



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADRPM/DERD

N° 49 • Octobre 1998 •

CNTTA

Installation Précoce des Cultures d'Automne *Cas des Céréales*

Introduction

Le Maroc est importateur de céréales depuis le début des années soixante. Le rendement moyen enregistré actuellement oscille autour de 11 q/ha. Il est loin de répondre aux besoins d'une population sans cesse croissante et loin du potentiel moyen (20 q/ha) qu'offre l'environnement de production. Toute tentative d'augmentation de cette production doit considérer le besoin urgent d'améliorer significativement le peuplement pieds à la levée qui fait actuellement grand défaut et qui est déterminant pour l'élaboration du peuplement épis et par conséquent du rendement en grains. Malgré les grands efforts fournis par le Ministère de l'Agriculture pour redresser cette situation, les récents changements climatiques et la poussée démographique ont rendu cette tâche très difficile. C'est ainsi, la forte poussée démographique que connaît le pays depuis les 3 dernières décennies, nécessite l'extension et l'élargissement de l'environnement de production céréalière à d'autres régions semi-arides et arides où l'eau est généralement facteur limitant par la quantité et la disponibilité (répartition) durant le cycle de production de la culture.

Durant cette même période, le climat a subi une évolution relativement défavorable avec une grande variabilité dans les précipitations aussi bien intra que inter-annuelles. Malheureusement, les techniques de production utilisées pour la relance de la mise en valeur dans ces nouveaux milieux de production n'ont généralement pas tenu compte de ces changements dans le milieu et le climat.

Ainsi, l'approche traditionnellement utilisée en matière de préparation du sol, aussi bien par les agriculteurs que par les chercheurs/développeurs dans les milieux irrigués ou très favorables, ne peut être appliquée avec succès dans les milieux semi-arides et arides où la variation du facteur eau est très importante et très peu prévisible. L'utilisation des systèmes "conventionnels basés sur la combinaison d'outils à disques pour accomplir des perturbations ("retournements") primaires, souvent partielles et hétérogènes, suivies de multiples passages de reprises et associés dans 60 à 80% de semis à la volée, ne peuvent être extrapolés aux milieux semi-

arides et arides sans nuire à la rentabilité, à la production et à la productivité.

Quel Raisonement Peut-on Utiliser ?

Différentes approches sont utilisées pour raisonner la préparation des sols pour les cultures:

① Une approche très simpliste qui ne tient compte ni du milieu pédo-climatique, ni des systèmes de culture pratiqués, ni de l'espèce ou de la variété à cultiver. C'est l'approche la plus utilisée surtout pour les céréales, les légumineuses et les cultures de remplacement comme le tournesol et les cultures fourragères.

② Une approche restreinte qui considère la technique de travail du sol comme une simple succession d'outils qui n'intègre aucune notion de management, notamment de résidus organiques, ni l'utilisation d'autres technologies (contrôle chimique des adventices). C'est une approche incomplète qui ne facilite pas l'introduction de nouvelles technologies. Par exemple, l'introduction du travail de conservation ("conservation tillage") basé sur l'utilisation du chisel ou du semis direct n'a pas connu de succès malgré le grand potentiel de son utilisation existant dans les zones semi-arides et arides du pays.

③ Des approches intermédiaires résultant de l'association partielle des 2 approches citées ci-dessus.

④ Une approche globale ou "approche système" qui considère la technique de travail du sol comme un système dont la séquence d'outils ne constitue qu'une composante, elle-même raisonnée entre autres sur la base des exigences de la culture en matière de travail du sol.

En effet, cette approche que nous utilisons considère les exigences des cultures en matière de travail du sol comme étant la charpente déterminant l'état structural principal autour duquel s'articulent d'autres exigences qui ne manquent pas d'importance agro-économique. La préparation du sol, pour une culture dans une parcelle donnée, doit donc aboutir à la création d'états structuraux dont l'évolution doit répondre aux exigences de différentes composantes:

SOMMAIRE

n° 49

INSTALLATION DES CULTURES

● Installation précoce des cultures d'automne: cas des céréales.....p. I

● Exigences propres à la culture (charpente principale) qui obligatoirement doit associer à la fois l'installation et l'élaboration du rendement final. En d'autres termes, la préparation du lit de semence ne peut être dissocié de la préparation de l'ensemble du profil cultural.

