



# TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MAMVA/DERD

● N° 23 ● Août 1996 ●

IAV Hassan II

## Quel Moyen de Traction pour la Petite Exploitation Agricole?

### INTRODUCTION

Depuis sa découverte et la multiplication de ses utilisations, le tracteur est devenu la base de toute mécanisation agricole. Néanmoins, l'acquisition du tracteur standard ne peut être justifiée dans toutes les situations. La taille de l'exploitation est l'un des critères les plus déterminants. En effet, les frais de possession du tracteur ne deviennent supportables pour une exploitation agricole qu'à partir d'une durée minimale d'utilisation annuelle. Celle-ci est étroitement liée à la taille de l'exploitation.

Pour pallier à cet inconvénient, plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- le recours à des tracteurs de faible puissance : mini ou petit tracteur
- l'utilisation des motoculteurs : tracteur à un seul essieu de faible puissance
- l'adoption ou le maintien de la traction animale.

L'objectif du présent article est de mener une comparaison entre différents moyens de traction susceptibles de servir de base pour la mécanisation des petites exploitations agricoles. Les critères de comparaison sont la qualité du travail exécuté par le couple (moyen de traction, outil de travail), le besoin en temps de travail, le besoin en énergie primaire, le coût de revient de l'opération, la polyvalence, la maniabilité, le confort et la simplicité d'utilisation eu égard au niveau de technicité des agriculteurs.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le labour, un des travaux agricoles les plus exigeants en puissance, a servi pour mener la comparaison entre les moyens de traction suivants :

- TS: Tracteur standard** 52 kW équipé d'une charrue simple à deux socs  
**PT: Petit tracteur articulé** 13 kW équipé d'une charrue simple à deux socs  
**MG: Motoculteur 13 kW** équipé d'une charrue réversible monosoc  
**MP: Motoculteur 3 kW** équipé d'une charrue réversible monosoc  
**AA: Attelage animal** composé de deux mulets et d'un araire métallique

Les charrues utilisées sont celles qui vont normalement avec les moyens de traction ici considérés.

Les essais ont été effectués sur des parcelles de 4m x 100m. Le nombre de répétitions est de 4. Pour chaque attelage, le travail a été exécuté par un opérateur suffisamment entraîné. Au cours des essais, les données de base suivantes ont été établies :

- **largeur effective de travail**: moyenne par passage
- **profondeur du travail**: 50 valeurs par parcelle d'essai
- **temps des travaux**: selon la méthode des temps élémentaires développée par Kreutznach.
- **consommation horaire**: en carburant pour les tracteurs et les motoculteurs.

Des observations qualitatives ont été également faites pour caractériser le travail exécuté. Taille des mottes, proportion de terre fine, ampleur des crevasses, apparition de mauvaises herbes ou de paille en surface, localisation de la matière organique fraîche, degré d'émiettement de la masse, dimensions des cavités, et disposition relative des mottes.

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

La diversité des moyens de traction comparés a marqué également les résultats obtenus. Si on examine la qualité du labour obtenu, en considérant la profondeur de travail et la caractérisation qualitative, on constate que :

- pour l'attelage animal (AA), le labour obtenu est peu profond (**Tableau 1**) et peu régulier. Les parcelles sont parsemées de charnières et de mottes lissées. La profondeur de travail est très limitée par l'effort de traction permis.
- pour le petit motoculteur (MP), la profondeur de travail se trouve relativement améliorée par rapport à l'attelage animal: on passe de 11,0 à 12,9 cm. En plus de la puissance disponible, les possibilités de réglage offertes par la construction de la charrue permettent de l'adapter à plusieurs situations. Le labour obtenu est anguleux et régulier avec un enfouissement intermédiaire des résidus de paille ou de mauvaises herbes.
- pour le grand motoculteur (MG), la profondeur obtenue est comparable à celle obtenue par les tracteurs (15 cm). Le labour

### SOMMAIRE

n° 23

### MÉCANISATION II

- Quel moyen de traction pour la petite exploitation agricole?.....p.1
- Quelles techniques de battage pour les zones de montagne? ...p.2
- Développement d'un semoir combiné pour des exploitations à revenu limité..... p.4

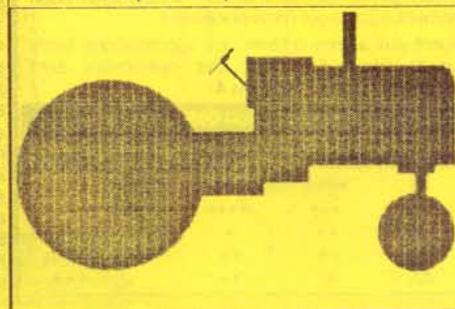
obtenu est à fort micro-relief dû à la conservation de l'individualité des bandes labourées qui, sous leur propre poids, reprenaient souvent leur place après le passage du corps de charrue.

