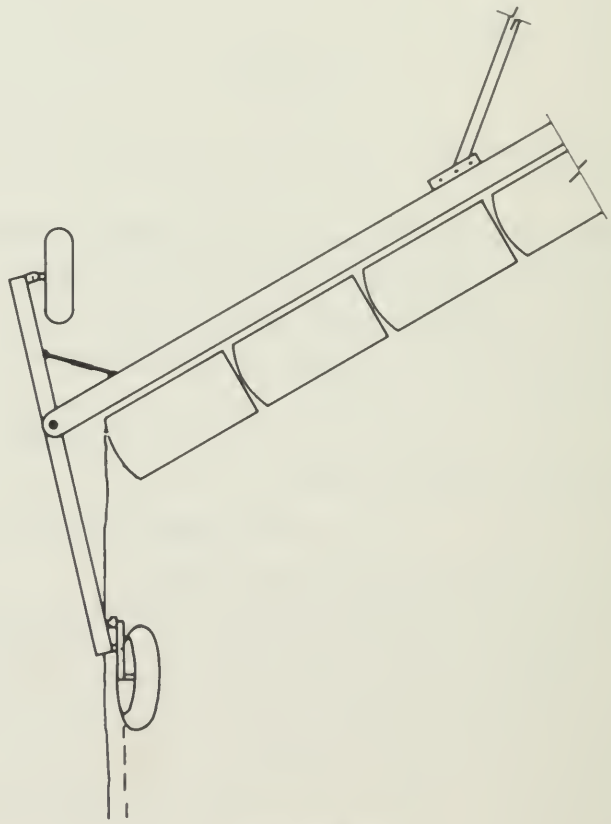


Fig. 10

a) vérifier la profondeur de coupe des disques avant; veiller à ce qu'ils travaillent à la même profondeur que les disques arrière.
b) réduire ou éliminer l'angle que font la roue-guide arrière et la roue porteuse.
c) déplacer l'attache principale vers l'arrière (vers la gauche) sur le châssis principal ou allonger le stabilisateur.
d) relever l'attache principale sur le châssis principal.
e) réduire le poids sur la roue-guide arrière.
f) vérifier la tension du ressort de rappel de la roue-guide arrière; elle doit être suffisante pour tenir le bras de l'axe arrière contre l'arrêt.

6. Ados entre le passages successifs ou entre les trains de disques.
a) vérifier le nivelage du châssis de la machine, s'assurer que les disques avant ne travaillent pas à plus grande profondeur que les disques arrière.
b) vérifier la largeur de coupe du disque frontal; il doit entamer une bande de terre de ⅔ plus large que les autres disques.
c) vérifier le nivelage de chacun des trains (s'ils sont réglables séparément).
d) voir si certaines attaches de trains de disques ne sont pas tordues et si le jeu entre les divers trains et les supports n'est pas excessif.
e) vérifier la pression sur chacun des trains de disques et la répartir également.
f) voir si les pivots des attaches entre trains de disques ne sont pas pliés.

7. Bris de lames et de moyeux de disques.
a) réduire la vitesse en sol pierreux; être particulièrement prudent lorsque les lames sont neuves ou viennent d'être aiguisées.
b) veiller à ce que les boulons des trains de disques soient bien serrés; consulter le manuel de l'utilisateur pour trouver les courbes de torsion recommandées.
c) éliminer un éventuel jeu excessif dans les attaches de trains de disques et dans les supports.
d) employer une plus grande largeur de coupe en sol pierreux.
e) quand on remplace un disque cassé, mettre le nouveau disque derrière les autres disques du même train.

Il faut étudier soigneusement le manuel de l'utilisateur afin d'y trouver d'autres réglages et des indications utiles.

SEMIS

Bien réglées et bien conduites, les machines à disques peuvent très bien convenir pour semer beaucoup d'espèces de graines. En sols de texture moyenne ou lourde, des essais faits dans tout l'Ouest canadien ont enregistré des rendements égaux ou supérieurs à ceux obtenus par d'autres méthodes. Les machines à disques permettront de faire, dans une très grande variété de sols et de couvertures de sols, un meilleur travail que tous les autres semoirs. Elles peuvent, en une même opération, tuer les mauvaises herbes et faire le semis, ce qui constitue un important gain de temps, une diminution du coût et un facteur favorable à la conservation de l'humidité dans le sol. Un bon réglage et une attentive conduite de la machine peuvent donner une augmentation de rendement de 0,5 à 1,0 m^3/ha *(5 à 10 bois /ac).* Si les semences sont correctement posées dans le sol, la quantité de graines semées peut être réduite d'une manière appréciable. De même, on obtiendra une levée plus régulière et une maturité plus uniforme.

Préparation du sol

Pour obtenir les meilleurs résultats, il faut que le sol soit ferme et nivelé afin que la machine à disques travaille à une profondeur constante. La dernière façon culturale précédant le semis ne doit pas pénétrer plus bas que le niveau d'enfouissement voulu des semences; ce qui fournira une assise ferme pour le travail de la machine à disques. Si la surface du champ

Remplissage de la trémie à semences

est très inégale, il faudra peut-être passer la herse ou le cultivateur avant de semer. La paille et autres débris seront, si possible, déchiquetés et uniformément étalés. Cette opération peut être faite par un hersage rapide exécuté à la faveur d'une journée chaude et sèche. Les façons culturales faites immédiatement avant le semis occasionnent souvent une germination irrégulière par suite du dessèchement de la couche superficielle du sol.

