

Récolte mécanique des olives au Maroc

A. CHAHBAR et Y.ZGUIGAL**

REMERCIEMENTS

Nous remercions les responsables de la SODEA, qui ont bien voulu mettre à notre disposition les vergers pour la réalisation de l'essai.

De même nous tenons à exprimer notre gratitude aux techniciens et ouvriers des unités où les essais se sont déroulés qui nous ont facilité la tâche sur le terrain.

Nos amis de la Recherche Agronomique qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de l'essai, trouveront ici notre profonde sympathie.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Les essais se sont déroulés dans deux vergers de la SODEA, dans les régions de Marrakech et de Meknès.

Tableau 1: Caractéristiques des vergers et arbres

Caractéristiques	Regions	
	Marrakech	Meknès
• Variété	Picholine Maroc	Picholine Maroc
• Age	42 ans	18 ans
• Forme	Gobelet	Gobelet
• Densité	10 x 10	8 x 8
• Nombre de troncs		
— Par arbre	1 à 6	1
• Tronc		
— Hauteur moyenne . . .	1,0 m.	0,5 m.
— Circonférence		
moyenne	1,09 m	0,95 m.
• Frondaison		
— Hauteur moyenne . . .	3,9 m	—
— Diamètre moyen	7,65 m	—
• Volume moyen	121,4 m ³	38 m ³
• Production moyenne		
— Par arbre	53,7 kg	15,5 kg
• Olives		
— Poids moyen de 1.000		
fruits	3,348 kg	—
— Résistance au		
détachement (RD)	593,1 g.	—
— RD des fruits restant		
après vibration	518,73 g	—
— Vertes	6 %	—
— Tournantes	58 %	—
— Noires	36 %	—

Matériel de récolte utilisé

a) Vibreur

Il s'agit d'un vibreur multidirectionnel dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Marque: INMECO.
- Puissance de traction: 65 CV Minimum
- Pompe hydraulique de 150 litres avec une pression de 120 kg/cm².

— Un ensemble de 4 cylindres hydrauliques permettant de réaliser tous les mouvements nécessaires.

- Aptitude de vibration: 19 mn
- Temps de vibration 5-15 s.
- Fréquence de vibration 1.200 tours / mn.
- Hauteur atteindre 4,5 m.

b) Tracteur:

- Marque DEUTZ 8.006
- Double traction
- Direction hydraulique
- Prise de force 540

c) Autres matériels:

- 6 filets en plastiques de 10 x 5 m. chacun
- Des caisses en plastiques de 26 kg. chacune
- Une bascule de 500 kg
- 4 chronomètres

- Un dynamomètre de 1.000 g
- Un jalon gradé.
- Le mètre.

Personnel employé

a) Récolte mécanique

Les essais ont été réalisés par deux équipes de travail.

• Equipe avec 4 filets: cette méthode a employé 12 ouvriers dont les tâches ont été les suivantes:

- Mise en place et vidange des filets: 8 ouvriers
- Vibration de l'arbre: 1 ouvrier
- Décharge des boîtes dans la remorque: 2 ouvriers
- Conducteur de la remorque: 1 ouvrier.

• Equipe avec 6 filets: cette méthode diffère de la précédente par l'emploi de deux filets et de 4 ouvriers en plus

b) Récolte manuelle

La récolte a été faite par gaulage et ramassage à terre des olives chutées. Suivant les régions et les arbres, nous avons employé 3 à 5 ouvriers pour le gaulage et jusqu'à 20 ouvriers pour le ramassage des olives.

Déroulement de l'essai

a) 4 filets

Les deux équipes possèdent 2 filets chacune. La première équipe déploie des filets sous l'arbre n° 1 alors que la deuxième les déploie sous l'arbre n° 2. Une fois l'arbre n° 1 vibré la machine passe à l'arbre n° 2, à ce moment la première équipe vidange les filets dans les caisses et passe à l'arbre n° 3 etc.

