

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية-الحراش-الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE (ENSA)

El Harrach - ALGER

THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

Thème

**Etude conceptuelle des machines et proposition des techniques
pour différentes opérations culturales en phœniciculture**

Présentée par : NOURANI Ahmed

Soutenue le : 29/06/2016 Devant le jury d'examen

Président du jury :	MOUHOUCHE Brahim	Professeur (ENSA d'Alger)
Directeur de thèse :	KACI Ferhat	Professeur (ENSA d'Alger)
Co-directeur de thèse :	BOUAZIZ Mohamed	Professeur (ENP d'Alger)
Examineurs :	GARBATI PEGNA Francisco	Professeur (université de Florence, Italie)
	BENZIOUCHE Salah-Eddine	Maître de conférences/A (Université de Biskra)

Année universitaire 2015/2016

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes remerciements à Monsieur le Président du jury, le Professeur MOUHOUCHE Brahim pour avoir accepté de présider le jury.

Je tiens également à remercier les membres du jury Pr. GARBATI PEGNA Francisco et Dr. BENZIOUCHE Salah-Eddine pour avoir accepté de faire partie du jury.

Aussi, je tiens à remercier énormément mon directeur de thèse, Pr. KACI Ferhat et le Co-directeur Pr. BOUAZIZ Mohamed pour m'avoir beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail et pour leurs très précieux conseils.

Un grand merci au Pr. Francisco GARBATI PEGNA pour m'avoir accueilli dans son laboratoire de recherche et m'avoir énormément aidé à accomplir ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à la direction du CRSTRA, notamment à la directrice Dr. LAKHDARI Fatoum, à Monsieur BEN GUIGA Zine-Eldine et Monsieur BERDJOUH Djamel ainsi qu'à mon équipe de recherche Messieurs KADRI Ahmed, MEHENNI Mokhtar et SALEM Ahmed sans oublier le personnel de la station expérimentale d'El-Outaya (Biskra).

DEDICACES

A la mémoire de mon très cher père, qu'il repose en paix ;

A la lumière de ma vie, ma très chère maman ;

A ma femme, à mes enfants Sofiane, Basma ;

A ma grande famille, mes frères et sœurs et mes cousins ;

A tous ceux qui me connaissent de près ou de loin ;

A tous, je dédie ce travail

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE	12
1 ^{ère} Partie : Etude bibliographique.....	15
CHAPITRE I : ETAT DE L'ART DE LA MECANISATION DE LA PHŒNICICULTURE A L'ECHELLE MONDIALE	16
1. Introduction	16
2. Machines développées à l'échelle académique	17
3. Machines développées à l'échelle industrielle	26
4. Conclusion.....	28
CHAPITRE II:LA CONDUITE DU PALMIER DATTIER EN ALGERIE.....	29
1. Introduction	29
2. Opérations culturales au niveau du sol.....	29
2.1. Sevrage et plantation du rejet (Djebar).....	29
2.2. Ameublissement et amendement du sol	30
2.3. Traitement phytosanitaire.....	31
3. Opérations culturales au niveau de la couronne	32
3.1. Traitement phytosanitaire.....	32
3.2. Taillage du palmier.....	32
3.3. Pollinisation (fécondation)	34
3.4. Limitation du nombre de régimes	35
3.5. Ciselage des régimes	35
3.6. Fixation (attachement) des régimes.....	35
3.7. Protection des régimes (ensachage)	35
3.8. Récolte de dattes.....	36
3.9. Moyens d'accès au sommet du palmier	37

4. Conclusion.....	39
2 ^{ème} Partie : Etude expérimentale et conception.....	40
CHAPITRE I : DETERMINATION DE CERTAINS PARAMETRES INTERVENANT DANS LA CONCEPTION DES MACHINES UTILISEES EN PHOENICICULTURE.....	
1. Introduction	41
2. Matériels et méthodes.....	42
2.1. Présentation de la zone d'étude.....	42
2.2. Enquête.....	42
3. Résultats et discussion	44
3.1. Données sur les palmeraies	44
3.2. Données sur les palmiers	46
3.3. Mesures sur les palmiers	48
3.4. Mode d'irrigation	50
3.5. Positionnement du régime	52
3.6. Nombre de tracteurs	53
4. Conclusion.....	53
CHAPITRE II: ETUDE DE LA POLLINISATION DU PALMIER DATTIER	
1. Cadre général de l'étude	55
2. Matériels et méthodes.....	56
2.1. Matériels.....	56
2.2. Méthode et dispositif expérimental	58
3. Résultats et discussions	62
3.1. Test du pollinisateur à Touggourt	62
3.2. Essais réalisés à Biskra.....	62
4. Conclusion.....	67

CHAPITRE III : CONCEPTION ET PERFORMANCES D'UNE RECOLTEUSE DE REGIMES DE DATTES..... 68

1. Introduction	68
2. Construction de la machine	69
2.1. Le châssis	71
2.2. Le mécanisme de relevage	72
2.3. Le mécanisme de coupe	72
2.4. Le mécanisme de descente	73
3. Mode d'utilisation de la machine	73
3.1. Installation	73
3.2. Ajustement	73
3.3. Coupe	74
4. Performance et évaluation de la machine	74
5. Conclusion	75

3^{ème} Partie : Proposition des techniques de mécanisation et des alternatives..... 76

CHAPITRE I : ANALYSE HIERARCHIQUE MULTICRITERES (AHM) POUR EVALUER DES ELEVATEURS A NACELLES INTERVENANT AU SOMMET DE PALMIER DATTIER 77

