



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADREF/DERD

● N 76 ● Janvier 2001 ●

PNTTA

Le Semis Direct

Une technologie avancée pour une agriculture durable au Maroc

Introduction

En milieu semi-aride marocain, les techniques mécanisées de travail du sol ont montré leur limite pour la gestion durable de la ressource sol pour deux raisons: la maîtrise insuffisante de l'érosion et la déperdition du stock en matières organiques des sols. En d'autres termes, ces techniques ne sont plus adaptées aux contraintes pédo-climatiques des zones semi-arides.

Les techniques mécanisées de travail du sol engendrent l'émission excessive, le tassement et la compaction des sols, l'érosion, le ruissellement, l'appauvrissement et le dessèchement des terres qui ne permettent pas un développement agricole durable. Le défi est double, le système de culture doit permettre une amélioration des productions et en même temps une préservation des ressources naturelles et de l'environnement (Figure 1). Ce défi ne peut être complètement satisfait que si le non-labour est pratiqué à niveau technologique élevé. Ce développement technologique doit concerner la gestion des résidus à la récolte et au moment du semis (distribution spatiale des résidus), l'implantation des cultures (profondeur de semis, contact sol-graine, conditions de germination et de levée), fertilisation de fond (disponibilité des engrais) et les pratiques de désherbage (type d'herbicide, dose et application). Ce développement technologique réduit les risques d'échecs des cultures vis-à-vis des conditions édaphiques. Les recherches sur la technologie du semis direct ont débuté en 1983 aux stations expérimentales de l'Institut National de la Recherche Agronomique à Sidi El Aydi (Chaouia) et Jemâa Shaim (Abda).

Définition du semis direct

Le travail du sol a pour rôle essentiel d'obtenir un état structural nécessaire à une bonne germination et un développement racinaire normal indispensable pour l'alimentation hydrique et minérale des cultures. L'agriculteur, en faisant subir au sol momentanément l'action des outils de travail du sol, vise plusieurs objectifs: l'enfouissement des débris de cultures, l'ameublissement de la couche arable, la préparation du lit de semence, la maîtrise des mauvaises herbes et des maladies, l'incorporation des amendements et des fertilisants et la correction de certaines contraintes physiques ou chimiques dans le profil. Toutefois, l'ensemble de ces objectifs peut être réalisé sans labour.

Les labours simplifiés, dits aussi de conservation, ont été pratiqués en Mésopotamie, dans la vallée et le delta du Nil en Egypte et en Amérique du Sud par les agriculteurs indigènes pendant des milliers d'années. Ils datent des temps de la révolution néolithique (6500 ans). Les fermiers se servaient seulement d'une branche pour creuser le sol, y mettaient la graine puis la couvraient par la terre.

Le système de labour simplifié du sol comprend un gradient continu allant de la réduction du nombre de passages d'outils aratoires jusqu'à l'élimination complète de toute action mécanique sur le sol. La perturbation ou la manipulation du sol doit respecter la présence d'un mulch d'au moins 30% de sol couvert et l'élimination de toute action de retournement ou mixage des horizons. Il s'agit surtout de l'utilisation d'outils à dents ou à lames. La situation extrême est le zéro-labour ou semis direct.

SOMMAIRE

n° 76

Technologie du Semis Direct

- Equipement et gestion des résidus.....p.2
- Productivité et rentabilité économique.....p.2
- Conservation de l'eau et contrôle des adventives.....p.3
- Développement d'un semoir direct combiné.....p.4

Résumé

En semis direct, le sol n'est pas travaillé. Il est maintenu couvert en permanence par une biomasse sèche (paillis ou mulch) de résidus végétaux, retrouve son état naturel, sa vie biologique s'anime, sa qualité se redresse, sa fertilité s'enrichit et il est à l'abri des différentes formes de dégradation. Le système permet une augmentation notable des rendements (en qualité et en quantité) et une amélioration des indices qualitatifs du sol. Il entraîne aussi avec lui différentes industries (fabrication de machines spécialisées pour le semis et la gestion des résidus, industrie chimique des herbicides...) et aidera les agriculteurs à réduire les coûts de production et les temps de travaux pour une diversification des cultures et des activités agricoles au sein de l'exploitation. Le gain en temps, associé à des humidités élevées du sol, permet des semis indépendamment des pluies et des difficultés d'accès au terrain. Ce système est sans doute la voie pour une nouvelle révolution agricole.

Le semis direct est une simplification plus poussée du travail du sol, qui consiste à planter une culture sans travail préalable du sol, tout en effectuant une ouverture dans le sol pour déposer la semence à la profondeur souhaitée et ceci afin d'assurer à la graine les conditions les plus favorables à la germination, à la levée et à la croissance pour obtenir les rendements escomptés. En d'autres termes, la couche arable superficielle n'est ni retournée, ni entraînée, ni cisailée et ni soulevée comme dans le cas des labours conventionnels. Cette simplification du travail se caractérise par une absence totale de l'action d'un outil aratoire (Photo 2 en page 4).