Chacune des 2 équipes suit une ligne d'arbres, mais la machine peut travailler sur les deux lignes à la fois.

b) Equipe avec 6 filets

Il y a 3 équipes qui travaillent alternativement comme dans le cas des 4 filets

c) Récolte manuelle

A Marrakech, la récolte a été faite à la tâche alors qu'à Meknès et après le passage de la machine les récoltes manuelles sont payées à la journée de 8 heures (12 DH par jour)

Principales observations enregistrées

Vibreur :

- Déplacement d'un arbre à un autre (en seconde)
- Saisissement du tronc (en seconde)
- Vibration (en seconde)
- Relâchement du tronc (en seconde)
- Temps mort (en seconde)
- Poids des fruits chutés par arbre (en kg)

Filets

- Déplacement des filets d'un arbre à l'autre (en seconde)
- Mise en place des filets (en seconde)
- Placement des fruits au milieu du filet (en seconde)
- Vidange des filets (en seconde)
- Temps mort (en seconde)

Récolte manuelle

- Nombre d'ouvriers par arbre
- Temps utilisé pour récolter un arbre (en mn)
- Poids récolté par arbre (en kg)

Les mêmes observations ont été faites pour les ouvriers qui ont récolté les fruits laissés par le secoueur sur les arbres

RESULTATS

Relation entre l'efficacité de la machine et le temps de vibration, le nombre de charpentières, la résistance au détachement, etc.

Nous avons essayé de voir la nature des corrélations qui existent entre le pourcentage des fruits chutés par la machine (Y) et le temps de vibration (X1), le nombre de charpentières (X2), la résistance au détachement (X3), le volume de l'arbre (X4), la hauteur du tronc (X5) et enfin le périmètre du tronc (X6)

a) Région de Marrakech

Le vecteur des coefficients de corrélation montre que le pourcentage des fruits chutés par la machine (Y) est corrélé positivement avec le temps de vibration (X1) et le nombre de charpentières (X2).

Plusieurs équations ont été calculées en vue d'expliquer le pourcentage de chute (Y) par les autres variables X_1 , X_2 , X_6 .

L'équation qui s'avère être la meilleure (variance résiduelle minimale et coefficient de détermination multiple maxima) est:

$$Y = 67,2 + 0,46 X_1 + 1,8 X_2$$

- Coefficient de corrélation multiple 52 %
- Résiduelle 161

b) Région de Meknès

Il ressort de l'analyse des résultats de cette région qu'il y a une corrélation négative entre le périmètre du tronc (X6) et le pourcentage des fruits chutés par la machine (Y)

$$Y = 56,4 + 3,8 X_5 - 0,35 X_6$$

- Coefficient de corrélation multiple 51 %
- Résiduelle 108

Comparaison des temps mis pour récolter un arbre en minute Homme (mnH) entre les différentes méthodes de récolte

Nous avons essayé de comparer les trois méthodes de récolte dans les 2 vergers (Meknès et Marrakech)

- Première méthode: Récolte manuelle
- Deuxième méthode: Récolte mécanique avec quatre filets suivie de la récolte manuelle des fruits laissés sur l'arbre
- Troisième méthode: Récolte mécanique avec six filets suivie de la récolte mensuelle des fruits laissés sur l'arbre.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau 2

En vue d'éliminer l'hétérogénéité de vigueur et de production qui existe entre les arbres, l'analyse statistique a été faite par l'intermédiaire de l'analyse de la covariance

a) Région de Meknès

Tableau d'analyse de la covariance

Source de variation	DL	SCE _{ij}	CM	Fobs
Entre methode de Récolte	2	14394,6	7197,3	0,92MS
Résiduelle	68	533854,6	7850,0	—

L'analyse statistique ne fait pas ressortir d'effet significatif entre les 3 méthodes de récolte.