1. Introduction	77
2. Matériel et méthodes	77
2.1. Présentation de l'AHM.....	78
2.2. Principes fondamentaux de l'AHM.....	78
2.3. Application de l'AHM sur le choix d'élévateur à nacelle.....	81
3. Résultats et discussions	83
3.1. Établissement de la structure hiérarchique	83
3.2. Établissement des priorités	84

3.3. Cohérence de jugements.....	85
4. Conclusion.....	87
CHAPITRE II : PROPOSITION DES TECHNIQUES POUR CERTAINES OPERATIONS CULTURALES	88
1. Introduction	88
2. Conception de la poulie	88
2.1. Description de la poulie.....	89
2.2. Principe de fonction	90
2.3. Evaluation fonctionnelle	90
3. Outil d'ameublissement du sol	91
4. Conclusion.....	92
CONCLUSION GENERALE	93
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	96
Annexes	102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Données générales sur les palmeraies visitées	44
Tableau 2: Données sur les palmiers	47
Tableau 3: Mesures sur les palmiers	49
Tableau 4: Mode d'irrigation de chaque palmeraie	51
Tableau 5: Le dispositif expérimental.....	61
Tableau 6: Analyse de la variance (ANOVA) du mode de pollinisation.....	63
Tableau 7: ANOVA de la meilleure dose de pollen	64
Tableau 8: ANOVA du mode d'attachement des épillets mâles	66
Tableau 9: Matrice de comparaison et calcul de son vecteur propre	79
Tableau 10: Échelle proposée par Saaty	80
Tableau 11: Valeurs de CA en fonction de l'ordre de la matrice	81
Tableau 12: Les paramètres de palmeraies mesurés	82
Tableau 13: Caractéristiques des engins choisis	83
Tableau 14: Comparaison binaire entre les critères	84
Tableau 15: Vecteur propre de chaque critère	85
Tableau 16: Vecteurs propres de nacelles pour les 11 palmeraies.....	86
Tableau 17: Score moyen de chaque nacelle pour toutes les palmeraies.....	86
Tableau 18: La différence entre les outils	91

LISTE DES FIGURES

Fig.1. Plateformes et tours pour la récolte (Perkins et Brown, 1966).....	16
Fig. 2. Elévateur à plateforme aérienne (Hassan et al, 1986)	17
Fig. 3. Elévateur BEN 10 (Hassan et al, 1986).....	17
Fig. 4. Walk-Up élévateur (Abdalla et al, 1986).....	18
Fig. 5. Prototype d'Al-Suhaibani et al (1987).....	19
Fig.6. Pollinisateur Al-Nahreen (Ibrahim et al, 1987)	19
Fig.7. Plateforme élévatrice (Bankhar et Akurut 1995).....	20
Fig.8. Robot grimpeur (Shamsi, 1998)	20
Fig. 9. Schéma représentatif d'une nacelle élévatrice (Fadel, 2005).	21
Fig. 10. Arracheuse manuelle de palmes (Mosttan, 2005).....	21
Fig. 11. Elagueur (Ismail et Al-Gaadi 2006)	22
Fig. 12. Pulvérisateur électrique (Abass et al, 2006)	23
Fig. 13. Echelle extensible (Garbati Pegna, 2008).....	23
Fig. 14. Machine grimpeuse (Keramat et al, 2008)	24
Fig. 15. Robot pulvérisateur (Shapiro et al, 2009).....	25
Fig. 16. Pollinisateur (Yahia, 2009).....	25
Fig. 17. Pollinisateur électrique (Mostaan et al, 2010)..	26
Fig. 18. Elagueur pneumatique	26
Fig.19. Récolte à laide d'un élévateur à nacelle aux Etats Unis (Zaid et Arias-Jimenez 2002).....	27
Fig. 20. Pollinisateur animé par le tracteur	27
Fig. 21. Pollinisateur mécanique.....	27
Fig. 22. Planteuse de rejets	28
Fig. 23. Injecteur de produits phytosanitaires	28

Fig. 24. Djebar	29
Fig. 25. Baramila.....	30
Fig. 26. Ameublissement manuel du sol.....	30
Fig.27.Ameublissement avec rétro chargeur	31
Fig. 28. Pulvérisateur à dos.....	31
Fig. 29. Camions de traitement phytosanitaire	32
Fig. 30. Organes à enlever	33
Fig. 31. Serpette	33
Fig. 32. Pollinisation manuelle	34
Fig. 33. Pollinisation semi mécanique, INRAA de Touggourt (Boubekri, 2008)	34
Fig. 34. Attachement du régime.....	35
Fig. 35. Ensachage	36
Fig. 36. Récolte	36
Fig. 37. Nécessaire de grimpage (El Aida).....	37
Fig. 38. Utilisation du nécessaire de grimpage	38
Fig. 39. Opération d'ensachage chez Mahri	38
Fig. 40. Localisation de la zone d'étude	42
Fig. 41. Présentation des statistiques sur les palmeraies.....	45
Fig. 42. Palmeraie avec culture en étage.....	46
Fig. 43. Distribution des classes de surface de chaque palmier	48
Fig. 44. Distribution de la fréquence cumulative de la hauteur de 546 palmiers	50
Fig. 45. Mode d'irrigation traditionnelle	51
Fig. 46. Mode d'irrigation localisée.....	51
Fig. 47. Mode d'irrigation par planche	51