Semoir Direct Combiné (voir page 4)

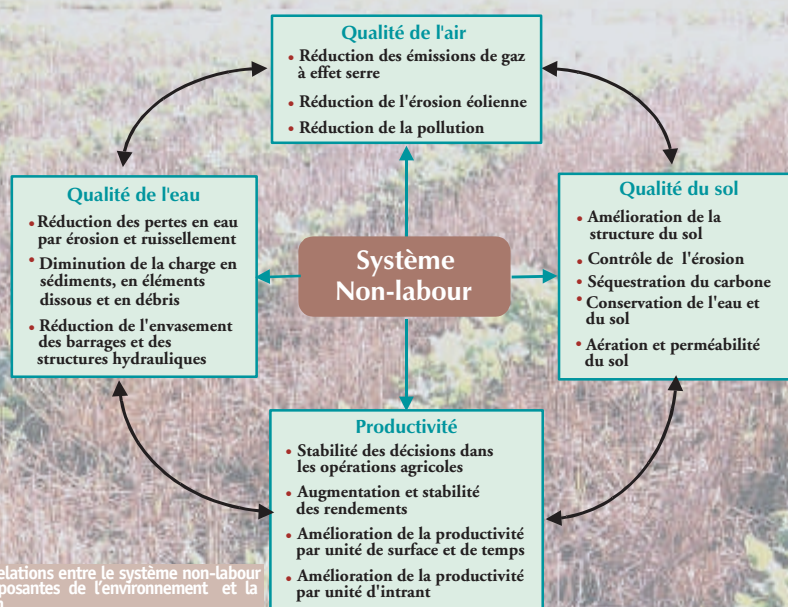


Figure 1: Relations entre le système non-labour et les composantes de l'environnement et la production

Dans le système de semis direct, les opérations culturales se limitent à l'ensemencement de la culture. Un seul passage du semoir dépose les semences et les engrais dans le sol. Les résidus de culture demeurent à la surface du sol, assurant ainsi une protection contre l'érosion.

Le labour classique ou conventionnel est caractérisé par deux aspects principaux absents sous semis direct: le retournement et la fragmentation des horizons arables. Ceci implique une accumulation des résidus de culture en surface et une évolution naturelle de la structure du sol. Ainsi, il y aura création avec le temps d'un profil spécifique du semis direct.

Le non-labour, et bien avant le minimum labour, ont été mis au point par des chercheurs afin de limiter les phénomènes d'érosion. En effet, l'agriculture mécanisée était à l'origine du grand désastre "Dust Bowl" qu'ont connu les grandes plaines américaines dans les années 30. La découverte des herbicides pendant les années 60 a encouragé l'épanouissement du semis direct comme étant une technique culturale simplifiée, rapide, rentable et respectueuse de l'environnement.

Le semis direct est basé sur quatre principes:

- La suppression totale du travail du sol y compris le labour;
- La couverture permanente du sol par des résidus de récolte. Historiquement, les résidus de récolte ont été utilisés comme aliment de bétail, une source d'énergie et de chauffage pour l'homme; l'excès des résidus est brûlé ou enfouï dans le sol pour faciliter les opérations de labour et contrôler les mauvaises herbes et parasites. Toutefois, mis à part son utilisation comme aliment pour bétail, les autres fonctions ne sont plus justifiables;
- Le semis avec des semoirs spéciaux à travers cette couverture de résidus;
- Le contrôle des mauvaises herbes par des herbicides. Sous systèmes classiques, la propagation des mauvaises herbes est maîtrisée par des labours, mais aussi avec des herbicides. Toutefois, en semis direct, seul l'option chimique, intégrée à la pratique de la rotation et des variétés compétitives, est possible.

Équipement du semis direct et gestion des résidus

Sous semis direct, le sol est totalement protégé contre l'érosion et l'évaporation par une biomasse sèche laissée en surface, le sol n'est plus travaillé, le semis s'effectue directement dans cette biomasse par des semoirs spéciaux équipés à cet effet. Le sol n'est donc perturbé que pour le semis et l'injection des éléments fertilisants. En matière de technologie agricole, le semis direct est le plus révolutionnaire.

Un équipement spécialisé est essentiel pour réussir avec succès un semis direct. Un bon semoir pour semis direct coupera facilement à travers les résidus et placera la semence à une profondeur précise. La précision de placement de la semence et son contact avec le sol sont les clés de ce succès et aideront à réaliser une levée homogène de plantules vigoureuses.