● Des exigences évaluées à partir de l'état structural initial dans lequel se trouve la parcelle à cultiver au moment de réaliser le travail primaire (passage du premier outil). Bien entendu, cet état est le résultat de l'effet cumulatif de l'histoire culturale dont le précédent cultural et l'interaction pédo-climatique avec la conduite de la parcelle, après la récolte du précédent. Le résultat d'évaluation de cet état (favorable ou défavorable) est pris en compte dans le raisonnement global de la création du profil structural à mettre en place.

● Des exigences pour réaliser des objectifs souvent ignorés ou superficiellement considérés dans le raisonnement global. Ces objectifs sont généralement qualifiés de secondaires; alors que selon des situations, certains de ces objectifs peuvent même déterminer le choix de l'espèce ou de la variété. Il s'agit de:

➤ La conservation de l'eau: élément important dans la réussite du peuplement à la levée et de l'élaboration du rendement, surtout dans les régions céréalières qui sont souvent situées en zone semi-arides et arides.

➤ La conservation du sol qui prend de l'importance dans les terrains en pente comme le Saïs, Zaïr, et les collines pré-rifaines.

➤ La nécessité de gérer différemment le devenir des résidus organiques selon des stratégies (encore absentes chez la majorité de nos agriculteurs) de conservation (eau, sol, productivité) qui n'exclut pas l'intensification ou la coexistence d'une production mixte, végétale et animale.

Faut-il enfouir ces résidus profondément, les mélanger ou les laisser partiellement ou totalement en surface? Le système de travail du sol doit tenir compte de l'objectif fixe.

► La mise en place dans le profil cultural des **produits organiques et/ou chimiques de pré-émergence** (fumier, fertilisants chimiques, insecticides, herbicides) doit également être intégrée comme exigence à combler par le système de préparation du sol.

C'est la prise en considération de l'ensemble de ces composantes qui détermine l'élaboration de la préparation du sol devant répondre aux exigences d'une culture dont celles relatives à son installation.

Installation Précoce des Céréales

En se plaçant dans les zones de production des céréales, le système d'installation précoce d'un peuplement à la levée doit prendre en considération les composantes suivantes:

Exigences des céréales en matière de préparation du sol

La structure du lit de semences doit favoriser aussi bien l'imbibition que l'aération et le transfert de chaleur (température). L'imbibition des semences se fait par contact entre les semences et les éléments structuraux du sol. Cette surface de contact terre-graine dépend de la taille des semences et celle des agrégats. En effet, elle est faible dans une structure grossière, et elle tend vers un maximum dans une structure fine.

En ce qui concerne l'aération, on retrouve une situation antagoniste, d'où la recherche d'une structure optimale. De nombreux chercheurs ont tenté d'évaluer cet état structural optimal qu'ils ont généralement exprimé par une typologie des agrégats selon leur taille comparée à la taille des semences. En général, c'est le pourcentage des éléments structuraux ayant au plus la taille des semences qui détermine l'état structural recherché au niveau du lit de semences. Un lit de semences contenant 30% d'agrégats de taille inférieure ou égale à celle de la semence, crée un «bon» contact sol-graine. Pour d'autres chercheurs, c'est plutôt 50% d'agrégats ayant la même taille que la semence qui favorise la première phase d'installation. Nos travaux ont montré que la germination est maximale quand 60 à 70% des éléments structuraux du lit de semences ont les mêmes dimensions que celle de la semence. Les 30 à 40% qui restent, peuvent être constitués par des mélanges de terres fines (< 2 mm) et des agrégats de taille pouvant aller jusqu'à 2 à 3 fois la taille de la semence.

Ces résultats montrent qu'en général, la structure optimale est représentée par un «noyau» de 30% à 70% d'agrégats ayant des dimensions proches de celle de la semence ayant un noyau important de 50 à 70% formés d'agrégats ayant les mêmes dimensions que les graines des céréales (10 mm sur 3 mm), mélangée à des structures relativement grossières (10 à 30 mm) et des terres fines (< 2 mm).