Largeur de travail

La largeur de travail doit être réglée pour qu'elle soit de 10% inférieure à la largeur théorique. Ainsi les disques effectueront une coupe nette à une profondeur légèrement supérieure à 5 cm *(2 po)*. Si on emploie la largeur théorique, il faudra que les disques pénètrent à une profondeur de près de 7,5 cm *(3 po)* pour obtenir une coupe complète en surface (voir fig. 2). Une coupe plus étroite permet de maintenir une profondeur assez uniforme lorsque l'on rencontre des endroits durs ou des accumulations de débris. Si la coupe est étroite, la fente derrière les disques est plus grande, ce qui facilite l'écoulement de la semence. Ainsi, on s'assure que les graines sont déposées dans un sol humide et on réduit l'éparpillement des graines ou des engrais en surface.

Dans les sols très meubles ou mous, il faudra peut être augmenter la largeur de travail pour prévenir une pénétration excessive des disques dans le sol.

Profondeur du semis

Une trop grande profondeur du semis est une faute assez courante lorsqu'on emploie la machine à disques. La raison principale invoquée pour justifier un travail profond est d'assurer la coupe des mauvaises herbes. Cependant, si on emploie une largeur de travail plus étroite, on peut néanmoins obtenir une bonne élimination des mauvaises herbes à une profondeur plus faible. Pour les céréales, la profondeur optimale de semis est de 5 cm *(2 po)*. Si la couche superficielle du sol est sèche sur une plus grande profondeur, on peut semer à une profondeur maximale de 7,5 cm *(3 po)* pour atteindre la couche humide. Les semences d'oléagineux seront semées à une profondeur de 2,5 à 4 cm *(1 à 1½ po)*.

Si la semence est enfouie trop profondément, il en résulte une levée mauvaise et inégale, et des plants faibles donnant une rendement médiocre.

Il faut fréquemment surveiller la profondeur du semis.

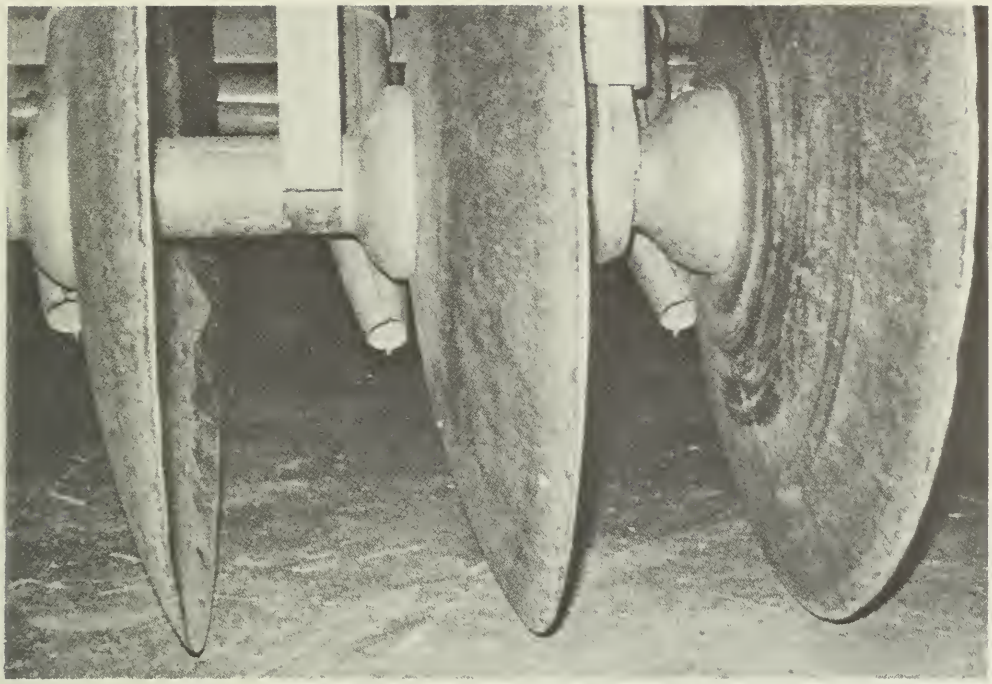
Un bon nivelage de la machine (voir page 21) est indispensable pour assurer une même profondeur de travail aux deux extrémités de la machine. Des dispositifs automatiques ou mécaniques de réglage de la profondeur sont particulièrement utiles pour les travaux de semis. Ils permettent d'assurer un semis à une profondeur constante même si on rencontre des différences de conditions du sol. Même en sol meuble, une largeur moindre de travail assure une meilleure coupe des mauvaises herbes. Une vitesse trop grande peut causer le placement des semences à des profondeurs inégales.

Buses à semences

La forme et la position des buses à semences sont aussi des problèmes qui se présentent couramment dans les semis avec la charrue à disques. Les graines doivent être réparties d'une manière serrée et uniforme au fond des sillons. Si les buses sont mal dessinées et mal placées, les graines seront posées à des profondeurs extrêmement variables allant de la profondeur maximale de travail jusqu'à la surface du sol. Il en résulte que des graines sont mêlées à la couche superficielle sèche, ce qui peut retarder la germination; de plus, les variations de profondeur produisent une levée et une maturité irrégulières.