Un semoir direct est composé de trois types d'organes: Organes ouvreurs (Coutres, Tableau 1), Organes semeurs (Tableau 2) et roues tasseuses. Les études réalisées au Maroc montrent que le semoir à soc pénètre plus facilement le sol et permet un emplacement préférentiel des engrais et des semences et aide à réaliser un bon contact sol-semence et une bonne levée.

Selon l'organe semeur, le semoir direct peut être classé en deux catégories: semoir à disques ou semoir à socs. L'organe semeur doit satisfaire 3 critères nécessaires pour une bonne implantation de la culture, à savoir:

- Pénétrer la surface du sol sans trop de manipulation;
- Ouvrir un sillon dégagé de résidus;
- Placer les semences (et les engrais) avec précision à une profondeur uniforme.

L'organe ouvreur ou coutre est essentiel pour éviter le bourrage des organes semeurs et réaliser des semis aux profondeurs appropriées. Cet organe doit couper les résidus en surface et créer une ligne de semis pour l'organe semeur. Il est généralement de forme circulaire et est présent sous quatre formes (Tableau 1). Selon la forme du coutre, l'abondance des résidus et

Tableau 1 : Caractéristiques des organes ouvreurs ou coutres pour semoir semis direct

Type de Coutre*	Caractéristiques et conditions d'utilisation
	A bord lisse: Permet un sillon étroit et moins de manipulation de la ligne de semis. Conditions d'utilisation: Limité par la vitesse de traction.
	A bord en bulles: Très tranchant permet de couper facilement les résidus et la forme en bulle permet une plus grande perturbation du sol et dégage les résidus des deux côtés du sillon. Conditions d'utilisation: Utilisé en conditions sèches et particulièrement pour les sols sableux ou grossiers. Fonctionne indépendamment de la vitesse de traction.
	A bord en ridules: Pénètre le sol facilement et crée un sillon fin. Utilisé surtout pour les prairies. Conditions d'utilisation: Sols argileux lourds. Préféré pour les conditions humides. Fonctionne indépendamment de la vitesse de traction.
	A bord Cannelé ou Ondulé: Plus le coutre est cannelé ou ondulé plus le sillon est large et perturbé. Conditions d'utilisation: Utilisé pour tous les sols. A des vitesses élevées, le sillon est très large et le contact sol-graine doit être assuré par des roues tasseuses appropriées.

* La largeur en pouces, la forme et la hauteur du sillon sont aussi présentés.

Tableau 2 : Avantages et Inconvénients des semoirs directs

Semoir à Soc		Semoir à Disques*	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle de profondeur de semis ● Pénétration en conditions de sol sec ou dur ● Bon contact sol-semence ● Bon tassement ● Meilleur emplacement des fertilisants ● Utilisation en conditions de terrains difficiles: sols caillouteux, rugueux, en pente... 	<ul style="list-style-type: none"> ● Besoin de force de traction élevée ● Poids élevé (transport) ● Grande manipulation ou perturbation du sol (écartement faible entre semeurs) ● Bourrage en sols couverts de quantités importantes de résidus 	<ul style="list-style-type: none"> ● Positionnement uniforme des semences si les résidus sont bien répartis en surface ● Moins de manipulation du sol ● Bon tassement 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inopérant en conditions de fortes quantités de résidus en surface: mauvais contact sol-semence et semis superficiel ● Disques sont plus chers ● Masses glourdissantes pour pénétrer facilement

* Simple, double et triple.

l'état du sol (dur ou sec), l'organe semeur réalisera un bon ou un mauvais semis. Par exemple, le coutre lisse coupe facilement les résidus mais perturbe moins la ligne de semis. L'installation de la culture est donc en premier lieu affectée par le passage du coutre qui ne doit pas enfoncer les résidus dans le sillon et doit éviter le contact paille-graine.

Les roues tasseuses ont pour rôles de couvrir (fermer) le sillon et améliorer le contact sol-graine.

Semis direct et rentabilité économique

En renonçant au labour, on réduit de façon importante les coûts de production par réduction des dépenses d'énergie, de main d'œuvre et d'équipement. Sous semis direct, on assiste à une diminution de consommation en carburant par hectare, à une baisse en investissement en machines et une augmentation de la longévité des tracteurs.

Sous semis direct, il y a une réduction des effets des aléas climatiques et par conséquent le risque pour les agriculteurs est faible. En effet, sous semis direct il y a une meilleure mobilisation de l'humidité du sol, ce qui assure une production plus stable. Donc, il est possible de réaliser des rendements économiques par passage au semis direct, tout en conservant le sol.