En ce qui concerne la levée, la structure optimale du lit de semences adéquate pour la germination, permet également de combler les exigences pour la phase levée. En effet, un lit de semences grossier va créer une porosité d'aération importante favorisant la circulation de l'air et du flux d'énergie, dans certaines situations beaucoup plus qu'il est nécessaire, d'où le risque de dessécher le lit de semences.

Par contre, un lit de semences très fin favorise l'alimentation hydrique, mais risque de créer une asphyxie du coléoptile et des petites racines encore fragiles. Parallèlement, la préparation du lit de semences doit prendre en considération une autre condition très importante qui est l'absence d'obstacle aussi

bien pour la sortie du coléoptile que pour la pénétration des racines. La structure optimale doit minimiser le risque de former des agrégats grossiers (mottes) et le risque de créer une structure favorisant la prise en masse (battance, tassement).

En général, ces 2 types d'obstacles allongent la période d'émergence et peuvent arrêter la croissance du coléoptile lorsque la taille des éléments structuraux ou la cohésion entre les agrégats est supérieure à la force d'émergence. Le comportement du coléoptile devant ces obstacles, caractérise l'émergence hypogée des céréales.

En effet, après sa germination, la semence reste sur place (profondeur du semis) et c'est le coléoptile qui, par son anatomie et sa morphologie va, soit déplacer les mottes ayant un poids au plus égal à 25 à 30 g, soit les contourner pour ouvrir son chemin vers la surface. Ce n'est qu'en présence des grosses mottes ou de croûtes de battance, ou en cas d'un semis relativement profond que cet organe peut ne pas atteindre la surface. La cause pourrait être l'épuisement du stock nutritif, la sécheresse, l'asphyxie ou les attaques parasitaires.

Cependant, comparées à d'autres espèces comme certaines légumineuses qui ont une levée épigée, les céréales peuvent être considérées comme relativement tolérantes aux lits de semence relativement grossiers à conditions que l'humidité ne soit pas limitante.

La réussite de l'installation des céréales doit donc combiner les exigences de la germination et celles de la levée. La structure optimale recherchée au niveau du lit de semences doit être suffisamment affinée avec 60 à 70% d'agrégats ayant des dimensions de l'ordre de 3 sur 10 mm (selon les dimensions de la semence utilisée) et 30 à 40% composés de terres fines (10%) et d'éléments structuraux ne dépassant pas 2 à 3 fois la taille de la semence. Un léger tassement doit être appliqué (par un rouleau) à ces mélanges structuraux pour assurer un meilleur contact sol-graine. Les obstacles mobiles (les mottes) ayant le volume ou la masse critique, ainsi que les obstacles non-déplaçables (battance, tassement) sont à éviter.

Les exigences relatives à l'état initial de la parcelle

L'état structural de la parcelle au moment du passage du premier outil de travail du sol est la résultante des influences cumulées de la conduite de la parcelle depuis son exposition aux facteurs extérieures. Cet état initial résulte donc des effets consécutifs d'un passé ancien (histoire culturale) et d'un passé récent (précédent cultural). Les empreintes de ce dernier sont les plus apparentes et sont généralement les plus considérées dans la planification de la nouvelle conduite de la parcelle. L'approche système tient rigoureusement compte de l'impact favorable ou défavorable produit par l'histoire culturale et plus particulièrement par le précédent sur l'état structural de la parcelle. En effet, il est clair que l'impact produit par une légumineuse (précédent) est très différent et ne peut pas être ignoré de celui produit par une culture de tournesol. L'installation d'une céréale après ces 2 précédents culturels n'exigent en aucun cas la pratique du même système de travail du sol. La rentabilité de l'agriculture peut être significativement améliorée en re-

Texte intégral du bulletin accessible par internet:

<http://www.mygale.org/~bamouh/>

ou

<http://www.altern.org/cntta/>

connaissant et en tenant compte des différences créées par ces 2 précédents en terme de structure et de résidus organiques.