La forme de certaines buses ne permet pas de déposer la semence au bon endroit. Celles dont le diamètre diminue fortement à la partie inférieure produisent un éventail de graines souvent trop large pour la fente qui doit les recevoir derrière le disque. Il en résulte que les graines sont déposées à des profondeurs très diverses. Une bonne buse est longue et son diamètre diminue progressivement; elle s'incurve vers l'arrière du disque afin que la graine soit déposée sur une étroite bande derrière le disque. Avec de bonnes buses bien placées, les variations de profondeur du semis ne dépassent pas environ 1 cm *(1/2 po)*.

L'emplacement et la direction des buses sont des facteurs très importants pour obtenir de bons résultats. Les buses doivent être situées aussi près que possible de la face arrière du disque et doivent être dirigées de façon à placer les semences de 5 à 7,5 cm *(2 à 3 po)* derrière le centre du disque. L'angle le plus favorable (mesuré perpendiculairement à l'axe du train) est de 60° à partir de l'horizontale (voir fig. 11). Pendant le travail, il faut fréquemment vérifier les buses pour s'assurer que la semence est déposée au fond des sillons.



Bon placement des buses à semences

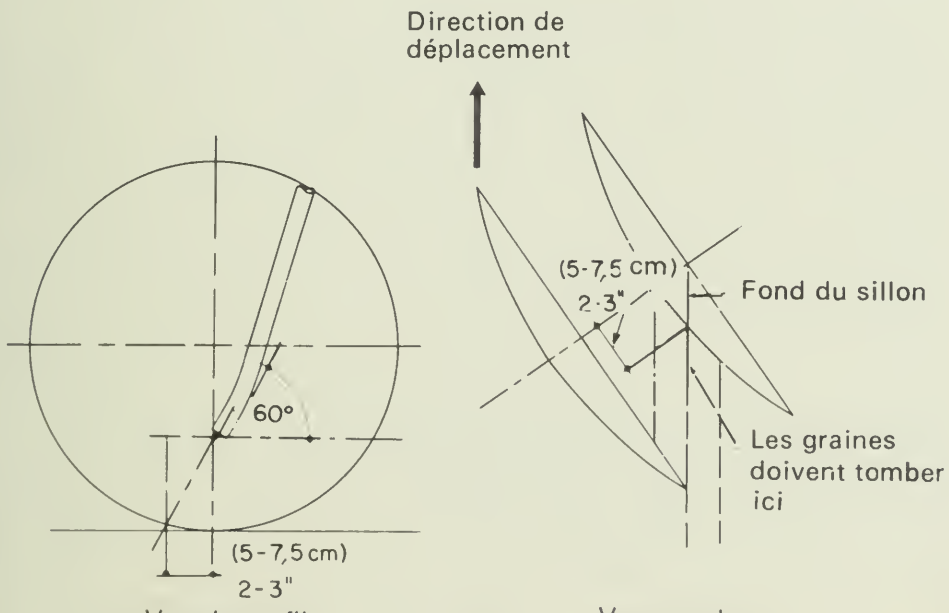


Fig. 11 Placement des buses à semences

Quand on choisit une machine à disques pour le semis, il faut donc examiner soigneusement la position et la forme des buses. L'aptitude des buses à déposer les graines au fond des sillons est un facteur primordial. Il faut éviter les buses mal conçues ou mal placées ou facilement déplaçables.

Taux d'ensemencement et calibration

Les taux d'ensemencement des graines et d'épandage des engrais sont parfois arbitrairement augmentés lorsqu'on emploie une machine à disques. On adopte cette solution pour tenir compte de l'éparpillement des graines et des variations de profondeur de travail de machines à disques mal réglées. Si les réglages et les méthodes décrits ci-dessus sont appliqués, les taux d'ensemencement ne doivent pas dépasser ceux en usage avec les semoirs ordinaires. Avec des semences bien placées et une bonne germination, on obtiendra les plus hauts rendements en semant à raison de 50 kg/ha *(¾ de bois./ac).* Le blé à semences atteignant le prix de 22¢/kg *($6.00 le bois),* le taux préconisé ci-dessus fera réaliser une économie de $7.50/ha *($3.00/ac)* par rapport aux taux couramment employés avoisinant 85 kg/ha *(1 à 1½ bois /ac).*

Le débit des semoirs à disques doit être vérifié chaque fois que l'on change de semence ou quand on modifie la largeur de travail. Les indications données en ce qui concerne le débit ne sont pas nécessairement exactes, pas plus que les compteurs de surface. Si on réduit la largeur de travail, on accroît le taux d'ensemencement et le compteur de surface indiquera une superficie plus grande que celle qui a été réellement parcourue. Des lots différents de semences d'un même type ne sont pas toujours débités à un taux identique. Avant de commencer les semis, il convient de vérifier les logettes à semences pour s'assurer de leur uniformité. En dirigeant la graine de chaque buse dans un récipient et en actionnant l'axe de semoir, on peut vérifier le débit de chaque buse; les quantités débitées seront pesées et on modifiera le réglage de toute buse dont le débit variera de plus de 5% de la moyenne.

Une vérification du débit sera faite en cours de travail.