Tableau 2 : Temps mis pour récolter les arbres en minute-hommes (mnH) et rendement en Kg/arbre à Marrakech et à Meknès

Méthode 1: Récolte manuelle 2: Récolte mécanique 4 filets +
récolte manuelle méthode 3: Récolte mécanique 6 filets + Récolte manuelle

Numéro de l'arbre	Marrakech						Meknès					
	Méthode 1		Méthode 2		Méthode 3		Méthode 1		Méthode 2		Méthode 3	
	Temps	Poids	Temps	Poids	Temps	Poids	Temps	Poids	Temps	Poids	Temps	Poids
1	360	75	173	69	132	67	168	36	42	17	158	28
2	200	50	153	57	209	59	108	25	111	17	204	31
3	300	60	152	53	91	39	256	36	66	23	101	22
4	300	60	149	70	240	83	130	18	75	11	140	27
5	240	46	117	29	537	78	95	12	114	27	123	19
6	240	50	103	35	152	51	105	24	114	16	160	29
7	280	46	118	53	213	62	120	23	72	34	141	25
8	315	90	188	69	172	52	185	23	40	23	132	19
9	230	31	172	64	97	39	175	23	77	16	178	20
10	230	46	144	60	175	48	205	19	50	22	143	33
11	240	70	159	87	189	42	160	25	78	8	236	27
12	200	39	139	64	175	40	215	23	59	18	131	20
13	295	40	157	74	166	40	190	19	142	27	237	25
14	240	36	134	45	81	50	196	23	41	21	98	17
15	145	29	127	77	90	20	140	17	226	28	531	35
16	310	71	156	65	143	30	335	39	59	22	273	28
17	200	69	167	47	88	20	335	39	59	22	273	28
18	210	47	128	35	297	67	200	39	223	37	262	29
19	210	54	342	86	127	30	130	22	194	35	227	30
20	315	75	104	68	144	48	210	18	288	33	430	36
21	200	39	105	29	114	44	341	25	326	35	223	26
22	315	73	83	40	132	60	341	20	252	13	212	23
23	320	53	122	43	117	60	204	40	482	26	184	20
24	285	82	188	60	179	32	169	21	348	32	201	23
Moyenne	257,5	55,5	148,7	57,4	169	48,5	196,6	25,5	153,9	23,8	205	21

b) Région de Marrakech

Tableau d'analyse de la covariance

Source de variation	DL	SCE _{ij}	CM	Fobs
Entre méthode de Récolte	2	158178,2	79089,1	24,7HS
Résiduelle	68	217697,6	3201,4	—

L'analyse statistique montre un effet hautement significatif entre les méthodes de récolte.

La comparaison des moyennes à deux fait ressortir :

- Une différence hautement significative entre la récolte mécanique avec quatre filets et six filets.

Comparaison des temps (en mn.d) mis par les trois méthodes de récolte pour récolter un kg. d'olives dans les 2 régions

Nous avons procédé à l'analyse de la variance à deux critères de classification. Premier critère: Régions (A). Deuxième critère. Mode de récolte (B).

Tableau d'analyse de la variance

Source de variation	Caractère	DDL	CM	Fobs
Régions (A)	Temps/kg	1	549,4	65 HS
Méthodes de Récolte	Temps/kg	2	39,64	47 S
Inter A.B	Temps/kg	2	6,43	76 NS
Erreur	Temps/kg	—	8,41	—

Ce tableau montre qu'il y a un effet hautement significatif entre les régions et un effet significatif entre méthodes de récolte.

Mais il semble que l'interaction entre ces deux facteurs est négligeable.

COMPARAISON DES MOYENNES

a) Facteur Régions

Caractère	Temps (mnH) kg)
Dunnett 5 %	0,956
Traitement	Moyenne
Meknès	7,6
Marrakech	3,7

En moyenne pour les trois méthodes de récolte le temps moyen en mnH pour récolter un Kg. d'olives à Meknès (7,6 mnH) est significativement plus grand que celui de Marrakech (3,7 mnH).

b) Facteur méthode de récolte

Caractère	Temps (mnH) kg
Dunnett 5 %	1.324
Traitement	—
Machine avec 4 filets	4,6
Machine avec 6 filets	5,8
Manuelle	6,4
Moyenne générale	5,8

Pour l'ensemble des deux Régions (Meknès et Marrakech) il semble que le temps mis pour récolter un kg. d'olives par la méthode «Machine avec six filets» ne diffère pas de la récolte manuelle, respectivement 5,6 et 6,4 mnH. Par contre, il semble que la méthode «Machine avec quatre filets» diffère sensiblement et significativement de la récolte manuelle (4,6 mnH).