Conservation de l'eau

Dans les régions de production des céréales, la conservation de l'eau est une composante déterminante aussi bien pour l'installation que pour l'élaboration du rendement. Dans notre climat méditerranéen, il est très difficile de démontrer le transfert d'une réserve hydrique d'une campagne à l'autre, du fait que la saison estivale est chaude, sèche et longue. Donc, toute conservation d'eau ne peut viser qu'un transfert d'une réserve hydrique emmagasinée en début du cycle pour une utilisation efficiente durant les phases de fin du cycle d'une même campagne.

La maîtrise de cette démarche suppose la pratique de stratégies de management intégrant le choix de la période de semis, la gestion des résidus organiques et le contrôle des adventices.

La période de semis

Elle place le cycle de production dans la saison des pluies. Vu l'absence de références et de recommandations assurantes, chaque année l'agriculteur se trouve confronté à décider, non sans difficulté, la période de son semis. Cependant, des recherches entreprises ont montré l'intérêt de semer précocement. Cet avantage par rapport à un semis tardif a été assez persistant même durant des années où la quantité des pluies est inférieure à la normale et la répartition des précipitations anormalement irrégulière. En effet, les céréales semées précocement profitent mieux des premières pluies qui permettent d'assurer l'implantation du peuplement à la levée et minimiser les risques d'exposer les phases de reproduction à la sécheresse très probable de fin du cycle.

Ce semis précoce suppose évidemment une préparation du sol également précoce. Donc, le semis précoce n'est pas un simple choix de date, mais c'est une stratégie avec ses propres exigences en matière de travail du sol. Différentes stratégies peuvent être adoptées selon les systèmes de culture, le milieu pédo-climatique et le mode d'aménagement. En ce qui concerne les zones arides et semi-arides, les céréales qui, généralement dominent un assolement peu diversifié, sont cultivées en rotation monoculturelle, biennale ou triennale avec le tournesol, les légumineuses, les cultures fourragères, ou simplement la jachère. Devant une telle situation, la réalisation d'un semis précoces (début Novembre) nécessite l'entreprise de travaux primaires (quand ils sont nécessaires) au début de l'été avant que le sol ne se dessèche et/ou ne devienne très cohérent (résultat de l'appauvrissement de nos sols en matière organique). Ceci veut dire que la récolte du précédent doit être effectuée en Mai ou Juin. Donc, les précédents comme les légumineuses, certaines cultures fourragères, ou la jachère sont très favorables. Les précédents récoltés plus tardivement comme le tournesol laisse un sol compact desséché et cohérent et donc difficile sinon impossible à travailler avant les premières pluies.

La gestion des résidus organique

Le devenir des résidus organiques produits après la récolte du précédent, pose un problème crucial chez la majorité des agriculteurs qui adoptent des systèmes mixtes de production, végétale et animale. Les résidus «herbacés» à base de feuilles et tiges non ligneuses sont utilisés pour l'alimentation du bétail. La conséquence d'une telle gestion

affecte négativement l'adoption du travail précoce, favorisant l'approvisionnement sol en matière organique et va à l'encontre de l'introduction de systèmes de travail minimum et du zéro travail, très préconisés actuellement pour la conservation de l'eau dans les zones bour.

Dans de telles situations, une gestion différente des résidus organiques et une sensibilisation des agriculteurs aux atouts de ces stratégies s'imposent. Le choix des outils de préparation primaire, autre que les charrues, qui ne retournent pas le sol et ne l'enfouissent que très partiellement peuvent être préconisés.

Le contrôle des mauvaises herbes

C'est une opération déterminante pour la conservation de l'eau et donc pour la réussite du semis précoce. En effet, la préparation du lit de semences et le semis doivent être réalisés avant les premières pluies. Par conséquent, le peuplement pieds à la levée se trouve, dans certaines situations, en difficulté de continuer sa croissance et son développement à cause d'une compétition précoce par une population d'adventices vigoureuses et agressives qui colonisent la parcelle après les premières pluies. Si cette infestation n'est pas contrôlée, le peuplement réalisé à la levée peut être significativement réduit suite à la compétition par les adventices pour la lumière et l'alimentation minérale et hydrique. L'épuisement de la réserve hydrique qui peut en résulter, peut annuler tout l'effort effectué par l'agriculteur jusqu'à présent pour avoir semé précocement. L'utilisation des herbicides de pré ou post-levée est fortement recommandée pour minimiser les risques d'infestation précoce très préjudiciable, et ne peut pas être dissociée du système de travail du sol préconisé.