Fig. 48. Position du régime	53
Fig. 49. Présentation de l'exploitation de Touggourt	55
Fig. 50. Présentation la station expérimentale d'El Outaya (Biskra).....	56
Fig. 51. Pollinisateur,	57
Fig. 52. Utilisation du pollinisateur	57
Fig. 53. Poudrage du mélange du pollen et farine de blé.....	58
Fig. 54. Spathes pollinies protégés par des papiers kraft.....	59
Fig.55.Comptage des fleurs fécondées	60
Fig. 56. Histogramme de la variation de taux de nouaison suivant le mode de pollinisation.....	62
Fig.57. Épillets femelles pollinisés,	63
Fig. 58. Variation du taux de nouaison suivant la dose de pollen	64
Fig. 59. Epillets femelles pollinisés par différentes doses.....	65
Fig. 60. Variation du taux de nouaison dans les deux modes d'attachement	65
Fig. 61. Epillets femelles pollinisées traditionnellement	66
Fig. 62. Prototype de la récolteuse à l'échelle 1/3	69
Fig.63. La récolteuse dans la palmeraie.....	70
Fig. 64. Schéma de la récolteuse.....	71
Fig. 65. Série d'étapes de la méthode AHM.....	78
Fig. 66. Structuration de l'hierarchie	79
Fig. 67. Différents composants de la hiérarchie.....	84
Fig. 68. Les vecteurs propres de nacelles pour la palmeraie (1).....	85
Fig. 69. Schéma représentatif de la poulie	89
Fig.70. La poulie en 3D	90
Fig. 71. Motobineuse	91

INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE

La palmeraie se présente comme une île de verdure en plein paysage du désert de l'Afrique du nord et du sud-ouest de l'Asie. Cette région s'étend depuis le Maroc à l'Ouest jusqu'à la bordure irano-indienne à l'est, et de la partie sud de la Syrie au nord jusqu'au sud du Yémen. L'apparition de cette culture a eu lieu dans le sud de la Mésopotamie à partir du 5ème millénaire avant J.C. mais il semblerait que l'agriculture oasisienne a été développée principalement durant le début de l'âge de Bronze (3000 ans avant J.C.). Cet agrosystème se serait construit dans les différentes zones du Proche Orient (Tengberg, 2012).

Sachant que lorsqu'on parle du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L), nous avons à l'esprit la culture arabo-musulmane ; le palmier a été cité plusieurs fois dans le Coran et le prophète Mohammed (Que le Salut Soit sur Lui) associe le musulman au palmier. En outre, presque la majorité des pays producteurs de dattes sont de cette culture.

La production mondiale de dattes dépasse le seuil de 6.5 millions de tonnes par an ; cette production provient de plus de 20 pays dont 6 produisent plus de 74%. Au premier rang se trouve l'Égypte avec une production de plus de 1.4 million de tonnes par an dont 90% est consommée localement comme aliment du bétail puis vient l'Iran, l'Arabie saoudite (FAO, 2012). L'Algérie occupe la quatrième place avec une production annuelle de plus de 780 mille tonnes (FAO, 2012), dont 3% seulement va à l'exportation (Benzouche et Cheriet, 2012).

La culture du palmier dattier occupe une place importante dans le système de production algérien et constitue une ressource majeure pour la majorité des habitants des régions sahariennes du pays. Les statistiques révèlent qu'il y a plus de 18 million de palmiers qui occupent une superficie dépassant les 160 mille hectares (Benzouche et Cheriet, 2012). L'Algérie est connue pour sa production de la Deglet Nour, une variété de dattes originaire de la région de Biskra qui a une grande valeur commerciale. Ceci est dû essentiellement à l'administration coloniale et à l'état algérien qui ont favorisé la culture de ce cultivar vu la demande du marché européen.

De ce fait, le progrès de la phoeniculture permet le maintien sur place des populations locales et le développement du tissu socioéconomique oasien, et donc constitue une source de revenu appréciable pour le trésor national hors hydrocarbure.

Le palmier nécessite un entretien particulier, notamment, au niveau de la couronne comme la taille des palmes, les traitements phytosanitaires, la pollinisation, la limitation du nombre de régimes et la récolte. Toutefois ces opérations culturales restent manuelles obligeant les phœniculteurs à grimper le palmier ce qui rend ces pratiques pénibles et dangereuses.

Il va de soi que l'introduction de la machine favorise d'une façon considérable le développement de cette filière agricole vu surtout la pénurie de la main d'œuvre qualifiée alors que le nombre de palmiers cultivés augmente sans cesse.

Certains chercheurs travaillant sur la mécanisation du palmier dattier s'attèlent à développer des dispositifs qui aident à la pollinisation (Perkins et Rurkner, 1974 ; Ibrahim et al, 1987; Yahia, 2009 ; Mostaan et al, 2010), à la taille des palmes (Mosttan, 2005 ; Ismail et Al-Gaadi, 2006) et au traitement phytosanitaire (Abass et al, 2006 ; Shapiro et al, 2009) alors que d'autres essaient de concevoir des dispositifs facilitant l'accès de l'opérateur au sommet du palmier (Abdalla et al, 1986 ; Hassan et al, 1986 ; Al-Suhaibani et al, 1988; Shamsi, 1998 ; Fadel, 2005 ; Keramat et al, 2008; Garbati Pegna, 2008).