**Tableau 1: Valeurs moyennes de la profondeur et de la largeur effectives de travail**

Moyen de traction	Profondeur (cm)	Largeur (cm)
TS	15,2	84,0
PT	15,2	51,0
GM	15,1	28,0
PM	12,9	17,0
AA	11,0	27,0

Dans les trois cas précédents, la vitesse d'avancement reste toujours tributaire de l'opérateur qui marche derrière l'attelage. L'effet de la vitesse d'avancement sur l'intégrité et la position finale des bandes de terre découpées dans le sol est très minime. L'ameublissement dû à cet effet est donc très limité, voire inexistant. Les valeurs moyennes de la largeur de travail s'échelonnent entre 84 cm pour le TS et 17 cm pour le PM. La valeur de 27 cm réalisée par l'AA peut être expliquée par la souplesse de manipulation et l'irrégularité du labour (existence de charnière).

Pour le petit tracteur (TP), un labour arrondi et régulier à bandes alignées et inclinées a été obtenu. La présence de terre fine est surtout due à la vitesse d'avancement élevée rendue possible par le tracteur.



● Le tracteur standard est ici envisagé pour servir de référence comme cellule motrice polyvalente au service de toute exploitation agricole.

La largeur effective de travail est étroitement liée à la puissance disponible et à la profondeur de travail ainsi qu'à la construction de la charrue et les possibilités de réglage qu'elle offre.

Le tableau 2 regroupe les valeurs de la vitesse d'avancement et du temps de travail accomplis par les attelages comparés. Ces derniers peuvent être caractérisés par deux gammes de vitesse: les tracteurs avec des vitesses supérieures à 1 m/s et les motoculteurs et l'attelage animal avec des vitesses inférieures à 1 m/s. Dans ce dernier cas, l'opérateur marche à pied et une amélioration est difficile à réaliser à ce niveau.

**Tableau 2: Vitesse d'avancement et temps de travail**

Moyen de traction	Vitesse d'avancement (Km/h)	Temps total de travail (hMO/ha)	Surface travaillée (m <sup>2</sup> /h)
TS	5,0	4,5	2222
PT	4,3	9,7	1031
GM	1,8	24,4	410
PM	1,4	29,5	339
AA	3,2	32,4	309

Le besoin en temps de travail dépend étroitement de la vitesse d'avancement et de la largeur effective de travail. Il varie entre 4,5 hMO (heures de main d'œuvre) pour le TS et 32,4 hMO pour l'AA, soit 7,2 fois. Les valeurs obtenues avec les motoculteurs correspondent à 5,4 (GM) et 6,6 fois celle du TS.

Pour ce qui est des besoins en énergie primaire, ils varient de 440,5 à 1912,8 MJ/ha quand on passe du GM à l'AA. Le besoin en énergie sous forme de carburant entre pour plus de 70% du total pour les tracteurs et motoculteurs. Le travail humain et les outils contribuent relativement peu aux dépenses énergétiques. Le moyen de traction représente 4,5 à 21,9% du besoin total en énergie pour les tracteurs et motoculteurs et 84,7% pour l'attelage animal.

L'évaluation des dépenses s'appuie sur les données établies à partir des essais, mais aussi sur des estimations faites en tenant compte de la réalité marocaine. Les principaux postes composant le coût de l'opération étudiée sont représentés dans le Tableau 3. Le coût global est compris entre 418 Dh/ha pour le PT et 911 Dh/ha pour l'AA. Les deux postes "Moyen de traction" et "Carburants (tracteurs et motoculteurs)" entrent respectivement pour plus de 29% et de 22% dans le coût total. Le coût des outils peut paraître excessif. L'explication peut être recherchée au niveau de la surface supposée annuellement travaillée et la durée d'amortissement admise. Le coût inhérent à la main d'œuvre représente entre 5% (TS) et 20% (AA) du total.

**Tableau 3: Dépenses (Dh/ha)**

Moyen de traction	Tracteur ou animaux	Travail humain	Outils	Carburants	Total
TS	175,6	25,2	99,0	205,9	505,7
PT	158,2	54,3	112,0	93,7	418,2
GM	329,6	136,6	112,0	210,9	789,1
PM	249,9	165,2	64,0	359,4	838,5
AA	702,1	181,4	28,0	-	911,5

Les postes les plus lourds et où des possibilités d'économie seraient envisageables sont le coût moyen de traction et le coût du carburant. Ce dernier poste, s'il était maîtrisé, contribuerait énormément à soulager l'environnement.

Quant aux autres critères, les appréciations faites sur la base des avis des opérateurs sont résumées dans le Tableau 4.

**Tableau 4: Appréciation des autres critères**

Traction	Polyvalence	Maniabilité	Confort	Accès
TS	++++	+++	++++	-
PT	+++	++++	+++	+
GM	++	+	-	++
PM	++	++	+	++
AA	+	++	-	+++

## CONCLUSION

L'utilisation des motoculteurs permet une qualité de travail améliorée par rapport à la traction animale. Le temps de travail qu'il réalisent se trouve aussi nettement amélioré.