On procédera comme suit:

1. déterminer la largeur et la longueur de l'aire à couvrir.
2. mesurer la quantité de semences ou d'engrais employée sur cette surface.
3. calculer la superficie suivant une des méthodes données ci-dessous:

$$\text{hectares} = \frac{\text{largeur en mètres} \times \text{longueur en mètres}}{10\,000}$$

$$\textit{acres} = \frac{\textit{largeur en pouces} \times \textit{longueur en milles}}{100}$$

4. diviser la quantité de semences employée par la superficie couverte pour obtenir le taux d'ensemencement ou en kg/ha *(en lb/ac ou en bois /ac).*

Roulage et hersage

Rouler le sol derrière la machine à disques est une pratique fortement recommandée, surtout lorsqu'on sème sur chaume. La couche de sol qui couvre les semences est très aérée, ce qui peut être la cause d'un trop lent transfert de l'humidité à la semence et d'une rapide dessication de la surface du sol. Pour y parer, on traînera des rouleaux immédiatement derrière la machine à disques, sauf si le sol est très humide ou très lourd. Quand on compare le rendement de champs roulés et non roulés, on trouve fréquemment un accroissement de 200 à 350 kg/ha *(3 à 4 bois /ac)* de blé en faveur des sols roulés. Dans des sols argileux collants, on peut employer une herse à dents flexibles au lieu d'un rouleau. Un second hersage fait quelques jours après le semis est souvent avantageux pour tuer les mauvaises herbes récemment germées et pour parfaire le nivelage et le tassement du sol. Mais il faut s'abstenir de ce second hersage dans les champs sujets à l'érosion par le vent ou par l'eau.

On trouve maintenant dans le commerce des systèmes d'attelages améliorés qui permettent de placer la machine à disques dans la position de transport sans détacher les rouleaux.

Accessoires pour l'épandage des engrais

Pour choisir un distributeur d'engrais granulés, plusieurs facteurs sont à considérer. Une grande trémie est avantageuse afin qu'on ne doive pas la remplir plus souvent que pour la semence.

Le dispositif doit comprendre:

1. un système de distribution simple et fiable.
2. un large éventail des taux d'ensemencement.
3. une bonne imperméabilité à l'eau.
4. des pièces facilement nettoyables.
5. des matériaux durables et non-corrosifs.
6. un mécanisme de commande simple et fiable.

7. une large ouverture pour faciliter le remplissage.
8. une tendance la plus faible possible à l'engorgement.

Le calibrage des accessoires pour l'épandage des engrais doit être vérifié chaque fois qu'on change de type d'engrais, car il y a de très fortes variations d'écoulement entre les différentes marques et types d'engrais. On peut très facilement monter sur les charrues à disques des accessoires pour l'épandage des engrais liquides car on peut monter une pompe en tout endroit convenable et les réservoirs peuvent être installés sur le tracteur ou sur la charrue à disques. En les posant sur le tracteur seulement, leur poids augmentera la traction sans causer l'enfoncement excessif des roues de la charrue à disques. Les tuyaux d'épandage doivent largement dépasser les buses à semences pour prévenir l'engorgement de celles-ci dû à une accumulation de matières humides.

Accessoires de pulvérisation

La lutte contre les mauvaises herbes au moyen d'herbicides de pré-émergence est maintenant très largement pratiquée. Ces produits peuvent être appliqués au moyen d'accessoires de pulvérisation montés sur les charrues à disques. La rampe est fixée juste à l'arrière de ceux-ci et le produit est pulvérisé à l'endroit où le sol se retourne sous l'action des disques. Souvent l'incorporation est améliorée par l'emploi de herses. Le

Semis et application simultanée d'un herbicide de pré-émergence

réservoir peut être monté sur le tracteur ou sur une remorque traînée derrière la machine. Ces accessoires peuvent être fabriqués à partir de pièces achetées séparément. On peut aussi acheter des ensembles complets fabriqués par des firmes locales spécialisées. Il faut procéder à un recalibrage des buses de pulvérisation, car la rampe qui les porte est montée selon un angle avec la direction de déplacement et chaque buse couvre une largeur inférieure à la normale.

ATTELAGE DE PLUSIEURS TRAINS DE DISQUES

Pour des largeurs de travail de 5,50 à 6,40 m *(18 à 21 pi)* les charrues à disques ne comprennent en général qu'un seul train de disques. Pour de plus grandes largeurs, on emploie une combinaison de plusieurs trains: en tandem, en duplex ou en triplex. Ces combinaisons couvrent des largeurs allant jusqu'à 11 m *(36 pi)*. On peut aussi atteler plusieurs charrues à disques pour former des ensembles allants jusqu'à 23 m *(75 pi)*.

Il existe trois combinaisons de base. La combinaison en tandem consiste en deux ou plusieurs charrues à disques attachées l'une derrière l'autre et reliées entre elles par un attelage spécial fixé sur la première machine (fig. 12) ou aussi par une chaîne ou un câble spécial (fig. 13). Les machines duplex sont faites de deux sections qui peuvent être directement en ligne l'une avec l'autre et qui sont reliées par un attelage flexible (fig. 14) ou encore de deux châssis séparés reliés par une attache flexible à la roue-guide centrale (fig. 15).

Chacune de ces diverses combinaisons ont leurs avantages et leurs inconvénients. Le montage en tandem à l'angle d'attache le moins ouvert pour une largeur donnée des machines constitutives et pour une position donnée du tracteur; c'est elle qui produira donc la moins forte poussée latérale sur le tracteur. Les machines peuvent être facilement détachées pour les employer avec un tracteur moins puissant ou lorsque les conditions de sol rendent le travail trop ardu. Chaque machine doit être réglée séparément et il est parfois difficile de les faire travailler selon un angle identique. La mise en position de transport peut aussi prendre plus de temps et d'efforts qu'avec le système duplex.