Actuellement nous constatons que les subventions de l'état algérien et les travaux de recherches s'orientent plus sur les aspects hydrauliques, phytosanitaires et conditionnement des dattes que sur la mécanisation de ce secteur qui reste un aspect négligé. Pour cela, ce travail vient enrichir ce domaine de recherche qui reste vierge en Algérie.

Dans cette étude, nous proposons des modèles de machines qui facilitent le travail des agriculteurs et des techniques qui pourraient contribuer à perfectionner les pratiques culturales en sécurité et réduire le temps nécessaire de réalisation tenant compte du coût de fabrication de ces outils afin qu'ils soient économiquement accessibles aux phoeniculteurs.

Ce travail comporte trois parties essentielles. La première partie concernera la recherche bibliographique qui reprendra l'état de l'art de la mécanisation du palmier dattier à l'échelle mondiale et la conduite du palmier dattier en Algérie. La deuxième partie expérimentale présentera les résultats des enquêtes réalisées auprès des phoeniculteurs, l'étude de la pollinisation du palmier dattier et le développement d'une récolteuse de régimes de dattes. La troisième partie proposera des techniques de mécanisation à adapter à cette culture.

1^{ère} Partie

Etude bibliographique

CHAPITRE I :

ETAT DE L'ART DE LA MECANISATION DE LA PHŒNICICULTURE A L'ECHELLE MONDIALE

1. Introduction

Depuis 1924 jusqu'à 1979, aux Etats Unis, la culture du palmier dattier a connu une évolution notable en matière de production. Elle est passée d'une culture familiale à une culture industrielle, ce qu'explique le nombre important de brevets enregistrés dans le conditionnement des dattes (Barreveld, 1993 in Akyurt et al, 2002). A l'époque où l'innovation se focalise sur le segment du conditionnement de dattes, au sud de la Californie, la récolte se réalise à l'aide d'un dispositif sous forme de plateformes (Fig. 1) et des tours permettant à l'opérateur de se déplacer d'un palmier à l'autre. Mais cette méthode est très coûteuse (Perkins et Brown, 1966). Cependant, aux Etats Unis, le programme de mécanisation des opérations culturales des palmeraies a été lancé, effectivement, en 1961 (Perkins et Rurkner, 1974). Parmi les résultats issus de ce programme, six types de machines de pollinisation sont commercialisées à la fin de 1973. Ces auteurs ont mentionné aussi que, dès 1966, environ 65% de la récolte de dattes se faisait à l'aide de la machine.

Dans ce qui suit, nous allons présenter quelques travaux de recherches développés pour mécaniser certaines opérations culturales par ordre chronologique.



Fig.1. Plateformes et tours pour la récolte (Perkins et Brown, 1966)

2. Machines développées à l'échelle académique

Hassan et al (1986) ont fait une tentative d'intégration des élévateurs, destinés aux intervenants du bâtiment et travaux publics, dans les palmeraies. Le but de cette expérimentation est de faire une comparaison entre deux machines différentes. Les deux machines ont été importées en Arabie Saoudite. Ensuite, l'équipe de recherche a introduit quelques modifications sur les élévateurs afin de rendre ces derniers convenables aux conditions de travail dans les palmeraies.

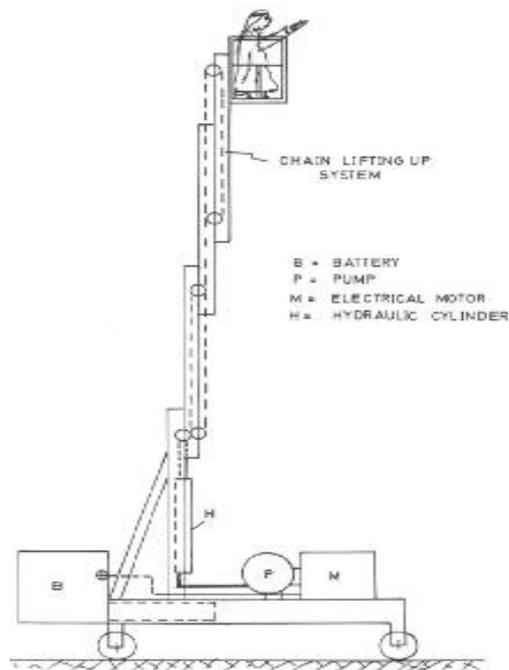


Fig. 2. Elévateur à plateforme aérienne (Hassan et al, 1986)

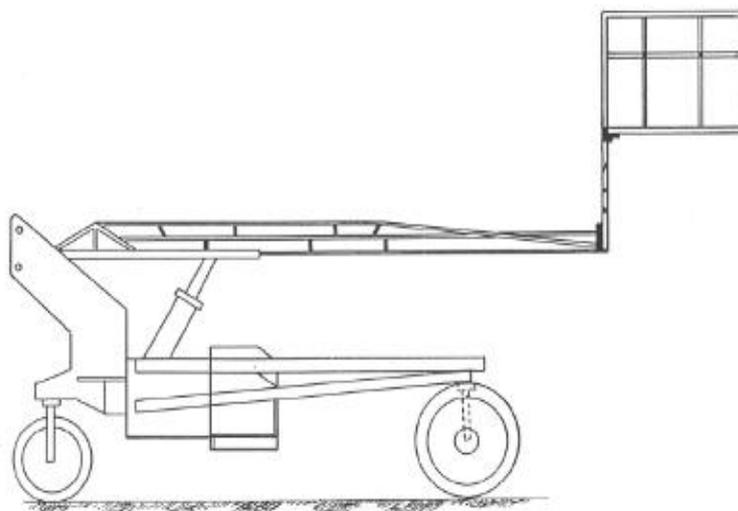


Fig. 3. Elévateur BEN 10 (Hassan et al, 1986)

Après ces modifications apportées sur les deux élévateurs, les auteurs ont conclu que l'élévateur à plateforme aérienne est plus avantageux que l'élévateur BEN 10.