Du point de vue énergétique, les besoins en énergie primaire des motoculteurs pour l'exécution du labour sont d'au moins trois fois ceux des autres attelages. Ceci implique une surcharge élevée de l'environnement.

Le coût à l'hectare du labour est minimum pour le petit tracteur. Il atteint son maximum pour l'attelage animal.

Du point de vue ergonomique, le petit tracteur est le plus apprécié de tous les moyens de traction étudiés.

Par E.H BAALI

Département de Mécanisme Agricole,  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

# Quelles techniques de battage pour les zones de Montagne?

## INTRODUCTION

Dans la commune de Tanant de la province d'Azilal, l'agriculture est du type traditionnel de montagne et repose sur un système de production à vocation agricole pluviale/élevage destiné à l'autosuffisance alimentaire. La superficie agricole utile (SAU) par exploitation est faible 3,4 ha en moyenne (Boulemnazel, 1993) et le morcellement est très poussé. L'orge et le blé constituent les cultures principales de la région et occupent plus de 90 % de la SAU. Ils sont cultivés dans des parcelles coplantées d'arbres fruitiers (amandier et olivier notamment) hétérogène et très dense. L'orge occupe plus de 60% des assolements et donne un rendement très faible et variable: 6 à 14 qx/ha. Son importance dans le système de culture se justifie par son utilisation comme aliment principal de subsistance: grain pour l'homme et paille pour le cheptel.

Le système de production végétale se caractérise entre autres par la rareté des parcours collectifs, la pauvreté des parcours forestiers et la faiblesse des productions fourragères. Selon Boulemnazel (1993), le déficit moyen enregistré dans un douar de la fraction de Ait-Nous-Jbel est de 372 UF/exploitation/an. Ce déficit devient important notamment avec les années de sécheresse où le Kilogramme de paille monte à plus de 0,75 Dh/Kg. L'effectif des animaux de trait est insuffisant pour accomplir l'ensemble des travaux agricoles et plus particulièrement le battage des céréales et des légumineuses. Pour cela, les paysans pratiquent l'emprunt qui peut englober les hommes et les animaux de battage ou recourent à l'emprunt. Certains achètent même un ou deux animaux pour compléter le groupe nécessaire au battage et les vendent à la fin de la campagne.

Les inconvénients de la méthode traditionnelle de battage sont le coût élevé de l'opération, les conditions de travail (chaleur, vent chaud et sec, poussière), les difficultés d'aménagement d'aires de battage convenables (pente, fissures, végétation, pierres, nature du sol), le temps d'attente, les pertes enregistrées lors du transport, etc.

Ces dernières années, les paysans qui se trouvent dans des sites accessibles utilisent, quand ils peuvent, d'autres techniques de battage telles que le tracteur seul ou muni d'un pulvérisateur à disques, la moissonneuse-batteuse en poste stationnaire ou la batteuse entraînée par tracteur (Figure 1).

Les différentes techniques employées dans la région d'étude ont un coût d'utilisation élevé et nécessitent un investissement lourd pour des exploitations pauvres et à très faible revenu. Les batteuses employées et qui semblent plus ou moins adaptées ne peuvent malheureusement pas être utilisées partout. Leurs zones d'action sont très limitées à cause de leur dépendance du tracteur, de leur encombrement, des difficultés d'accès aux sites de travail, etc. Le nombre de moyens mis actuellement en œuvre pour effectuer l'opération de battage reste très en-deçà du besoin réel. Dans toute la province, on dénombre deux moissonneuses-batteuses, 91 tracteurs et 18 batteuses à poste fixe (MAMVA, 1993), ce qui ne représente que 4,2 % de l'effectif national qui se chiffre à 430 unités.

## OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'objectif de la présente étude est de faire une évaluation technique et économique d'une batteuse-vanneuse à poste fixe par comparaison avec les méthodes de battage pratiquées par les paysans de la zone d'étude.

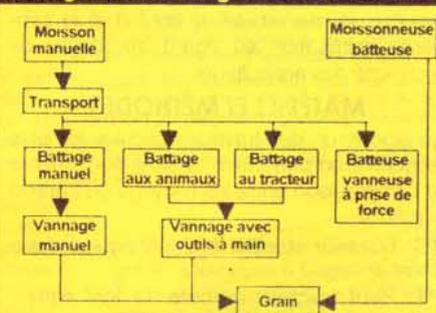
### Choix d'une machine et méthode d'approche

Les paysans de la fraction de Ait-Nous-Jbel nous ont demandé un moyen de battage susceptible d'améliorer les conditions de battage et donner une paille identique sinon se rapprochant le plus possible de celle obtenue par foulage aux animaux de trait. Les données du cahier de charge établi avec l'aide des paysans ont orienté notre choix vers une batteuse-vanneuse à poste fixe construite localement et dont le prototype a été importé d'Égypte en 1987/88 par deux organismes américains: CRS et MENA respectivement "Catholic Relief Services" et "Middle East and North Africa". Les caractéristiques principales de cette machine se présentent comme suit:

- poids: 100 Kg,
- dimensions hors tout: 2240x1900x2130 mm,
- batteur à broches de diamètre 400 mm,
- moteur Diesel de 5,9 kw,
- consommation: 1l/h,
- système d'attelage: une flèche, un anneau et un brancard.