Semis direct et productivité

Les cultures en semis direct sont plus productives et lucratives qu'en travail du sol. Cette amélioration de la productivité est directement liée à la canalisation de l'humidité et de la matière organique au profit des cultures sous ce système (Figures 2 et 3 respectivement pour blé continu et blé-jachère). En effet, sous semis direct un horizon arable productif se forme. Il est caractérisé par une importante bio-structure, une agrégation développée, une richesse en éléments nutritifs, une activité biologique et microbienne intense et des propriétés physiques, hydriques et hydrodynamiques améliorées par rapport au labour (Figure 4). C'est cet horizon qui définira une agriculture durable respectueuse de l'environnement. Ainsi, à un travail mécanique du sol se substitue un travail biologique qui protège les sols des agents agressifs et érosifs et aide au développement d'un horizon particulier productif.

Simultanément à l'augmentation des rendements sous semis direct, et la gestion durable du sol et des systèmes de cultures, la qualité des productions est aussi améliorée. Ce double intérêt des systèmes de semis

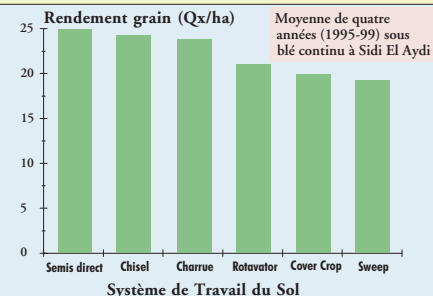


Figure 2: Effet du système de travail du sol sur le rendement grain du blé à Sidi El Aydi (Mrabet, 2000)

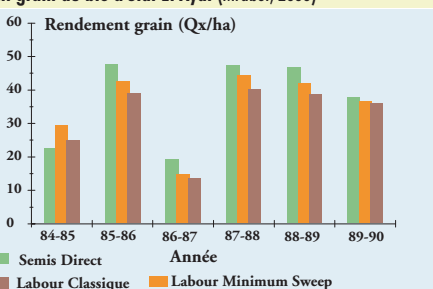


Figure 3: Effet du Système de Travail du sol sur le rendement grain à Sidi El Aydi sous rotation blé-jachère entre 1984-1990 (Bouzza, 1990 et Mrabet, 2000)

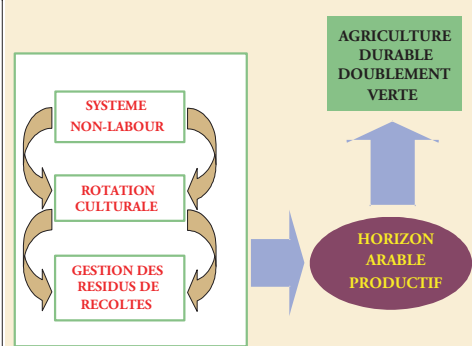


Figure 4: Le système Non-labour aide au développement d'un horizon arable sans contraintes chimiques, physiques ou biologiques, primordial pour une agriculture durable en milieu semi-aride marocain.

direct augmente les performances économiques des agriculteurs.

D'autres raisons justifient la nécessité d'adopter ces systèmes au Maroc, en plus des moindres coûts opérationnels et d'investissement. Il s'agit de la plus grande facilité de semis et la réduction des pertes de production en années sèches.

Semis direct et conservation/qualité de l'eau

La ressource eau demeure le facteur limitant la production céréalière en zone semi-aride marocaine. L'isolement de la surface du sol par un mulch de résidus végétaux provoque un ombrage du sol, réduit la turbulence éolienne et limite les échanges entre le sol et l'atmosphère. La limitation des transferts thermiques et hydriques entre le sol et son milieu ambiant extérieur favorise l'accumulation de l'eau et retarde l'évaporation et le réchauffement du sol.

Le semis direct sauvegarde l'eau en améliorant l'infiltration. Avec l'amélioration des propriétés de rétention d'eau du sol sous semis direct, plus d'eau sera stockée. Le tableau 3 démontre l'importance du non-labour dans l'amélioration du stockage d'eau par la jachère.

Semis direct et qualité du sol

En supprimant le labour, et par conséquent l'enfouissement des résidus de récolte et des parties aériennes des adventices, il y a une accumulation en surface du carbone organique par rapport au travail du sol classique (Figure 5). Le non-labour réduit la minéralisation de la matière organique de l'ancienne couche travaillée. Ceci peut être expliqué par les nouvelles conditions édaphiques (température, humidité et aération) qui se développent sous non-labour pour le fonctionnement des populations microbiennes. En effet, l'augmentation en matière organique provoque une amélioration de la biomasse microbienne à la surface du sol. Ces améliorations biologiques et biochimiques du sol affectent très positivement la structure du sol qui devient très bien agrégée (Figure 6). L'enrichissement en azote, en phosphore et autres éléments nutritifs est une autre conséquence qu'induit l'adoption du semis direct.