Des trois combinaisons de base, ce sont les machines duplex avec les deux sections en ligne qui ont l'angle de traction le plus large. De plus, on ne peut séparer les diverses sections lorsque l'on rencontre des conditions particulières de

sols. Le réglage de l'ensemble n'est pas plus difficile que le système en tandem puisque les sections sont directement reliées. Ceci élimine les difficultés de nivelage entre les deux sections et maintient celles-ci au travail selon un angle identique. La mise en position de transport est aussi une opération relativement simple.

Les charrues à disques duplex avec châssis indépendants reliés à hauteur de la roue-guide centrale constituent un com-

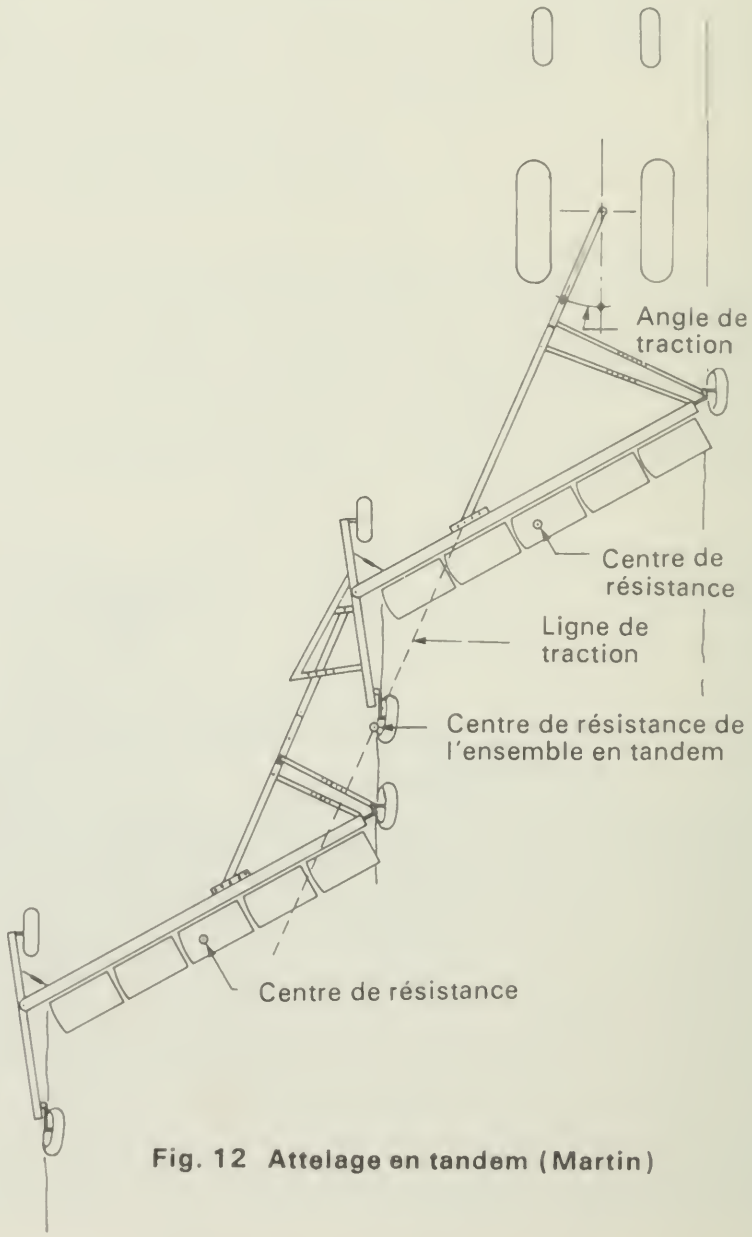


Fig. 12 Attelage en tandem (Martin)

promis entre les deux autres types sous le rapport de l'angle de traction et de la facilité de réglage. Les machines peuvent être, au besoin, séparées mais pas aussi facilement qu'avec l'attelage en tandem. Les machines seront nivelées et réglées séparément mais la combinaison est en quelque sorte plus stable que le montage en tandem. On trouve dans le commerce un accouplement spécial (boule et godet) qui permet de convertir certaines charrues à disques en un montage duplex.