Les essais de battage ont été réalisés dans la plupart des exploitations car dès les premières heures de démonstration tous les paysans voulaient utiliser la machine chez eux. Pour répondre à cette demande, nous avons formé un paysan pour s'occuper de la machine et confié la gestion aux chefs des villages. Les résultats qui seront présentés découlent de mesures directes et d'enquêtes auprès des agriculteurs concernés. Les éléments de comparaison sont les pertes et la qualité de la paille, les rendements, la puissance spécifique et les coûts d'utilisation.

**Figure 1: Les différentes techniques de battage et de vannage utilisées à Azilal**



Vos suggestions, remarques et contributions nous intéressent.... Adresser votre courrier à l'éditeur, B.P. 6446, Rabat-Instituts, Rabat, Tél./Fax (07) 77 80 63



## RÉSULTATS

### Types de battage

● Dans la plupart des zones accidentées, seuls sont utilisés les animaux pour le battage. Comme c'est le cas dans toutes les régions marocaines, on ne note aucune technique permettant d'augmenter la productivité du travail de battage des animaux telle que le battage écossais, le rouleau espagnol ou le patin à pierres dures très utilisé en Egypte. Lorsque le nombre d'animaux est insuffisant, les paysans recourent à l'emprunt ou pratiquent l'entraide qui peut englober les hommes et les animaux. Le battage traditionnel nécessite la construction d'une aire de battage, de préférence placée à côté de la maison, sur sol ferme et plat ce qui est souvent difficile à réaliser.

L'efficacité du battage-vannage traditionnel est influencée par l'état de la récolte, les animaux utilisés (âge, caractère, nombre, état de dressage, conformation, etc), le ratio MAG/G (matériel autre que le grain/ grain correspondant), la disponibilité et la vitesse du vent, etc.

● Le battage au tracteur seul ou muni d'un pulvérisateur à disques est une méthode utilisée dans les zones à accès facile, peu accidentées et disposant de peu ou pas d'animaux de trait. Cependant, l'usure provoquée au niveau des pneus, du mécanisme du pont arrière, des disques du pulvérisateur, etc, condamne l'utilisation de cet outil pour un tel travail.

● Les deux moissonneuse-batteuses utilisées dans la province d'Azilal sont du type à battre à battes ne permettant pas d'obtenir une paille hachée. Elles ne sont utilisées pour la récolte directe que dans quelques rares sites de plateaux où les parcelles sont grandes et ne contiennent pas d'arbres fruitiers, sinon elles sont employées en poste stationnaire. Le travail à la machine est plutôt rentabilisé par une qualité de travail qui est en général très médiocre: grande vitesse d'exécution, non-respect des réglages et de l'entretien recommandés, hauteur de coupe élevée, travail au-delà du seuil limite d'humidité, etc.

● La batteuse entraînée par prise de force du tracteur introduite dans la région d'Azilal il y a quelques années, s'avère bien adaptée mais à des sites où l'accès est facile et qui ne sont pas loin des routes et des grandes pistes.

● La batteuse introduite est une machine qui a pu être utilisée dans des sites assez accidentés. Pendant le travail, elle a été déplacée soit tirée par un mulet, soit poussée à bras d'homme même sur des terrains à pente forte.

### Pertes et qualité de paille

Avant les moissons, les pertes causées par les oiseaux et l'égrenage naturel, qui dépend de la sensibilité des variétés à ce phénomène, peuvent être estimées en moyenne à 0,8% par jour de séjour de la récolte au champ (Boutahar, 1996). Pendant la moisson, les gerbes sont regroupées par dizaine pour laisser le temps au produit de sécher et d'atteindre sa maturation complète.

Après le séchage au soleil, les gerbes sont transportées à dos de mulet dans des bi-sacs grillagés vers l'aire de battage où elles sont regroupées en meule circulaire. L'aire de battage se trouve, en règle générale, près de la maison pour éviter le vol et les risques d'incendie. Pendant l'opération de transport les pertes en grains et en épis sont très importantes.

A l'intérieur du système de battage-vannage traditionnel rien ne se perd. Pour empêcher les animaux de battage de manger une partie de la récolte pendant le travail, les paysans leurs mettent des muselières. La quantité d'otons qui reste après l'opération de vannage est rebattue une deuxième fois si elle est importante, reprise manuellement à l'aide de battes crénelées en bois si elle est faible ou donnée aux animaux de battage si elle est très faible. Les grains projetés à l'extérieur du lieu de battage sont picorés par la volaille de l'exploitation.

Avec la moissonneuse-batteuse, les pertes causées peuvent dépasser 6%. En plus, le paysan doit supporter les pertes de pré-récolte dues au temps d'attente.