Le paillis ou biomasse sèche en surface constitue le moteur biologique essentiel du semis direct en améliorant les propriétés des trois phases du sol (matrice, air et eau), en plus de la partie biologique. C'est à travers ces améliorations que les systèmes de culture deviennent durables, voire pérennes.

Semis direct et protection de l'environnement

Le semis direct préserve l'environnement en réduisant les pertes de sol et d'éléments nutritifs et l'entraînement de produits de traitements et en améliorant la qualité de l'eau et de l'air. Le non-labour est le moyen privilégié pour lutter contre l'érosion hydrique et éolienne. En effet, la couverture en résidus végétaux contrôle les pertes en eau par ruissellement et par le vent. Le semis direct réduit l'érosion (hydrique et éolienne) au niveau de la parcelle, de l'exploitation et du bassin versant et valorise les aménagements habituels de conservation des sols (banquettes et terrasses) alors que le travail du sol avec des engins à disques érode le sol et réduit le stock en matières organiques.

Le semis direct permet un prévention de la pollution des nappes phréatiques, des cours d'eau et des barrages par rétention des nitrates et des pesticides et par diminution de la charge solide des ruissellements.

En arrêtant les travaux du sol, le sol est transformé en un réservoir de carbone et par conséquent le semis direct contribue à la réduction des émissions de gaz carbonique et l'effet de serre.



Semoir Direct Pneumatique (USA)

Sous semis direct il y a une reconversion du processus de dégradation accélérée par le travail mécanisé du sol vers une reconstitution de la qualité des ressources sol, eau et air (Figure 1). Ce système est souvent qualifié de "système écologique" et l'agriculture en semis direct d'agriculture durable doublement verte, associant la production et la préservation de l'environnement.

Semis direct et systèmes de culture

En plus d'une stabilité des systèmes de culture, le semis direct permet d'améliorer les performances agro-économiques. L'élimination des travaux du sol permet un gain de temps pour faire d'autres choses (activités agricoles ou autres) et le gain en humidité du sol permet de diversifier les cultures. En effet, les recherches ont montré que l'efficacité d'utilisation de l'eau est améliorée sous semis direct pour toutes les cultures et ainsi différentes rotations peuvent être adoptées en fonction des conditions hydriques, pédologiques et topographiques.

Semis direct et contrôle des mauvaises herbes

Du fait que le labour ne fait plus partie du système, les mauvaises herbes doivent être contrôlées à l'aide des herbicides. Il faut donc élaborer une stratégie de contrôle, qui doit être dynamique sachant que la gamme des espèces de mauvaises herbes change avec le temps sous semis direct. Cette stratégie doit aussi inclure la rotation et des cultures compétitives.

Maintenir le contrôle des mauvaises herbes dans un champ en semis direct est un défi durant les premières années de son implantation. On note en général une diminution relative du taux d'infestation des espèces annuelles dans les parcelles de jachère chimique au fil des années au profit de plantes vivaces comme *Echium elaterium* (Momordique), *Anchusa azurea* (Buglosse d'Italie), *Convolvulus arvensis* et *C. Althaeoides* (Liseron). Les graminées pérennes sont représentées principalement par *Cynodon dactylon* (chiendent).

A long terme, on assiste à une spécialisation de la flore qui a tendance à devenir caractéristique du système de semis direct. Plusieurs auteurs ont signalé un changement de la composition de la flore adventice après conversion vers le semis direct. Il faut noter que les variations de la qualité du sol dues au non-labour sont des facteurs très déterminants qui modèlent la composition de la flore, aussi bien qualitativement que quantitativement.

L'extension du semis direct a été facilitée surtout par l'usage d'herbicides non sélectifs. L'efficacité de ces produits est sans équivoque. Pour réussir l'élimination des mauvaises herbes sans affecter la production grainière ni en qualité ni en quantité, le contrôle doit être réalisé précocement en utilisant des herbicides de pré-semis et résiduels. Le désherbage précoce accentue le contrôle des plantes indésirables en début de saison. Plusieurs études ont été effectuées dont l'objectif est de réduire les coûts des traitements par ces herbicides en utilisant de faibles doses avec un très faible volume d'eau. Les herbicides anti-graminées non sélectifs disponibles au Maroc sont nombreux et peuvent être recommandés sans aucune restriction contre les graminées annuelles. En culture continue du blé, le brome est la mauvaise herbe la plus redoutée. Son contrôle pourrait être assuré par un herbicide résiduel récemment homologué au Maroc.