Estimation du coût horaire de fonctionnement du vibreur multidirectionnel IMMCO pour la récolte mécanique des olives

a) Vibreur

Prix d'achat (A)	130.000 DH
Valeur à la fin (VF) = 10 % de A	13.000 DH
Utilisation par temps (N)	10 ans
Utilisation par productivité (n)	5.000 heures
Seuil de dépréciation (n/N)	500 heures /an
Réparations 80 % de A	104.000 DH pour 5.000 heures
Soit	20.8 DH / heure

Charges variables

Dépréciations $(A - VF)/n$	23,4 DH/heure
Réparations	28,8 DH/heure

Charges fixes

Assurances et coûts 1 % de A	1.300 DH/an
Soit	2,6 DH/heure
Total	46,8 DH/heure

b) Tracteur puissance 80CV

Prix d'achat (A)	80.000 DH
Valeur à la fin (VF) = 10 % de A	8.000 DH
Utilisation par temps (N)	10 an
Utilisation par productivité (n)	15.000 heures
Seuil de dépréciation (n/N)	1.500 heures
Réparations 80 % de A	4,27 DH/heure

Frais variables en DH/heure

Dépréciations (A-VF)/h	4,8 DH/heure
Réparations	4,27 DH/heure
Fuel (1)	18,25 DH/heure
Huile à moteur (2)	2,7 DH/heure
Graisse (3)	0,4 DH/heure
Total	30,5 DH/heure

Charges fixes

Assurances et coût 1 % de A	0,05 DH/heure
Total (charges fixes et variables)	30,55 DH/heure

Coût horaire du Vibreur
 $46,8 + 30,55 = 77,35$ DH/heure

DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Relation entre l'efficacité de la machine et les autres variables

L'examen des résultats précédents montre l'influence des caractéristiques géométriques des vergers récoltés sur l'efficacité de la machine exprimés en pourcentage des fruits chutés et en nombre d'arbres récoltés par heure.

a) Efficacité-temps de vibration

L'étude a montré l'existence d'une part d'une corrélation positive à Marrakech entre le pourcentage des fruits chutés et le temps de vibration ce qui confirme les résultats des essais effectués par Humaines en 1974 sur des arbres ayant plusieurs troncs et d'autre part, une corrélation négative à Meknès entre ces deux paramètres.

L'explication de ces deux corrélations peut être la suivante:

Dans le verger situé à Meknès les arbres récoltés avaient un seul tronc et la vibration est rapidement transmise. Cependant le pourcentage des fruits chutés (61 %) est faible et peut s'expliquer par la forme non érigée des arbres (branches retombantes).

Par contre à Marrakech les arbres avaient plusieurs troncs (entre 1 et 6) et le temps de vibration pris en compte est la somme des temps de vibrations de chaque charpentièrre. Toutefois, les mauvaises conditions climatiques (gel) au moment de la maturité des fruits entraînent l'arrêt de la véraison et l'augmentation du rapport force de détachement. Le poids du fruit (Charlet, 1970) peut expliquer le faible pourcentage des fruits chutés (67 %) en plus de la forme des arbres.

b) Efficacité – Volume de l'arbre

Le volume de l'arbre faiblement corrélé au pourcentage de chute (à Meknès $r = 0,15$ et à Marrakech $r = 0,06$) est en contradiction avec les résultats obtenus par Humanes (1975) dans d'autres conditions. En effet cet auteur a signalé l'existence d'une corrélation négative très étroite entre le volume de l'arbre et l'efficacité, à Marrakech ce résultat peut s'expliquer par le volume très élevé des arbres (121 m^3). Ce volume est cependant la somme des volumes des différentes charpentières de l'arbre.

c) Efficacité-Circonférence du tronc

Dans la région de Meknès la circonférence du tronc est corrélée négativement au pourcentage d'olives détachées ($r = 0,47$); par contre elle est faible corrélée à Marrakech.

A Meknès où les arbres avaient un seul tronc, le résultat obtenu confirme les travaux réalisés par plusieurs auteurs (Humanes, 1975; Humanes et al., 1979; Civantes Lopéz, Vilalta, 1981).