Les différentes variantes de systèmes de travail du sol

Les systèmes de préparation du sol à recommander pour l'installation précoce des céréales, découlent de l'intégration des exigences de toutes les composantes présentes ci-dessus en matière de travail du sol: Il faudrait donc s'attendre à plusieurs situations et donc à différentes modalités de préparation du sol.

Nous allons présenter des variantes selon des critères qui intéressent la production des céréales en milieu bour, comme la topographie, le précédent cultural et la texture du sol; tout en précisant que la «précocité» du semis impose la libération de la parcelle par le précédent cultural avant les fortes chaleurs d'été pour l'entreprise du travail primaire précoce. En effet, la récolte du précédent se fait en mai ou en juin au moment où le sol garde encore une humidité suffisante qui l'éloigne de l'état cohérent et compact. Le travail primaire doit donc avoir lieu juste après la récolte du précédent. Une partie des chaumes (60 à 75%) peut être ramassée mécaniquement avant le passage de l'outil.

Variante I

Précédent: légumineuse, fourrage ou jachère travaillée.

Type de sol: texture fine et intermédiaire (Tirs, Hamri, Dehs).

Le travail primaire (précoce) peut être réalisé par un chisel à dents rigides juste après la récolte du précédent en Juin. Le passage des dents crée des perturbations physiques localisées qui sont assez profondes: 15 à 25 cm selon le type de l'outil, sans retournement

et avec des fissurations qui s'étendent dans les zones entre le passage des dents. La porosité profonde ainsi créée dans le profil, va réduire le ruissellement des eaux des premières pluies et aussi améliorer l'infiltration des eaux et la réserve en eau du sol.

Le volume du sol perturbé va subir l'effet du climat d'été et d'automne, qui se traduit par un éclatement des agrégats grossiers. Vers la fin d'Octobre, la reprise est faite par un vibroculteur ou une herse combinée à un rouleau, pour préparer le lit de semences. Le semis au semoir est réalisé au début de Novembre avec une dose de 150 à 200 kg/ha. Un traitement par des herbicides pré-levée facilite le contrôle des adventices et assure l'implantation de peuplement adéquat à la levée.

Dans le cas où l'état structural de la parcelle, après la récolte du précédent, est assez poreux "Bemicha" ou après un échec dans la conduite de la culture suite à la sécheresse, un travail précoce (Mai, Juin) n'est pas nécessaire, et le travail primaire est fait à la fin d'Octobre par un vibroculteur ou une herse combinée suivie par un rouleau. Le semis est réalisé en début de Novembre. L'utilisation des herbicides pré-et/ou post-levée, selon l'intensité de l'infestation de la parcelle, est nécessaire. Cependant, il faudrait éviter que la parcelle ne se tasse par le piétinement des animaux "Hsida" durant l'été et l'automne.

Variante II

Précédent: légumineuse, fourrage ou jachère travaillée.

sol: texture fine et intermédiaire (Tirs, Hamri ou Dehs).

Topographie: Terrain en pente ($\leq 12\%$). C'est le cas du Saïs, de Zaer et des collines

L'alternative I est utilisée avec en plus un passage avec une herse à dents verticales et pointues faisant suite au passage par un vibroculteur. Par son action, cette herse, va faire remonter en surface des agrégats relativement grossiers et enfouir les éléments fins. L'exposition en surface de cette structure grossière va permettre de diminuer le ruissellement le long de la pente et réduire l'impact des gouttes de pluies en évitant ainsi la dégradation des éléments structuraux et leur érosion hydrique. En général, il est aussi recommandé de laisser en surface des résidus organiques (au moins 30% = reste de la paille après ramassage mécanique y compris les racines), qui vont renforcer l'effet de la structure grossière en surface.

Variante III

Précédent: céréale ou jachère non travaillée.

Sol: texture fine et intermédiaire (Tirs, Hamri, Dehs).