Durant la même période, Abdalla et al, (1986) ont développé un élévateur à pédale. Cet élévateur est composé d'une poutre, de deux pédales et d'un siège. L'opérateur s'élèvera lui-même en agissant sur les pédales, arrivé à la hauteur voulue, il s'assoit sur le siège qu'il déploie.

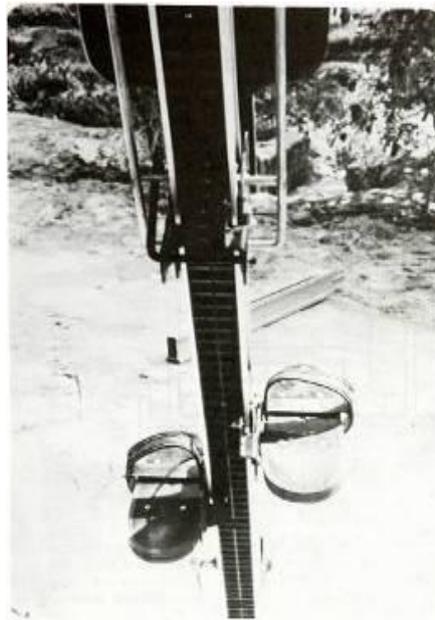


Fig. 4. Walk-Up élévateur (Abdalla et al, 1986)

Al-Suhaibani et al (1988) ont conçu un prototype d'un élévateur aux Etats Unis dans le cadre d'un programme de travail entre l'université de KSA et l'université de Californie.

Ce prototype se caractérise par un panier en forme de U porté par un vérin hydraulique télescopique qui peut atteindre 14 m d'allongement. Le tout est chargé sur un engin automobile. Le déplacement de cet engin et l'alimentation de la pompe hydraulique sont assurés par un moteur Perkins diesel de 4 cylindres (Fig. 5).

Al-Suhaibani et al (1991) ont testé et évalué la machine comparativement au travail manuel. Le résultat est satisfaisant sur le plan sécuritaire, sur la réduction du temps de travail mais cette machine reste très coûteuse.

Ces auteurs ont conçu également une passerelle mobile pour permettre le déplacement de la machine en évitant les réseaux d'irrigation et de drainage.



Fig. 5. Prototype d'Al-Suhaibani et al (1987)

Ibrahim et al, (1987) ont développé un pollinisateur mécanique pour le palmier dattier, qu'ils ont appelé ALNAHREEN POLINATOR, dont le principe de fonctionnement est le poudrage de grains du pollen sur les inflorescences femelles.

Il comporte un petit compresseur semi-porté animé par un moteur à combustion interne et un tube en aluminium de 8 m de long (Fig. 6). Les tests de cette machine ont montré une importante augmentation en nombre de palmiers traités par saison et une réduction notable du coût de l'opération.

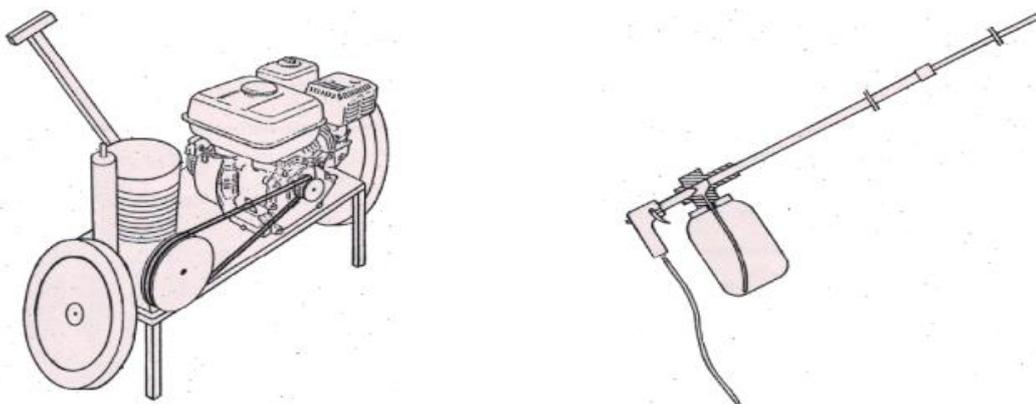


Fig.6. Pollinisateur Al-Nahreen (Ibrahim et al, 1987)

Bankhar et Akyrut (1995) ont conçu une plateforme élévatrice en 3D (Fig. 7) ; une simulation a été réalisée pour vérifier la stabilité de la machine pendant son déplacement. Cette machine se compose, essentiellement, de deux paires de roues (motrices et trainées) et une plateforme. Les deux paires de roues sont connectées entre elles par quatre bras d'une façon à assurer une flexibilité avec la variation du diamètre du tronc du palmier ; la plateforme, suspendue aux roues à l'aide des câbles, suit le déplacement.