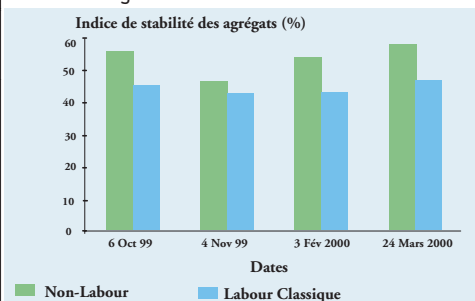


Figure 6: Evolution de l'agrégation hydrostable (%) au cours d'une jachère chimique et travaillée dans un sol tirs (Essai a commencé en 1994 à Sidi El Aydi)

Tableau 3: Efficience de stockage d'eau par la jachère (%) en fonction du management et du travail du sol (Bouzza, 1990)

Travaux du Sol de Saison	Management de la jachère				
	Chimique	Travaillée au Sweep	Conventionnelle	Pastorale	Moyenne
Sans labour	28	21	18	10	19
Chisel	22	18	19	10	17
Rotavator	24	19	18	10	18
Pulvériseur à disques	24	20	18	10	18
Moyenne	25	19	18	10	18

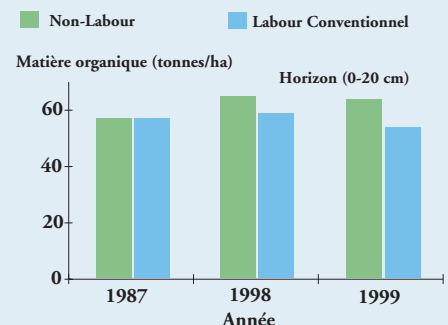


Figure 5: Evolution de la teneur en matière organique sous labour classique et non-labour dans un sol tirs (Essai a commencé en 1987 à Sidi El Aydi)

Les herbicides anti-dicotylédones recommandés sont particulièrement ceux possédant une rémanence assez longue pour maintenir la culture propre sans pour autant être problématique pour d'autres cultures. Ces herbicides appartiennent aux familles des sulfonyleures. L'ensemble des plantes dicotylédones vivaces échappe aux herbicides précités. Cependant, leur élimination peut se faire plus ou moins avec succès en utilisant les phytohormones à base de 2,4 D. Quant aux graminées vivaces dont l'infestation est généralement répartie par foyers localisés, le glyphosate est l'herbicide à recommander.

Semis direct et entretien des cultures

Le non-labour signifie aussi le maintien des résidus à la surface du sol, ce qui probablement engendre plus de maladies, surtout des racines. En effet, le sol est plus froid et plus humide et les restes de végétaux sont des sources de spores et autres formes de dissémination de maladies. Toutefois, la pratique de la rotation, jumelée à des luttés préventives contre ces maladies et l'utilisation de semences saines et traitées, diminuent les risques d'attaques. Avec le temps, l'activité biologique s'intensifie, l'aération du sol et les conditions hydriques et physiques s'améliorent, rendant le sol un milieu défavorable et résistant au développement des maladies.

Semis direct et adoption

Les effets micro-économiques très positifs associés au semis direct permettront un développement du milieu rural marocain en améliorant la productivité de la terre et du travail, en réduisant les temps et la pénibilité des travaux et aussi en garantissant une diversification des productions agricoles.

A travers le monde, la superficie des terres sous le non-labour a augmenté de 2,2 millions d'hectares en 1974 à 40 millions d'hectares en 1997 (Figure 7). Les techniques de semis direct peuvent être ajustées pour des conditions pédo-climatiques variées. Les différentes institutions internationales essayent d'internationaliser le semis direct.

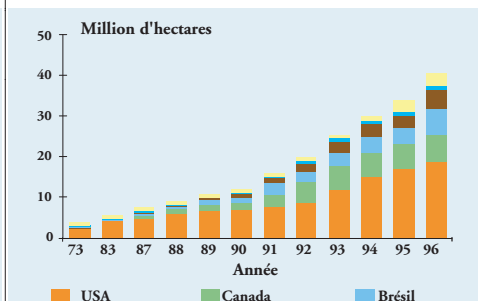


Figure 7: Evolution dans le temps des superficies sous semis direct dans le monde

Tableau 4 : Comparaison entre le labour conventionnel, simplifié et semis direct

Critères	Labour classique	Labour simplifié	Semis direct
Contrôle de l'érosion	Mauvais	Modéré	Meilleur
Conservation de l'eau	Moyenne	Bonne	Excellente
Problème de fertilité	Non	Non	Non/Oui
Consommation d'énergie	Elevée	Intermédiaire	Faible
Besoin en main d'œuvre	Grande	Modérée	Faible
Taille d'exploitation	Large	Large	Indépendant
Réduction attaques insectes et parasites	Meilleure	Modérée	Modérée
Dépendance des herbicides	Faible	Moyenne	Grande
Besoins en fertilisants	Elevée	Modérée	Faible
Semoir spécialisé	Non	Non/Oui	Oui
Nécessité de nouvelles techniques	Non	Intermédiaire	Grande
Opportunité pour plusieurs cultures	Limitée	Modérée	Grande

Les avantages associés au semis direct seront la garantie d'une acceptabilité et d'une diffusion rapide de cette technologie. Ce système sera l'origine d'une nouvelle révolution agraire au Maroc comme c'était le cas au Brésil, en Argentine et dans d'autres pays en développement.