La monoculture des céréales qui n'est pas conseillée se retrouve souvent à cause de la non réussite d'un précédent céréale due à la sécheresse soit au début du cycle qui fait échouer l'installation, soit au cours ou à la fin du cycle causant ainsi une réduction importante des composantes reproductives du rendement.

Une parcelle libérée par un tel précédent céréale ou une jachère non travaillée, est généralement infestée de semences de mauvaises herbes surtout monocotylédones et une structure assez dense et peu aérée. Dans une telle situation et surtout en présence d'une accumulation importante de résidus de paille (monoculture sur plus de 2

années), il est conseillé d'utiliser la charrue à disques pour un travail primaire une fois chaque 3 années. Cet outil va réaliser un retournement et un enfouissement de 60 à 70%, permettant en même temps de réduire le potentiel de levée des mauvaises herbes au début du cycle et de créer une porosité en profondeur utile pour une conservation de l'eau.

La reprise est faite en fin octobre par un vibroculteur ou une herse combinée à un rouleau. Le choix de l'un de ces outils dépend du résultat de l'action du climat durant l'été et l'automne sur la structure créée en début d'été par la charrue. En cas de la disponibilité d'un rotavateur, il peut être utilisé devant un rouleau comme outil de reprise suivi directement du semoir. Un tel outil permet de mieux broyer et mélanger superficiellement la paille (résidu). En sol à texture intermédiaire (Dehs), il est déconseillé d'utiliser le rotavateur surtout en sol battant sauf dans le cas où il y a suffisamment de résidus organiques en surface.

Variante IV

Précédent: céréales ou jachère non travaillée

Sol: texture fine et intermédiaire

La situation de monoculture céréalière se retrouve assez souvent dans le Saïs et les collines pré-rifaines surtout durant les quinze dernières années marquées par une insuffisance de pluies et par l'absence de cultures alternatives. Dans de telles conditions, et pour minimiser l'érosion hydrique et améliorer la conservation de l'eau, le chisel à dents rigides reste l'outil primaire préféré par excellence. Cet outil doit être utilisé en mai ou juin juste après la récolte du précédent céréale et avant que le sol ne se dessèche et ne devienne très cohérent. Il est déconseillé d'utiliser la charrue à disques. La reprise est réalisée en fin octobre à l'aide du vibroculteur ou de la herse combinée à un rouleau. L'utilisation des herbicides pré- et/ou post-levée est nécessaire pour minimiser la levée importante d'adventices en début du cycle. Le semis est alors entrepris durant la première semaine de Novembre.

Le même système d'installation et recommandé en sol à texture intermédiaire sous réserve de laisser en surface relativement des résidus organiques (environ 20 à 30%) pour minimiser les risques de formation de battance et de réduire le ruissellement et l'érosion hydrique.

Remarque

- 1 - Le tournesol est un précédent cultural assez particulier:
 - Tout d'abord, il laisse un sol desséché et compact avec des résidus difficiles à incorporer. Les liges sont généralement exportées pour être utilisées comme source d'énergie. Donc, un travail primaire relativement profond est nécessaire pour améliorer la structure dans les 10 premiers centimètres.
 - Ensuite, la récolte du tournesol qui se fait tardivement (plein ou fin été) au moment où le sol se trouve déjà desséché et cohérent, rend difficile une installation précoce des céréales. En effet, le semis précoce d'une céréale (en bour) après un tournesol n'est généralement pas possible sans utilisation des charrues, de traction puissante et de multiples passages de reprise. Le résultat obtenu qui est généralement loin d'être adéquat, n'est pas toujours rentable.

2 - L'installation précoce des céréales en milieu irrigué (intensif ou extensif) sera présentée dans une autre étude.