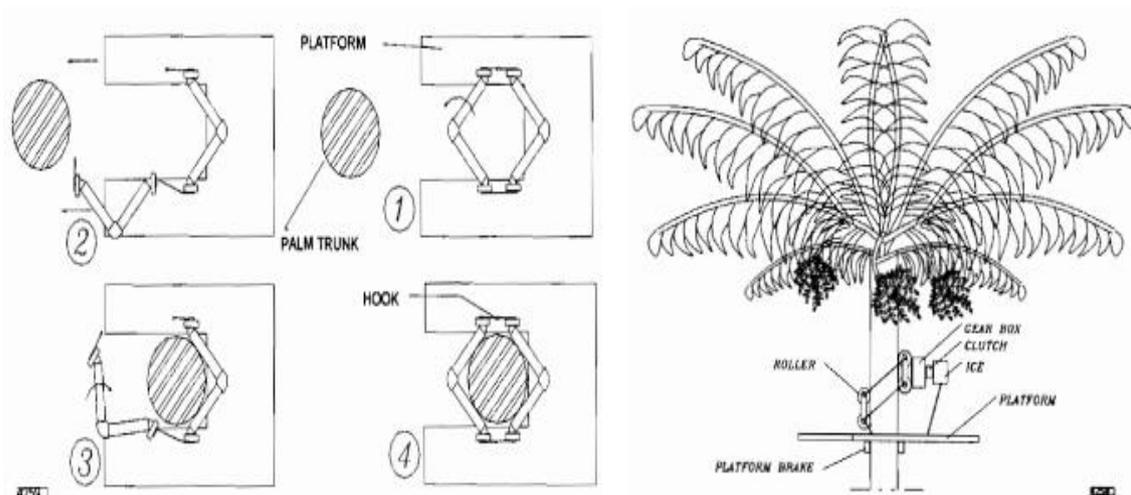


Fig.7. Plateforme élévatrice (Bankhar et Akyrut 1995)

Shamsi (1998) a construit un robot grimpeur pour la récolte des dattes qui utilise le même principe de fonctionnement que celle développée par Bankhar et Akyrut (1995). Ce robot, (Fig. 8), est constitué de plusieurs paires de roues reliées entre elles par des bras qui servent à maintenir le robot autour du palmier. Ce robot peut atteindre une hauteur de 30 m.



Fig.8. Robot grimpeur (Shamsi, 1998)

Fadel (2005) a fabriqué une nacelle montée sur un tracteur et animée par le système hydraulique et électrique de celui-ci. Les éléments principaux constitutifs de cette nacelle sont le siège, les bras élévateurs et le châssis (Fig. 9). La machine a coûté, quasiment, 1.000.000 DA et son utilisation s'avère rentable en matière de sécurité et d'économie de temps.

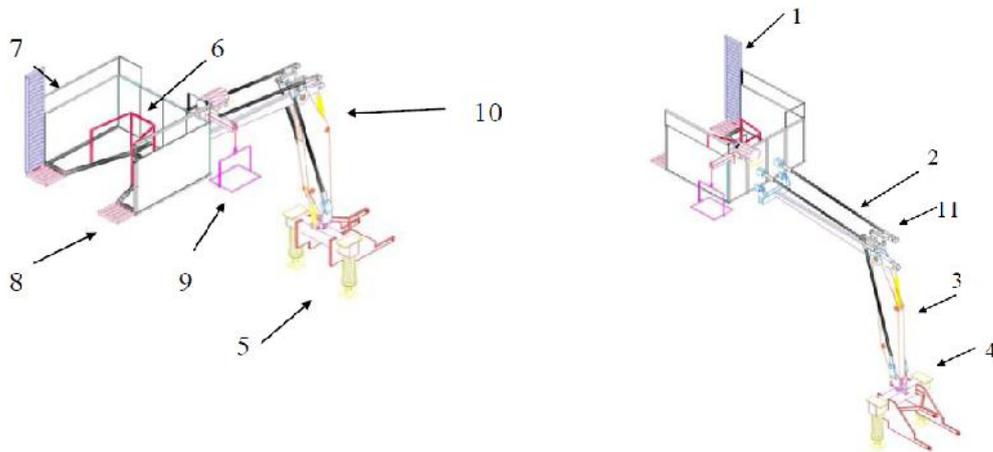


Fig. 9. Schéma représentatif d'une nacelle élévatrice (Fadel, 2005).

1. Foldable bridge ; 2. Leveling Mechanism; 3. Main Boom; 4. Base; 5. Outrigger; 6. Internal Barrier; 7. External Barrier; 8. Platform Extension; 9. Basket Holder; 10. Hydraulic Cylinder; 11. Levering Arm.

Mosttan (2005) a mis au point une arracheuse manuelle de palmes qui se compose d'une barre en aluminium de 1.5 m, d'un mécanisme de pinces, de deux lames enclenchées par une pédale et de deux câbles pour transmettre le mouvement de la pédale aux pinces (Fig. 10).