A Marrakech, ce résultat peut s'expliquer par la structure des arbres (nombre élevé de charpentières, charpentières obliques ou tendant vers l'horizontale, etc.)

d) Efficacité-résistance au détachement (RD)

La résistance au détachement qui n'a été mesurée qu'à Mar-

rakech est très faiblement corrélée au pourcentage de fruits détachés ($R = 0,08$) ceci est en accord avec les résultats obtenus par d'autres chercheurs.

En effet, Humanes (1975) trouve que dans le cas de la récolte mécanique avec vibreur, la résistance au détachement du fruit exerce une moindre influence sur l'efficacité de la machine qui est davantage conditionnée par le volume et la structure de l'arbre. Toutefois, le rapport RD/poids moyen du fruit, joue un rôle important sur l'efficacité. Plus ce rapport est élevé (supérieur à 200), plus l'efficacité est faible (Herruzo Sotomayer étal, 1977).

METHODES DE RECOLTE

a) Temps mis pour récolter un arbre en mnH

Dans le tableau qui suit sont consignés les résultats relatifs au temps mis pour récolter un arbre dans les deux régions .

Tableau 2: Temps en mnH mis pour récolter un arbre

Méthode Région	Récolte Manuelle (RM)	Récolte Mécanique avec 4 filets + RM	Récolte mécanique avec 6 filets + RM
Marrakech	257,5	148,7	169
Meknès	196	153	205

Dans la verger de Meknès, l'étude statistique n'a pas révélé de différence entre les trois méthodes de récolte. Ceci semble être dû à la perte de rendement des ouvriers qui passent derrière la machine (4,2 et 3,6 kg/h respectivement après 4 filets et 6 filets) contre 7,5 kg/h. en manuelle complète.

Dans le verger de Marrakech, le temps mis pour récolter un arbre n'était pas significativement différent entre la récolte mécanique avec 4 filets (148,7 mnH) et 6 filets (196 mnH). Cependant cette dernière méthode fait perdre plus de temps (temps mort) que la première.

La différence hautement significative entre la récolte manuelle et les deux méthodes de récolte mécanique est due d'une part à l'efficacité relativement élevée de la machine (67 %) et d'autre part à la faible différence entre les rendements horaires des ouvriers après la machine (9,6 kg/h. et 10,2 kg/h respectivement après 4 filets et 6 filets) et en récolte manuelle (12 kg /h).

b) Nombres d'arbres récoltés par heure

Les résultats obtenus figurent dans le tableau suivant

Tableau 3: Nombre d'arbres récoltés par heure

Région	Machine avec 4 filets	Machine avec 6 filets	Récolte manuelle
Meknès	19,2	15,5	0,3
Marrakech	6,8	4,7	0,25

Ce tableau montre que le rendement horaire de la machine est beaucoup plus élevé (60 fois à Meknès et 22 fois à Marrakech) que celui de la récolte manuelle.

Toutefois, la différence entre le nombre d'arbres récoltés par la machine à Meknès par rapport à Marrakech est due à la structure des vergers. Dans le premier cas, les arbres avaient un seul tronc et dans le second plusieurs charpentières.

ETUDE DE LA RENTABILITE DU VIBREUR

Les coûts moyens d'un kg. d'olives dans les deux régions ont été calculés en estimant le coût du vibreur à 130.000 DH

Tableau 4: Coût moyen de récolte d'un kg. d'olive selon les différentes méthodes

Région	Machine avec 4 filets	Machine avec 6 filets	Récolte manuelle
Meknès	0,34	0,40	0,17
Marrakech	0,36	0,66	0,16

Nous remarquons d'une manière générale que le coût moyen de récolte d'un Kg. d'olives est plus élevé dans le cas de la récolte mécanique que dans celui de la récolte manuelle. Ceci est dû au salaire très faible des ouvriers (10,6 HD/jour) et à la faible efficacité de la machine.

Dans le cas de la récolte mécanique (machine avec 4 et 6 filets), si l'on compare les coûts moyens de récolte d'un kg. d'olives dans les deux régions, on constate que ceux-ci sont toujours plus élevés à Marrakech qu'à Meknès. Ceci résulte de la faiblesse d'un nombre d'arbres récoltés par heure à Marrakech.