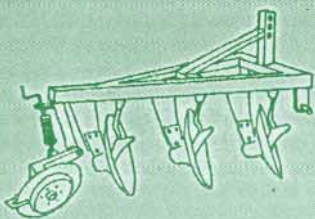
Par Pr. M. Oussible⁽¹⁾
et Pr. E-H Bourarach⁽²⁾

⁽¹⁾Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes

⁽²⁾Département de Machinisme Agricole
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

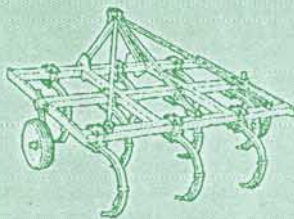
Utilisation et Réglage des Outils de travail du sol

La charrue à disques



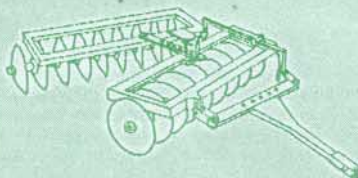
Tout d'abord, le chauffeur doit s'assurer du bon état de la charrue. Le bâti et les étauçons ne doivent être ni déformés, ni cassés. En cas de réparation, il faut s'assurer que les alignements et les angles initiaux ont été respectés. Vérifier que les disques sont tranchants; et qu'ils ne sont pas usés (un disque de moins de 60 cm de diamètre est à réformer). Les diamètres des disques ne doivent pas être trop inégaux (une différence de diamètre de plus de 20% induit une différence de profondeur de 5 à 7 cm). Si la charrue est réversible les chandelles devront être fixées à la même longueur. La profondeur de travail est réglée en premier lieu selon les exigences agropédologiques. Ensuite, on procède au réglage de l'horizontalité, l'aplomb, la largeur de la 1^{ère} bande et le dévers. La vitesse d'avancement du tracteur est choisie de la manière suivante: elle doit être suffisamment élevée pour assurer un bon émiettement et retournement mais suffisamment modérée afin d'éviter toute instabilité (4 à 6 km/h est l'intervalle de vitesses conseillé).

Le chisel



L'opérateur doit s'assurer d'abord du bon état des dents et des socs. Les ressorts de compression doivent être serrés à la même tension. Les seuls réglages requis ici sont: l'horizontalité transversale (chandelles de relevage de même longueur) et longitudinale (ongueur du bras supérieur pour que la profondeur des dents avant et arrière soit identique). La vitesse doit être la plus élevée possible pour bénéficier de l'effet des vibrations et des chocs (6 à 8 km/h). Le sol devrait être plus près de l'état friable que de l'état sec. En tout cas le travail en conditions humides du sol est déconseillé.

Le cover-crop (pulvérisateur dissymétrique léger)



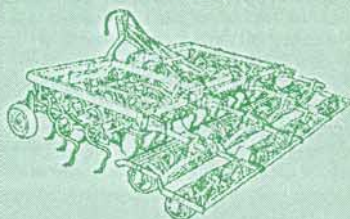
La vérification du bon état des disques et des paliers est un préalable pour un travail correct. L'ouverture des deux trains de disques (avant et arrière) est fixée en fonction de la qualité du travail souhaitée, du type et de l'état du sol. En plus de l'ouverture des trains, deux autres réglages sont nécessaires: la hauteur d'attelage du timon côté cover-crop (pour que la profondeur de travail du train avant et celle du train arrière soient identiques); réglage du timon (ligne de traction) de manière à assurer la stabilité du tracteur et du

cover-crop (le tracteur ne doit tirer ni à droite ni à gauche). La vitesse d'avancement doit être relativement élevée pour assurer un bon émiettement et un bon brassage du sol; mais pas très élevée pour éviter de déstabiliser l'outil et de diminuer anormalement la profondeur de travail. La vitesse de 5 à 7 km/h est conseillée. En tout cas, la vitesse est généralement limitée par la puissance du tracteur et de l'état du terrain.

Le stubble-plow (pulvérisateur dissymétrique lourd)

La vérification du bon état des disques et des paliers est un préalable pour un travail correct. L'ouverture des deux trains de disques (avant et arrière) est fixée en fonction de la qualité du travail souhaitée et du type et de l'état du sol. La vitesse de travail adoptée doit être relativement élevée pour assurer un bon déchaumage (4 à 6 km/h est typique). En tout cas, la vitesse est généralement limitée par la puissance du tracteur.