Les pertes mesurées au niveau de la batteuse-vanneuse testée atteignent 2 % lorsque le débit d'alimentation est très élevé. Et c'est ce qui est toujours le cas vu que le mode d'alimentation est manuel.

La paille hachée obtenue après battage au pulvérisateur à disques ou à la batteuse-vanneuse introduite est jugée de qualité comparable à celle fournie par foulage aux animaux. La longueur maximale des morceaux de paille est de 6 cm. Quant aux barbes du blé, ces moyens sont sans efficacité aucune. La batteuse-vanneuse entraînée par tracteur donne une paille très fine. Pour éviter tout risque, les paysans la mélange avec la paille entière et le son avant de la servir aux animaux. La moissonneuse-batteuse et certaines batteuses à battre écossais ne permettent pas d'obtenir une paille hachée.

### Rendement et temps de travail

Le rendement global des opérations de battage et de vannage dépend du ratio MAG/G, de l'humidité de la récolte, de la disponibilité et de la vitesse du vent. Il est de 3 à 5 qx/h pour la batteuse introduite, de 4 à 8 qx/h pour la batteuse entraînée par prise de force du tracteur, 0,93 pour le tracteur et 0,45 à 0,90 pour les animaux de trait. Pour ce dernier moyen de battage, le temps de travail est limité à 6 h/jour. Pour les autres techniques, la durée journalière de travail est plutôt limitée par l'humidité de la récolte au moment du battage.

### Puissance immobilisée et coût d'utilisation

Pour un produit identique (grains nettoyés et paille hachée), nous calculons un nombre de chevaux par quintal et par heure de travail de 2,22 à 6,33 pour les animaux de battage, 6,3 à 12,5 pour la batteuse-vanneuse actionnée par prise de force du tracteur, 1,6 à 2,7 pour la batteuse introduite et supérieur à 53 pour le tracteur. Ce dernier chiffre montre bien l'utilisation abusive de la puissance par cette méthode.

Le calcul économique montre que le coût le plus intéressant est celui de la batteuse-vanneuse testée (25 DH/h ou 5 à 8 DH/ql) suivi de la machine entraînée par prise de force (95 DH/h ou 11,8 à 23,8 DH/ql), le battage aux animaux de trait coûte 50,5 à 97,5 DH/h ou 28,1 à 77,6 DH/ql).

## CONCLUSION

La méthode traditionnelle est liée à la disponibilité des animaux de trait et de l'exploitant, à la vitesse du vent et à l'importance de la production de l'exploitation. Le battage et le vannage sont pénibles et le travail est limité à 6 h/jour à cause de l'équipement des animaux et des ouvriers. Le rendement de l'opération est faible et le coût est relativement élevé.

La batteuse-vanneuse testée s'avère bien adaptée malgré les modifications et les améliorations qu'il reste à lui apporter. Elle a été jugée par les paysans assez pratique car elle permet de réaliser le battage directement dans les parcelles. Cette simplification dans les différentes séquences de récolte épargne le temps et l'énergie affectée au transport des gerbes et à l'aménagement des aires de battage et permet de réduire les pertes de grains provoquées notamment par les opérations de ramassage et de transport. En plus de cela, le travail est réalisé relativement rapidement et offre l'avantage de disposer d'un moteur qui peut être utilisé en dehors du battage pour entraîner une pompe, un moulin à grain, un broyeur d'aliments de bétail ou autres.

Par B. BOUZRARI

Département de Mécanisme Agricole,  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
Remerciements à Chiche J., Herzenni A. et El Baggari M.,  
Belmejdoub M et Nensamy N.

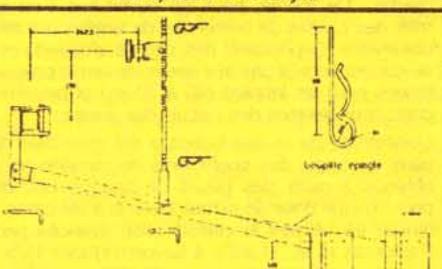
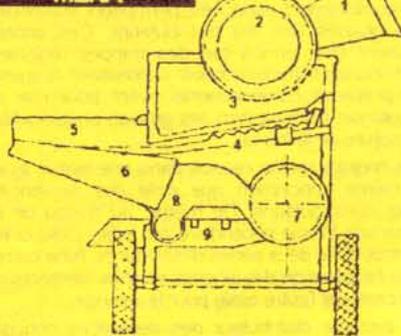