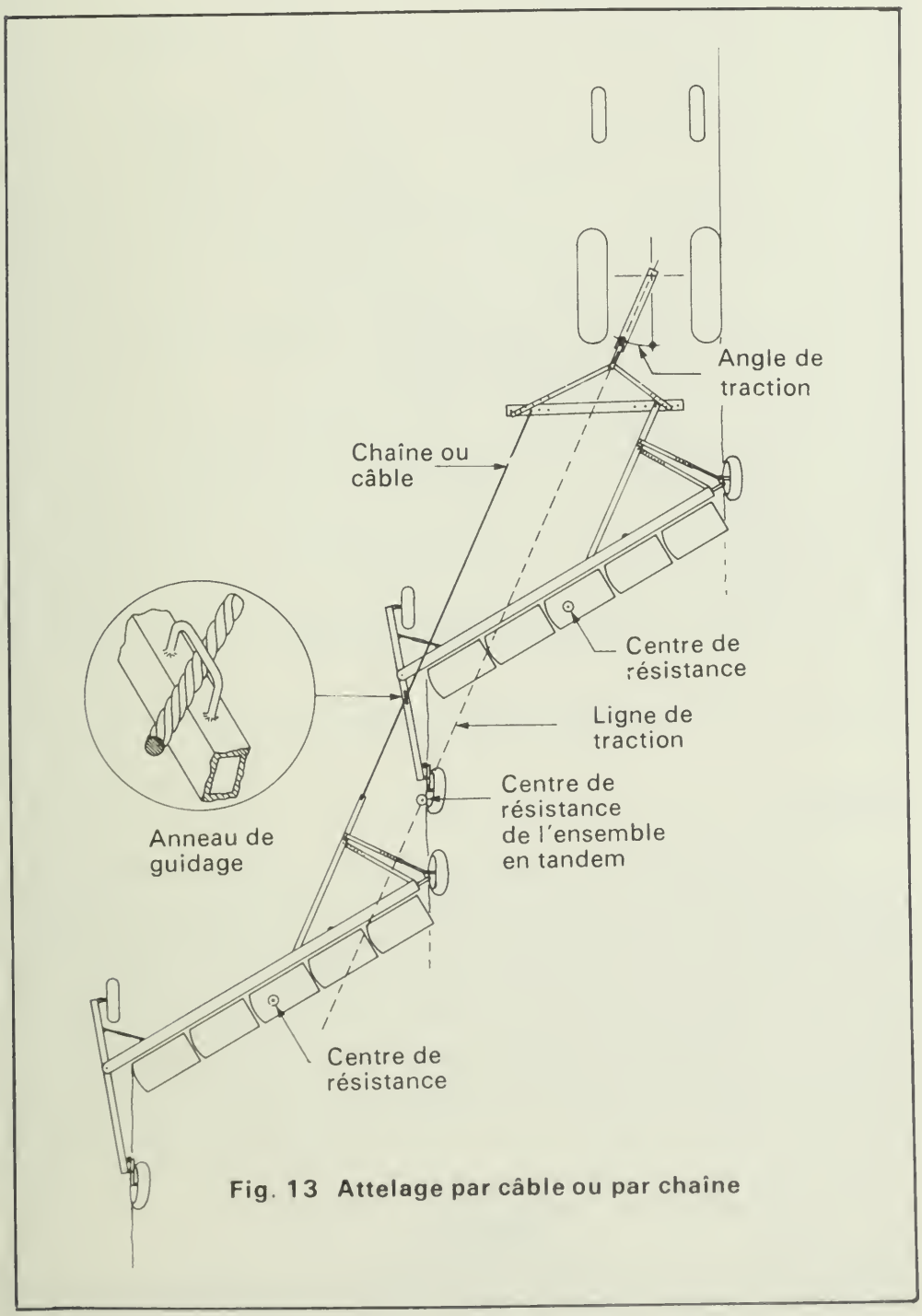


Fig. 13 Attelage par câble ou par chaîne

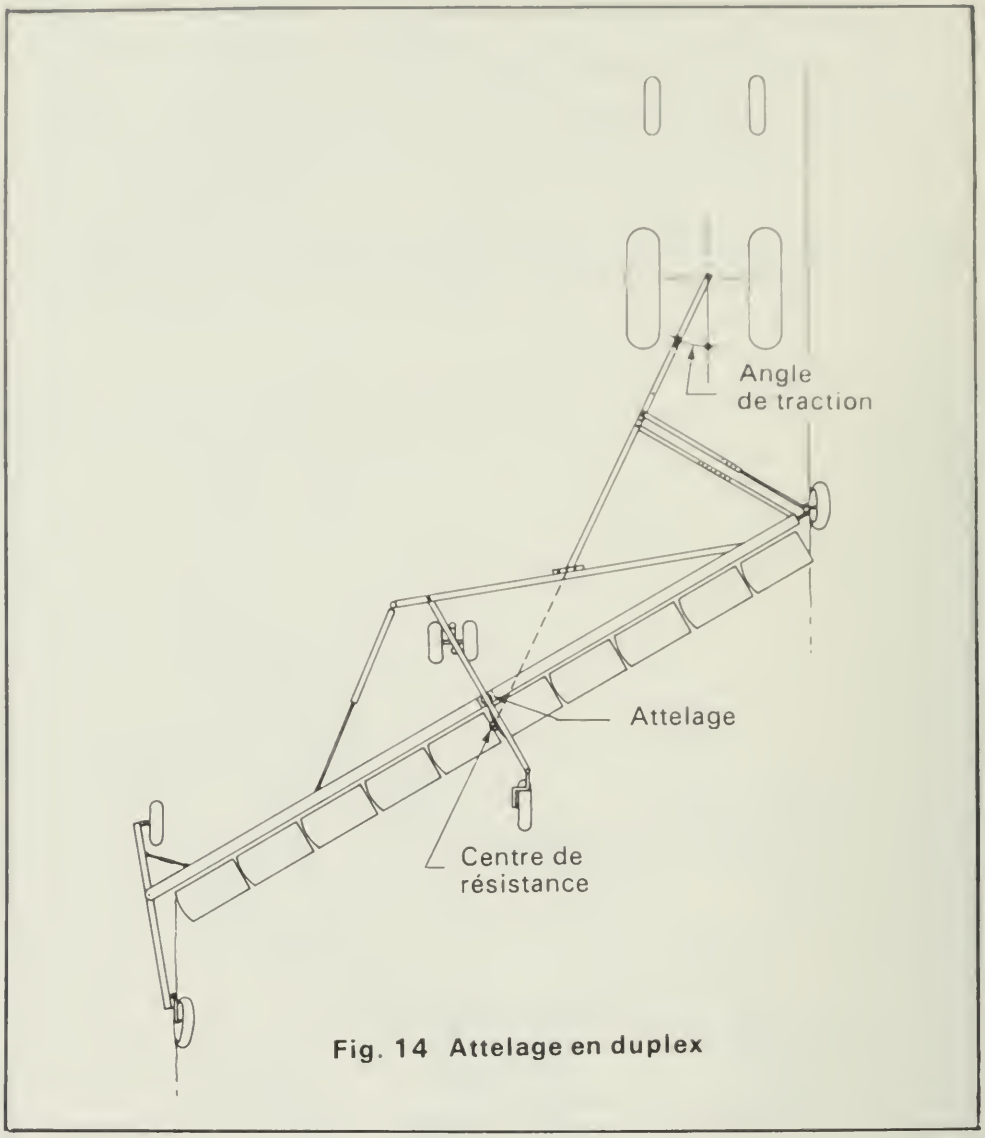


Fig. 14 Attelage en duplex

Attelage

Les attelages de multidisques sont soumis aux mêmes principes que les machines simples. Cependant, dans la plupart des cas (c'est-à-dire quand la largeur totale est de 7,3 m *(24 pi)* ou plus), les roues droites du tracteur rouleront sur le terrain non travaillé et non dans le sillon. Les tracteurs employés pour tirer des multidisques sont en général