La herse combinée



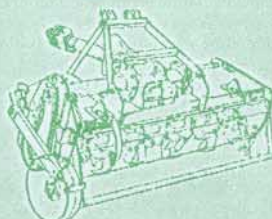
En premier lieu l'opérateur doit s'assurer du bon état de l'outil, particulièrement les dents et leur bonne disposition (position des dents les unes par rapport aux autres), les effaceurs de traces et leur position par rapport aux pneus du tracteur. Ici, seuls deux réglages sont nécessaires: l'horizontalité transversale (chandelles du relevage de même longueur) et l'horizontalité longitudinale (les éléments avant et arrière doivent travailler à la même profondeur). Le mode opératoire requiert la vitesse la plus élevée possible permise par la puissance du tracteur et l'état du terrain (7-9 km/h).

Le rouleau



Le bon état de l'outil doit être vérifié. En particulier les paliers, les anneaux (risque de casse, libres en rotation (pas de terre collée ou de ficelles enroulées autour de l'axe de rotation), et doivent être contrôlés. Le rouleau étant un outil qui demande une faible puissance, l'intervalle de vitesse conseillé est de 6 à 8 km/h.

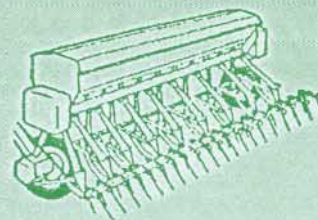
Le rotavator



L'opérateur doit s'assurer du bon état de l'outil, particulièrement celui des pièces travaillantes (dents, lames, ...) et du bon état des systèmes de transmissions (état et niveau d'huile dans les carters et de l'état des paliers). La qualité du travail dépend du rapport de la vitesse de rotation du ro-

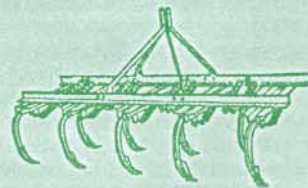
tor et de la vitesse d'avancement du tracteur. Ainsi, si le tracteur avance à faible vitesse et le rotor tourne à la vitesse la plus élevée, la structure obtenue sera fine. Par contre, si la vitesse d'avancement du tracteur est élevée et la vitesse de rotation du rotor est faible alors la structure sera grossière. Le type de lame ou de dent, le nombre de lames ou de dents par flasque et la position du volet arrière jouent également sur la qualité du travail obtenue. Cette machine, comme l'ensemble des outils animés par la prise de force, nécessite une bonne maîtrise d'utilisation, à défaut les risques d'accidents et erreurs de travail sont multiples. Ainsi, il y a un risque de création de semelle et de gâchage de la structure en conditions humides du sol et de création de terres fines dans le cas de sol battant.

Le semoir



Le semoir est une machine qui nécessite beaucoup de soins. L'opérateur doit s'assurer du bon état de la machine, particulièrement du système de distribution, des transmissions et des éléments de mise en terre des semences. Tout d'abord, le réglage du débit à l'hectare est impératif car c'est lui qui conditionne le peuplement pieds. Ensuite, il doit vérifier les distances entre éléments (interligne constant), la position des effaceurs de traces derrière les roues du tracteur (ornières) et le réglage des traceurs pour éviter les manques entre deux passages consécutifs. La profondeur de semis est réglée au champ. Pour ce, la pression des éléments de mise en terre (socs ou disques) sur le sol (tension des ressorts individuels et/ou position de la manivelle collective) est choisie en fonction de la profondeur souhaitée et de l'état du sol (cohérent ou friable). La vitesse conseillée en fonction de l'état du terrain et du lit de semences est de 5 à 7 km/h.

Le vibroculteur



Le vibroculteur est un cultivateur à dents moyen utilisé comme outil de reprise, en particulier en conditions humides du sol tout en facilitant le ressuyage du sol. Il peut remplacer le cover-crop. Lors de son utilisation, il faut s'assurer du bon état des dents, des socs, ainsi que de la bonne disposition des dents sur le bâti. Il faut régler en premier lieu les effaceurs de traces (ornières), ensuite la longueur des chandelles et l'horizontalité longitudinale (3^{ème} point). L'intervalle de vitesse le plus propice est 5 à 3 km/h. Eviter de l'utiliser si les chaumes sont trop longues (risque de bourrage).