Cependant, il faut signaler que deux problèmes majeurs peuvent retarder l'adoption du semis direct au Maroc: la disponibilité des semoirs directs adéquats et la gestion des résidus. En plus, la gestion et l'entretien de la culture doivent être bien appréhendées par les agriculteurs à travers des actions de formation et de sensibilisation.

Conclusions

L'ancienne méthode de labour intégral qui laisse la surface du sol exposée à l'érosion doit être abandonnée. L'utilisation de paillis de chaume, destinés surtout au début à réduire l'érosion, doit devenir une pratique courante. Le semis direct améliore la productivité du sol en réduisant l'érosion hydrique et éolienne, le tassement et le compactage. Il améliore aussi la stabilité structurale, la porosité, la portance, la teneur en humus, l'activité biologique, le peuplement de vers de terre et l'enracinement.

En outre, les systèmes de semis direct permettent une économie d'énergie et de force de traction du fait que seule une zone très réduite est travaillée par les éléments d'enterrage du semoir. Il diminue donc les coûts de production en réduisant la capacité de travail, le nombre de passages, les besoins en main-d'œuvre, l'usure du matériel et la consommation de carburant. Le semis direct permet aussi de maintenir les objectifs de production et de protéger la qualité de l'environnement en aval et en amont. Le tableau 4 compare les systèmes de semis direct, de labour simplifiés ou minimum labour et les labours classiques.

L'agriculteur marocain, en adoptant le semis direct, s'intègre dans une nouvelle approche d'exploitation de ses terres. En effet, en arrêtant de faire les labours, l'agriculteur commencera une nouvelle stratégie de gestion des cultures et des terres pleine de promesses et de performances. En adoptant le semis direct, l'agriculteur marocain produira pour sa famille et pour les générations futures ■.

Dr. Rachid MRABET
Maître de recherche
INRA/Centre Aridoculture, Settat



Photo 2: Semis effectué à l'aide du semoir direct combiné

Développement d'un Semoir Direct Combiné adapté aux conditions sèches

Dans le cadre d'un projet de recherche-développement commun entre l'IAV Hassan II et l'INRA, financé par la DERD relevant du Ministère de l'Agriculture, une équipe du Département de Machinisme Agricole: El Hassan BOURARACH (prof., responsable du projet), Saïd EL HOUSNY (Ing.), Zakaria AISSAOUI (Ing.), Abdellatif OUABBOU (Tech.), Mohamed MEZOUARI (Tech.) et Larbi EL AMRI (Tech) de l'IAV Hassan II a conçu et fabriqué un prototype de semoir direct combiné adapté aux conditions locales (application en sol sec) des zones arides et semi-arides marocaines (Photo page 1). Ces zones représentent plus de 5 millions d'hectares. Les essais menés au Maroc, ont montré que les semoirs directs à disques commercialisés n'ont pas un pouvoir de pénétration suffisant en sol sec, et par conséquent la qualité du lit de semences et de recouvrement des graines laissent à désirer.

Le prototype a été conçu sur la base d'un cahier des charges établi selon les objectifs visés et de certaines orientations. La conception s'est concentrée sur le système d'enterrage soumis à des contraintes mécaniques qui entravent le développement de la technique du semis direct au Maroc. Quant aux autres organes du prototype, ils sont similaires à ceux d'un semoir classique (trémie, transmission, distribution). Le premier modèle de système (prototype élémentaire) a subi une série d'essais dans des conditions de sol extrêmes (sols secs, couverts de débris végétaux et dénivelés). Après plusieurs modifications et améliorations, un système d'enterrage a été mis au point. Celui-ci fonctionne avec satisfaction et répond aux exigences précitées (coupe des résidus, pénétration suffisante, recouvrement satisfaisant, régularité de la profondeur de semis). Le système ainsi conçu est constitué des éléments suivants (Figure 1):

- Un disque plat monté à l'avant, tranche les résidus végétaux pour éviter les risques de bourrage, et ouvre un sillon étroit. Cet élément est important dans la mesure où le semis direct repose sur la présence des résidus des cultures en surface et sur leur bonne gestion.
- Un soc ouvreur caractérisé par un pouvoir de pénétration suffisant en conditions sèches, suit le disque, ouvre et émiette le sillon en perturbant une quantité de sol apte à recevoir les semences et les engrais (contenant suffisamment de terre fine).
- Un élément semeur et un localisateur d'engrais, montés sur un parallélogramme déformable. Ce dispositif permet à chaque élément semeur de suivre les dénivellations du sol.
- Un système de réglage de la profondeur de semis et de dépôt d'engrais. Il permet d'ajuster la position de l'engrais à environ 8 cm pour qu'il soit disponible dès le démarrage de la plante et celui de la semences à environ 5 à 6 cm.
- Deux roues plombeuses disposées en arrière, assurent le recouvrement, le tassement et la limitation de la profondeur de semis et de dépôt d'engrais.