Figure 2: Schéma descriptif du système d'enterrage

## BIBLIOGRAPHIE

- Bansal, R.K. and O. El Gharras. 1987. A report on small farm Mechanization. USAID-MIAC Project N° 608-0136.
- Bashford, L.L. and O. Elgharras, K. Von Bergen and D.V. Byerly. 1989. Performance evaluation of stationary threshers. Proceeding for the eleventh international congress on agricultural engineering, agricultural mechanization, volume 3, Dodd & Grace editors, Dublin, sept. pp. 2023-2029.
- Boulemnazel, A. 1992. Gestion des ressources et exploitation agricole, analyse de cas: Commune de Tanant, mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle. IAV-Hassan II.
- Boutahar K., 1996. Effet des adventices et de la date sur les pertes à la récolte des céréales, Journée nationale sur les pertes en grains à la récolte des céréales au Maroc, ENA de Meknes, Avril.
- Bouzzari, B. 1993. Mécanisation, eau et énergie, projet Tanant. DMA, IAV-Hassan II, Rabat.
- Chafai EA A., Bentassil A. et ElMekkaoui M. 1996. Pertes des céréales dans un pays méditerranéen, ed. Actes, IAV Hassan II.
- CEEMAT. 1989. Egrenure sur pied à batteur longitudinal. Montpellier, France.
- Chiche J. 1996. Les outils en Afrique: concurrence, normes, traces. DSH, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- Chiche J. 1995. L'opération labour et autres, séminaire "modernisation des agricultures méditerranéennes". I.A.M, Montpellier, sept.
- CRS, 87/88. Agricultural Mechanization Project, CRS's archives.
- El Hossary A. 1985. Evaluation of harvesting operations under the Egyptian prevailing conditions. Symposium on mechanization of harvesting and subsequent processing of agricultural products in tropical Africa and the manufacturing of relevant agricultural implements, CIGR, Yaoundé, Cameroun, Fév.
- Hamilton, J.H., and Primov, G.P. 1986. Animal-traction/small farms equipment and systems project for Morocco. A report on study tour to Egypt, India, and Thailand. INRAMIAC Project, Settat, Morocco.
- Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole. Enquête agriculture, 1984-1994, Service de Statistiques, Rabat.
- Ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur Agricole. Enquête élevage (effectif des animaux de trait), 1984-1994, Service de Statistiques.
- Ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur Agricole. 1993. Parc matériel agricole (enquête 1993), Direction de la production végétale, Rabat.
- Pascon, P. 1966. La main d'oeuvre et l'emploi dans le secteur traditionnel et méthode de calcul du sous-emploi apparent. BESM, n° 100 et 101-102, 34 + 12p.
- Projet Azilal, 1986 - Aménagement et développement des zones de montagnes du haut Atlas central, FAO.
- Primov, G.P., Said, I. and Herzenni, A. 1987. Crop production in Abda (Morocco). A study report. Available from INRA Centre Aridoculture, B.P.290, Settat, Morocco.
- VonBergen, K. Economic analysis of the Mena Thresher. Report prepared for the CRS, Rabat.

### Batteuse-vanneuse "MENA"



#### Légende

1: Bouche d'alimentation, 2: Batteur, 3: Contrebatteur, 4: Table de préparation, 5: Table de séparation, 6: Table de récupération, 7: Ventilateur principal, 8: Vis à grain, 9: Canal de nettoyage.

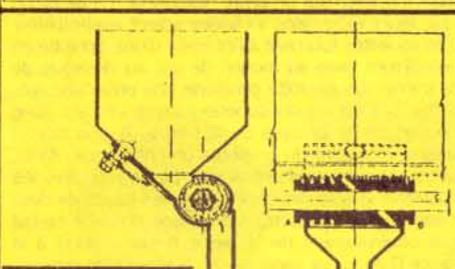


Figure 1: Détails du système distributeur (Bansal et al., 1989).

# Développement d'un Semoir Combiné pour des Exploitations à Revenu Limité

## INTRODUCTION

Des enquêtes menées au Maroc par Alibrahimi (1986) ont montré que le semis à la volée est la pratique la plus courante pour la culture des céréales. Le recouvrement des semences dans ce cas se fait par l'utilisation de l'araire, le pulvérisateur à disques ou une petite charrue métallique. Il en résulte des lits de semences dans lesquels les graines sont réparties sur une profondeur plus ou moins importante. Cette dernière peut varier de 0 à 15 cm selon qu'un travail préalable a été réalisé ou non et selon l'outil de recouvrement (El Bahri, 1985).

Par comparaison au semis à la volée, celui mécanique présente une bonne qualité de travail qui en général permet d'obtenir une répartition régulière des graines dans le sol, une profondeur de semis uniforme, un interligne régulier et réglable, une économie de semences (10 à 35%), et un bon recouvrement des graines. Cependant, malgré ces avantages, l'utilisation du semis mécanique reste très limitée au Maroc. Les chiffres avancés par le MAMVA et les importateurs-distributeurs de machines agricoles sont de 1 semoir pour 300 ha. Plusieurs facteurs contribuent à cette faiblesse du parc semoirs, entre autres, le manque de moyens financiers des agriculteurs, les contraintes liées à la vulgarisation et à la technicité des agriculteurs, la structure des exploitations et les conditions de préparation des lits de semences.