pourvus de roues jumelées ou à pneu très large; ce qui ne leur permet pas de rouler dans le sillon. De plus, quand la roue est dans le sillon, l'angle de traction est souvent trop large. Ceci cause une poussée latérale excessive sur le tracteur et, en sol meuble, il arrive que les machines sont tirées trop loin vers la droite. Si la barre de traction du tracteur est tenue contre la butée de gauche, cela indique qu'il faudrait employer une

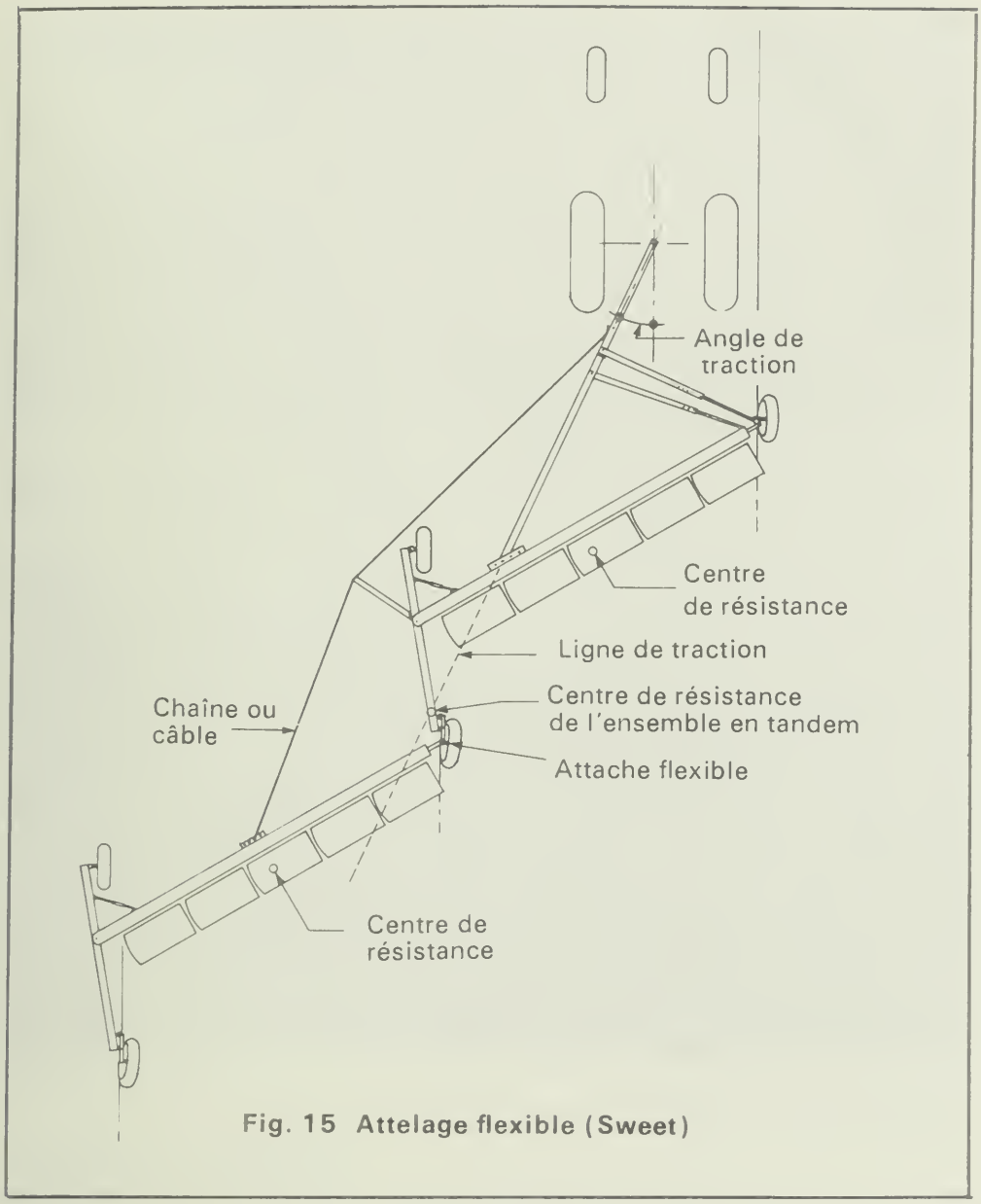


Fig. 15 Attelage flexible (Sweet)