Enfin, le prix d'un Kg. d'olives au Maroc étant de l'ordre de 1,10 dh, il s'avère de la présente étude que le coût de la cueillette atteint 15 % de la valeur des fruits dans le cas de la récolte manuelle et entre 30 et 60 % dans celui de la récolte mécanique.

CONCLUSION GENERALE

Le premier essai de récolte mécanique des olives au Maroc qui a été entrepris avec la collaboration du Projet Régional de l'Amélioration de la production oléicole (FAO) nous a permis d'obtenir des références qui faisaient défaut à notre pays. Il nous a permis aussi de dégager les conclusions suivantes:

Du point de vue pratique

- L'efficacité de la machine testée (61 % à Meknès et 67 % à Marrakech) serait due à l'inadaptation de la structure des arbres à la récolte mécanique par l'appareil vibreur (nombre de charpentières élevé, port de l'arbre étalé ou retombant, etc.)
- Le coût de récolte d'un Kg. d'olives est plus élevé, dans le cas de la récolte mécanique que dans celui de la récolte manuelle.
- Le coût de récolte atteint 15 % de la valeur des fruits lorsqu'ils sont récoltés manuellement et 30 à 60 % lorsqu'ils sont récoltés mécaniquement...
- Il serait donc très difficile dans ce cas d'introduire un vibreur en grande culture.

Du point de vue méthodologique

- Il serait prudent de ne pas généraliser les résultats de ce premier essai.

- L'essai a été réalisé dans des vergers appartenant au secteur intensif qui ne représente que 5 % de l'oléiculture Marocaine.

- Un seul vibreur a été utilisé le vibreur multidirectionnel.

- L'essai a été réalisé à la fin de la campagne de récolte (janvier) et avait été précédé par des conditions climatiques néfastes (basses températures, gelées...)

- 7,3 litre/heure à raison de 2,5 DH/litre.

- (2) 15% de fuel

- (3) 10% d'huile.

BIBLIOGRAPHIE

CHARLET, 1970 : «Problèmes posés par la cueillette des olives en France. Premiers essais de mécanisation de la récolte» Inf. olei. Int. (50-51) 21-36 pp.

CIVANTOS LOPEZ y VILLATA, 1981 : «Derribo de la aceituna con vibradores multidireccionales de troncos». Reseaux Européens de Recherche sur l'olivier La Canea (Grèce) 3 p.

DIPAOLA, 1976 : «Pno la Meccanica concorrere a Salvare l'olivicultura». Attidelle relazioni Presentate dall'Instituto di Meccanica Agraria di Bari alla IIIa Sessione del Comitato della produzione della FAO (Ciania), pàgs. 3-9.

FAO, 1981 : «Rapport de la consultation sur le Réseau coopératif Européen concernant l'oléiculture». La Canea 20 septembre — 20 octobre, Pàgs, 11-13

FAO, 1983 : «Rapport de la consultation sur le réseau coopératif Européen concernant l'oléiculture». Lecce 29-30 septembre, pàgs. 6-1; 6-5.

- HERRUZO SOTO MAYER et al., 1977: «Resultados de très años de ensayos sobre récolección mecanizada de aceituna de mesa para aderezo al estilo sevillano». Olea, Juin 1977, Pàgs. 72-91.
- HUMANES GUILLEN, 1977 : «Mecanisation de la récolte des olives-aspects bioagronomiques». Il seminaire oleicole International. Cordoba. 17 octobre, pàgs. 130-140.
- HUMANES GUILLEN et al., 1979 : «Recolección mecànica de aceituna Influencia de la época de recogida». Olea, décembre 1977, pàgs 40-58.
- HUMANES et al, 1979 : «recolección mecànica de aceituna de mesa variedad Manzanilla para su aderezo al estilo sevillano. Olea, juin 1979, pàgs. 7-52.
- JACOBINI, N., 1978 : «Il problema della raccolta meccanica nella situazione attuale dell'olivicoltura Italiana-In». Meccanizzazione della raccolta delle olive, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Quaderno n° 2, avril 1978, pàgs 19-23.
- JACOBINI, N. 1981 : «Recentes acquisitions sur la Cueillette mécanique des olives dans l'Italie centrale». Olea, decembre 1981, pàgs. 25-27