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif de développer un semoir en lignes combiné à un épandeur d'engrais qui répondra aux critères de conception suivants: (1) Utiliser la technicité et les moyens locaux, (2) simplicité de réglage et d'entretien, (3) permettre le semis de différentes sortes de graines, (4) offrir la possibilité d'appliquer l'engrais au moment du semis, et (5) avoir un coût de production économique (< 25.000 dh).

## CONCEPTION DU PROTOTYPE

Le prototype du semoir combiné construit comprend 18 lignes avec un écartement de 0,14 m pour une largeur de travail de 2,50 m. Les trémies sont conçues avec des tôles pliées en forme trapézoïdale et permettant un écoulement gravitaire. Au fond de la trémie, des orifices rectangulaires régulièrement espacés, permettent le passage des graines vers les distributeurs. Ces orifices peuvent être fermés par des trappes réglables. Des cloisons transversales subdivisent la trémie en plusieurs compartiments ayant pour rôle de régulariser l'alimentation des graines et de rigidifier l'ossature de la trémie.

Les engrais sont contenus dans une trémie ayant la même conception que celle des semences, mais sans cloisons. De même, au niveau de sa base une trémie secondaire est fixée. Celle-ci est conçue avec deux séries d'ouvertures, l'une carrée pour l'évacuation des engrais vers les éléments de descente, et l'autre ovale pour la vidange.

Le système distributeur des semences consiste en 18 paires de roulettes en nylon entraînant par leur rotation une distribution forcée (Figure 1 en page 3). Chaque roulette est composée de deux parties cylindriques (A et B) ayant chacune une extrémité découpée selon un angle de 45°. Elles sont montées sur un arbre hexagonal (C) de façon que leurs extrémités inclinées soient assemblées. Les roulettes tournent à l'intérieur d'une goulotte en aluminium fixée au moyen de vis, au-dessous de la trémie. La goulotte possède une ouverture rectangulaire au niveau supérieur communicant avec l'ouverture de la base de la trémie. A son niveau inférieur, la goulotte présente un orifice oval. Ainsi, les semences sont entraînées par gravité vers les roulettes et ensuite forcées vers les tubes de descente (type à ressorts). Le réglage du débit se fait par coulissement de la pièce A par rapport à la pièce B et/ou par variation de la vitesse de rotation

de l'arbre hexagonal. Le système distributeur des engrais est constitué de systèmes à pignons. Ceux-ci au nombre de 18, sont fixés sur leur arbre d'entraînement au moyen de goupilles. Les organes d'entrainement sont constitués d'un soc à extrémité triangulaire et soudés à une tôle pliée sous une forme rectangulaire (Figure 2, page 3). Celle-ci sert au logement des extrémités inférieures des tubes de descente. Le prototype est porté par un attelage trois points, pouvant reposer en travail sur deux roues.

## COÛT DE REVIENT

Pour évaluer le coût de revient de la machine, les pièces de même nature (tôles, fer plat, etc), les pièces sous-traitées, la boulonnerie, le consommable et la main d'oeuvre ont été pris en considération. Le coût de revient calculé par rang est de 1800 dh. Notons que ce coût peut être réduit considérablement avec une fabrication en série et en optimisant le coût de la main d'oeuvre. Le coût de revient final devrait être situé entre 1100 à 1300 dh/rang, soit un coût total de la machine variant entre 15.400 à 18.200 dh.

## ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

L'étude expérimentale du prototype a englobé des essais intensifs au banc et des essais visuels du comportement de la machine au champs. Les essais au banc avaient pour objectifs le contrôle du débit et de la régularité de la distribution des semences. L'effet du degré d'ouverture des organes distributeurs sur la distribution et la dose de semis, ainsi que l'influence de la variation du niveau des semences dans la trémie sur la régularité de la distribution ont été observés.

Le prototype a été placé sur un banc d'essai comprenant 2 moto-variateurs, l'un pour la simulation de l'avancement du semoir, et l'autre pour l'entraînement de la roue de commande du semoir. L'expérimentation consistait à effectuer 20 tours de cette roue à l'aide du moto-variateur approprié et à récupérer dans des bacs les quantités de graines délivrées au niveau de chaque organe de descente. Celles-ci sont ensuite pesées et comparées statistiquement. Le semoir a été testé pour trois types de semences: le blé, l'orge et les lentilles. Sept degrés d'ouvertures des organes distributeurs (5, 6, 7, 9, 11, 13 et 15 mm) ainsi que trois niveaux de semences dans la trémie (1/3, 2/3 et pleine) ont été étudiés.

Les essais au champs ont été menés dans diverses stations expérimentales de l'INRA. Environ 11 ha de blé, 1 ha d'orge et 1 ha de lentilles ont été semés par le prototype. Les observations ont porté sur la robustesse des différentes composantes du semoir, son comportement, la distribution des semences et des engrais, et les réglages.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Une parfaite relation linéaire entre le degré d'ouverture des organes distributeurs et la dose de semis du blé et de la lentille est observée ( $r^2=1$ ). Pour l'orge, la distribution n'était pas régulière et des bourrages ont eu lieu au niveau de certains éléments. Ceci est attribué au type de semence utilisé et qui contenait une importante quantité de "barbe". De même, pour les ouvertures 5 et 6 mm, des casses de semences de lentilles ont été observées. Cependant, ces degrés d'ouvertures ne correspondent pas aux doses de semis préconisées pour les lentilles (40 à 70 kg) et peuvent donc étre rejetées des calculs des doses.