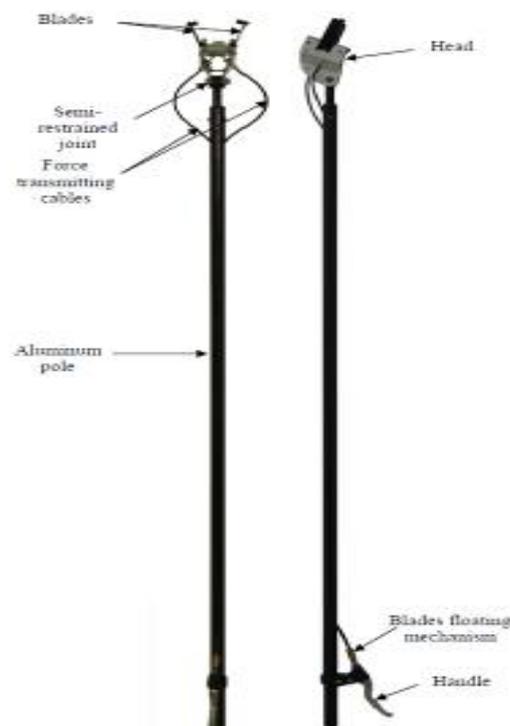


Fig. 10. Arracheuse manuelle de palmes (Mosttan, 2005)

Le résultat de l'évaluation de ce dispositif a révélé que la section d'une palme dure 3 minutes au lieu de 10 minutes avec l'ancienne méthode. La hauteur maximale de travail de cet appareil est de 2,5 m.

Ismail et al (2006) ont développé une machine à courant alternatif-portative pour mécaniser l'opération de taillage du palmier (Fig. 11).

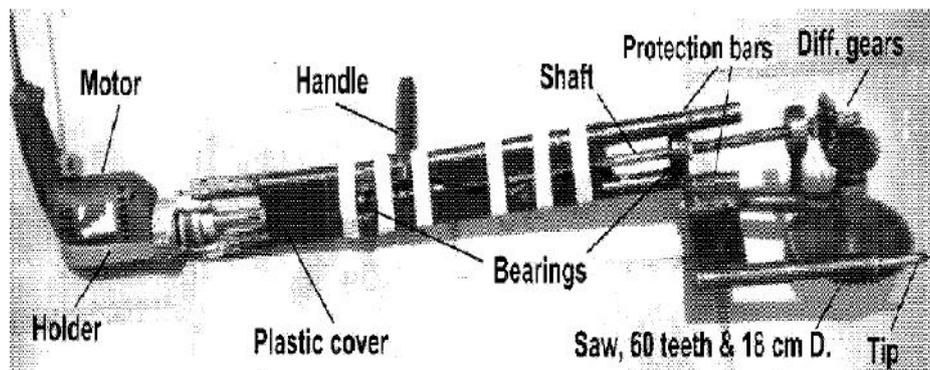


Fig. 11. Elagueur (Ismail et Al-Gaadi 2006)

Cette machine est munie d'un moteur électrique qui fait tourner une tige métallique d'un mètre de long transmettant un mouvement rotatif à une scie circulaire via un différentiel.

Le poids et la taille de cette machine sont respectivement de 7 kg et de 130 cm ce qui permet son utilisation par un seul manipulateur ; son évaluation a montré que la teneur en humidité des pétioles a un effet significatif sur le rendement de l'outil du point vue énergétique et temps de travail.

Abass et al, (2006) ont construit un pulvérisateur monté sur une perche télescopique. Il est constitué d'un réservoir d'un volume de 4,5 l, d'une pompe électrique, d'une buse, d'une perche télescopique et d'une batterie de 12V (Fig. 12). Selon l'auteur, l'outil a donné de bons résultats par apport au pulvérisateur à dos.

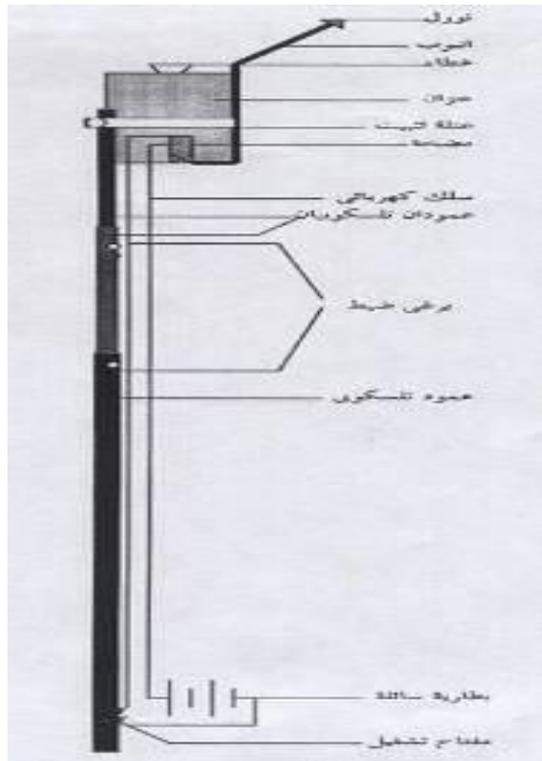


Fig. 12. Pulvérisateur électrique (Abass et al, 2006)

Garbati Pegna (2008) a monté une échelle extensible jusqu'à 15 m de hauteur (Fig. 13) sur un mini dumper ; ce dernier permet le déplacement de l'échelle d'un palmier à un autre. L'inclinaison de l'échelle est assurée par le vérin hydraulique de la benne du mini dumper, tandis que son extension est effectuée par un treuil manuel. D'après l'auteur, le temps nécessaire pour incliner et étendre l'échelle dure environ 60 sec.



Fig. 13. Echelle extensible (Garbati Pegna, 2008)

Kerammat et al (2008) ont conçu à l'aide d'un logiciel Solidworks une machine grimpeuse grâce à des pinces qui s'accrochent au tronc du palmier (Fig. 14).