barre de traction décalée ou que le tracteur devrait rouler plus vers la gauche, en dehors du sillon. On peut déterminer la bonne position du tracteur par rapport au sillon au moyen d'un indicateur monté sur l'avant du tracteur et consistant en une barre horizontale et une chaîne pendante. Quand le tracteur roule sur le terrain non travaillé, il faut en général de plus longs bras d'attelage.

Attelage en tandem (Martin)

Attelage flexible (Sweet)

Le centre de résistance d'un ensemble de deux machines à disques est à mi-chemin entre les centres de résistance des deux sections si celles-ci sont de même taille. Comme on l'a dit à la page 18, le centre de traction, la broche du pivot d'attelage et le centre de résistance doivent être sur une même ligne droite. Avec un ensemble triple, le centre de résistance coïncide avec le centre de résistance de la machine du milieu si les trois machines sont de même taille. Certains fabricants de multidisques donnent des instructions particulières au sujet de l'attelage. Il faut les étudier avant d'essayer la machine au champ. Les difficultés rencontrées avec les multidisques et leurs solutions sont pratiquement les mêmes que celles examinées à propos des machines à disques simples. (voir pages 22 à 28).

Attelage duplex

REMERCIEMENTS

Agricultural Machinery Administration, Saskatchewan
Canadian Co-operative Implements Ltd., Winnipeg, Manitoba
J. I. Case Co., Régina, Saskatchewan
Ministères de l'Agriculture de l'Alberta et de la Saskatchewan
International Harvester Co. of Canada Ltd., Winnipeg, Manitoba
John Deere Ltd., Welland, Ontario
Massey Ferguson Ltd., Brantford, Ontario
Département du génie agricole, Universités du Manitoba et du Saskatchewan
White Farm Equipment Ltd., Régina, Saskatchewan
Ralph Sweet, Forgan, Saskatchewan
Gerald Jeanotte, Coderre, Saskatchewan
United Grain Growers, Winnipeg, Manitoba

Tracteur avec barre de traction déportée tirant une machine à trains de disques multiples

FACTEURS DE CONVERSION VERS LE SYSTÈME MÉTRIQUE

Unités impériales	Facteur de conversion	Résultat en:	
MESURES DE LONGUEUR			
pouce	x 25	**millimètre**	**(mm)**
pied	x 30	**centimètre**	**(cm)**
verge	x 0,9	**mètre**	**(m)**
mille	x 1,6	**kilomètre**	**(km)**
MESURES DE SURFACE			
pouce carré	x 6,5	**centimètre carré**	**(cm^2)**
pied carré	x 0,09	**mètre carré**	**(m^2)**
acre	x 0,40	**hectare**	**(ha)**
MESURES DE VOLUME			
pouce cube	x 16	**centimètre cube**	**(cm^3)**
pied cube	x 28	**décimètre cube**	**(dm^3)**
verge cube	x 0,8	**mètre cube**	**(m^3)**
once liquide	x 28	**millilitre**	**(ml)**
chopine	x 0,57	**litre**	**(ℓ)**
pinte	x 1,1	**litre**	**(ℓ)**
gallon	x 4,5	**litre**	**(ℓ)**
boisseau	x 0,36	**hectolitre**	**(hl)**
MESURES DE POIDS			
once	x 28	**gramme**	**(g)**
livre	x 0,45	**kilogramme**	**(kg)**
tonne courte (2000lb)	x 0,9	**tonne**	**(t)**
MESURE DE TEMPÉRATURE			
degrés Fahrenheit	(°F-32) x 0,56 ou (°F-32) x 5/9	**degrés Celsius**	**(°C)**
livre au pouce carré	x 6,9	**kilopascal**	**(kPa)**
MESURE DE PUISSANCE			
horsepower*	x 746	**watt**	**(W)**
	x 0,75	**kilowatt**	**(kW)**
MESURES DE VITESSE			
pied à la seconde	x 0,30	**mètre à la seconde**	**(m/s)**
mille à l'heure	x 1,6	**kilomètre à l'heure**	**(km/h)**
MESURES AGRAIRES			
gallon à l'acre	x 11,23	**litre à l'hectare**	**(ℓ/ha)**
pinte à l'acre	x 2,8	**litre à l'hectare**	**(ℓ/ha)**
chopine à l'acre	x 1,4	**litre à l'hectare**	**(ℓ/ha)**
once liquide à l'acre	x 70	**millilitre à l'hectare**	**(ml/ha)**
tonne à l'acre	x 2,24	**tonne à l'hectare**	**(t/ha)**
livre à l'acre	x 1,12	**kilogramme à l'hectare**	**(kg/ha)**
once à l'acre	x 70	**gramme à l'hectare**	**(g/ha)**
plants à l'acre	x 2,47	**plants à l'hectare**	**(plants/ha)**

*Le horsepower est une unité différente du cheval-vapeur.
Le signe décimal est une virgule.