A partir des spécifications du cahier de charge et des données de base que nous avons obtenues lors des tests préliminaires effectués sur le prototype élémentaire (composé d'un seul élément), nous avons dimensionné chaque élément et pièce du semoir. Ainsi, le semoir direct développé est composé de 13 éléments semeurs espacés de 17,5 cm et a une largeur

de travail de 2,30 m, une capacité de la trémie de 620 litres, répartie en deux contenances de 370 l pour les semences et 250 l pour les engrais, un poids à vide de 1230 kg. Ces caractéristiques répondent au cahier des charges et sont adaptées à la capacité du relevage hydraulique et à la puissance du tracteur le plus répandu chez les agriculteurs (70 à 80 CV). Il est muni de distributeurs à cannelures commerciaux combinés (engrais/semences) et d'agitateurs placés au fond des deux compartiments de la trémie. Des chaînes et des engrenages assurent la transmission du mouvement depuis les roues d'entraînement (Une roue pour le système de distribution d'engrais et une roue pour celui des semences). Ce semoir est porté à l'aide d'un attelage trois points de catégorie II et mesure 3 m de largeur hors-tout.

Le prototype a été fabriqué au sein de l'Atelier de Génie Mécanique du Département de Machinisme Agricole de l'IAV Hassan II à Rabat. Certains travaux ont été réalisés chez la société ATMAR à savoir le coulage à chaud des étançons et le pliage des tôles de la trémie. Il est possible dans le cas du travail en série de réduire les travaux de fabrication à venir en procédant à l'élaboration de certaines pièces par moulage ou forgeage.

Après montage et mise au point, nous avons testé au laboratoire et au champ le fonctionnement des systèmes de distribution, de transmission, de l'écoulement des engrais et des semences et de leur mise en terre. Ces tests ont fait ressortir que le niveau de charge dans la trémie n'a pas d'effet significatif sur les débits d'engrais et de semences obtenus et qu'il n'y a pas de différence significative entre les distributeurs. Par ailleurs, aucun écrasement des semences n'a été constaté.

Au champ, le semoir direct a été testé sur trois types de sols contrastés et a répondu aux exigences du cahier des charges, en particulier la pénétration des disques et des socs, la régularité de la profondeur de semis, la séparation lors de la mise en terre entre l'engrais et les semences, ainsi que la coupe des résidus ont été satisfaisants. La traction et le transport en position portée ont été effectués sans aucune difficulté à l'aide d'un tracteur de puissance moyenne. Au cours de la campagne agricole 1997-98 les rendements en céréales obtenus avec une installation en sec et une conduite en irrigué à l'aide de ce semoir, sans travail du sol préalable (c à d. Le coût minimum à l'installation) ont dépassés les 50 qx/ha (Photos 2 et 3).

Le coût de réalisation du prototype s'élève à 66.000 Dh environ. Comparé à ceux des semoirs commerciaux (85.000 à 100.000 Dh), il est moins coûteux et à la portée de bon nombre d'agriculteurs. Nous estimons les besoins à environ 20.000 à 30.000 unités et nous pensons qu'après industrialisation, le prix de ce semoir pourra être réduit d'au moins un tiers.

L'Association R&D Maroc a discerné au prototype ainsi développé le deuxième prix du Concours National de l'Invention et l'Innovation Technologique pour 1999. Des contacts sont en cours pour sa fabrication en série ■.

Pr. E.H. BOURARACH

Département de Machinisme Agricole
IAV Hassan II

Vue de profil semoir direct combiné



Photo 3: Parcelle semée au semoir combiné à la récolte

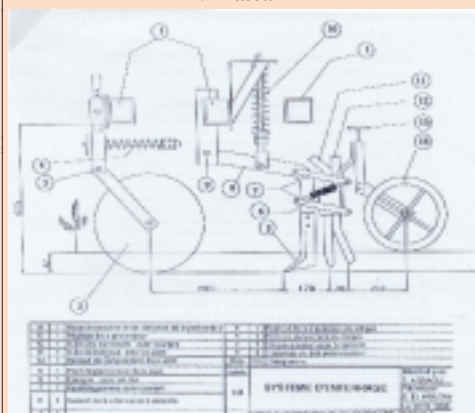


Schéma technique du semoir direct combiné