L'uniformité de la distribution a été quantifiée à partir du calcul des coefficients de variation (cv) obtenus à partir des pesés de chaque bac et pour chaque dose de semis. Celle-ci a été caractérisée en utilisant la classification avancée par Pasternak et al. (1987), à savoir: (1)  $cv < 15\%$ , mauvaise uniformité de semis, (2)  $10\% < cv < 15\%$ ,

uniformité de semis acceptable, et (3)  $cv < 10\%$ , uniformité de semis excellente.

Les résultats obtenus montrent une excellente uniformité de semis ( $cv < 10\%$ ) pour les deux types de semences et les trois niveaux de semences dans la trémie. Les résultats des essais entrepris pour les semences d'orge n'étaient pas fiables principalement à cause de la présence de "barbe".

Les essais au champs ont montré un comportement satisfaisant du prototype. D'une façon générale, le système de distribution avait un fonctionnement régulier. La mise en terre des graines a été homogène. Signalons que le recouvrement a été assuré par une herse attelée au semoir. Cependant, certaines imperfections au niveau de la conception et de la construction ont été observées. En effet, le point supérieur d'attelage du semoir doit être avancé vers l'avant d'environ 100 mm. Cela, afin de permettre un meilleur attelage au tracteur et de faciliter le réglage de l'angle d'entrure des éléments de mise en terre. Au niveau de la transmission de l'arbre de distribution, le pignon d'entraînement doit être recouvert par un carter pour éviter tout problème de bourrage. De même, des glissements excessifs de la roue de commande ont été observés. Pour remédier à cet état, un tendeur devrait être placé au niveau du mécanisme de la chaîne d'entraînement.

## CONCLUSION

L'agriculture marocaine est encore sous-équipée en matière de matériel de semis. Pour remédier en partie à cet état, un semoir combiné de conception simple et utilisant la technicité locale a été construit. Ce dernier permet un montage, démontage et entretien facile de ses organes. De même qu'il offre la possibilité d'épandre l'engrais en combinaison avec l'opération de semis, assurant ainsi une économie de temps et d'énergie. Les essais de ses performances au laboratoire et au champs ont été concluants tant au niveau de la distribution, qu'au niveau de la mise en terre pour les semences de blé et de lentilles. Le coût de revient du prototype a été estimé à environ 25 000 dh. Ce coût peut être revu à la baisse d'au moins 28 % moyennant une optimisation du coût de la main d'oeuvre et d'autres organes de la machine.

Par JENANE C., R.K. BANSAL<sup>1</sup>, R. E. HAJJAJI<sup>1</sup> et M. IMZOURH<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Mécanisme Agricole, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

<sup>2</sup> Ex-Coordonateur, INRA-MIAC

<sup>3</sup> Ingénieur Agronome, ancien étudiant du Département de Mécanisme Agricole, IAV Hassan II

<sup>4</sup> Ingénieur, Ex-Responsable de l'usine de fabrication de matériels agricoles - COMICOM

## LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

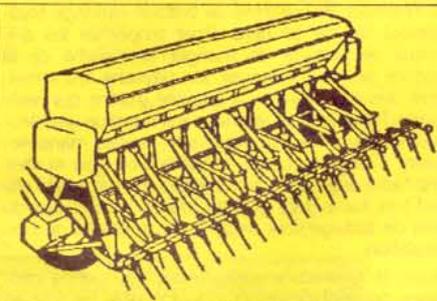
Alibrahimi, A. 1986. Situation actuelle du semis au Maroc. Mémoire de fin d'étude: Département de Mécanisme Agricole. IAV Hassan II.

Bansal, R.K., El Gharras, O. et Hamilton, J.H. 1989. A roller-type positive-feed mechanism for seed metering. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 43: 23-31.

El Bahri, A. 1985. Synthèse des recherches sur le blé au Maroc et perspectives d'intensification de cette culture. Mémoire de fin d'étude. Département d'Agronomie. IAV Hassan II.

El Hajjaji R. 1993. Modification et essai d'un semoir en ligne combiné à un épandeur d'engrais. Mémoire de fin d'étude. Département de Mécanisme Agricole. IAV Hassan II.

Pasternak H., Peiper, U.M. et Putter, J. 1987. A method of evaluating seeding uniformity. *Canadian Agricultural Engineering Journal*, 29: 35-37.



Édité par Pr. A. Bamouh (IAV Hassan II) pour le Comité National de Transfert de Technologie en Agriculture (CNTFA), B.P:6446, Rabat-Instituts, Rabat (Maroc), Tél.-Fax: (212)7-77-80-63/77-81-35