Fig. 14. Machine grimpeuse (Kerammat et al, 2008)

Cette grimpeuse comporte 4 pinces disposées sur deux sections, supérieure et inférieure, d'une plateforme et de trois vérins liant les deux sections. Chaque pince est munie d'un vérin hydraulique qui contrôle son ouverture et sa fermeture. La section inférieure des pinces est fixée directement sur le châssis de la machine, la section supérieure étant quasiment indépendante, la liaison entre les deux sections de pinces étant assurée par les vérins.

Pendant le déplacement, l'ouverture et la fermeture des pinces assurent l'accrochage de la machine sur le tronc et l'action des vérins qui lient les deux sections assurent la montée et la descente de la machine. Tous les vérins sont contrôlés par un système hydraulique sécurisé.

Shapiro et al (2009) considèrent que l'intervention de l'homme au sommet d'un palmier, quel que soit le moyen utilisé pour monter, constitue un danger. Pour cela, ils ont proposé un robot pouvant effectuer la pulvérisation sans grimper le palmier. Le prototype est muni d'un contrôleur visuel, pour guider le gicleur du pulvérisateur, porté par un mât télescopique. Cet appareil pourrait être remorqué par un tracteur standard et guidé par un seul pilote (Fig. 15).



Fig. 15. Robot pulvérisateur (Shapiro et al, 2009)

Plusieurs chercheurs ont tenté de mécaniser la pollinisation de palmier dattier au vu de son importance. A cet égard, Yahia (2009) a conçu un pollinisateur qui se compose d'un moteur électrique de 12V, alimenté par une batterie, d'une trémie et d'un tambour vibrant en plastique qui tourne à une vitesse réduite par rapport au moteur électrique (Fig. 16).

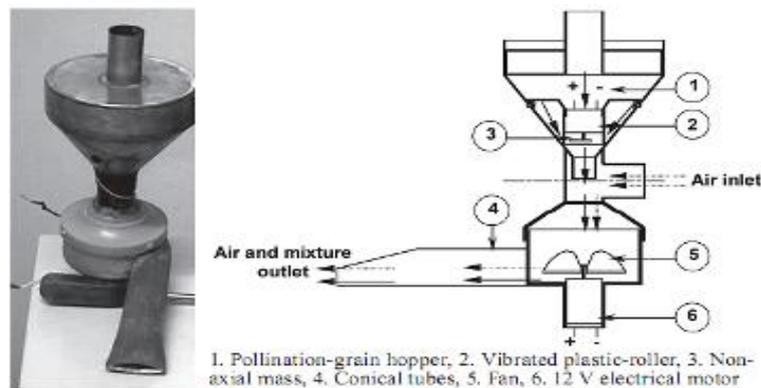
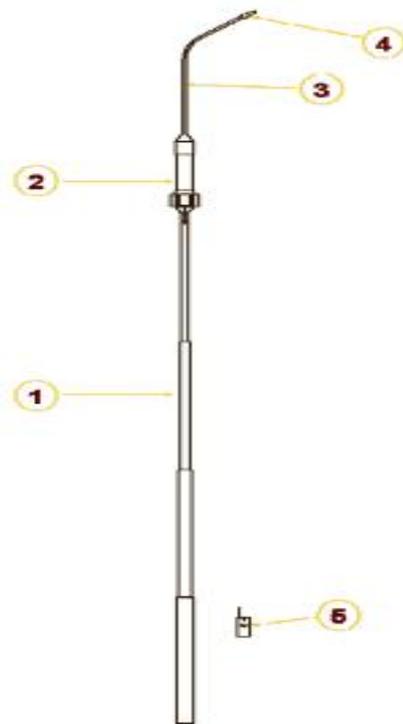


Fig. 16. Pollinisateur (Yahia, 2009)

Mostaan et al (2010) ont publié une recherche sur un pollinisateur électrique. Ce dernier se compose d'une perche télescopique (1), d'un distributeur d'air (2), d'un tuyau de pollen (3), d'une buse (4) et d'une télécommande (5) (Fig. 17). Selon les auteurs, l'étude comparative a montré que l'utilisation de ce pollinisateur est plus avantageuse que la méthode traditionnelle en matière de fécondité.



3. M: Fig. 17. Pollinisateur électrique (Mostaan et al, 2010). extending pole (1), dispenser (2), pollen pipe (3), nozzle (4) and remote controller (5).

Dans les palmeraies du sud de la Californie, les phœniciculteurs utilisent des engins destinés uniquement pour réaliser les différentes opérations culturales au niveau de la couronne (fig. 18). Ces engins ressemblent au modèle développé par Al-Suhaibani et son équipe en 1987. Ces élévateurs modernes sont équipés par des prises pneumatiques ou/et hydrauliques pour animer des outils utilisés dans les opérations culturales, comme l'élagueur (fig. 19), le pulvérisateur...



Fig. 18. Elagueur pneumatique



Fig.19. Récolte à l'aide d'un élévateur à nacelle aux Etats Unis (Zaid et Arias-Jimenez 2002)

La pollinisation est l'opération culturale cruciale pour réussir la récolte. Pour cela, les fabricants des équipements agricoles construisent différents modèles de pollinisateurs, mécaniques ou semi mécaniques, pour diffuser le pollen (fig. 20 et 21), bien que cette méthode reste très controversée.



Fig. 20. Pollinisateur animé par le tracteur



Fig. 21. Pollinisateur mécanique

Concernant d'autres travaux relatifs à d'autres opérations culturales telle que la retransplantation de rejets et le traitement phytosanitaire, une planteuse de rejets, animée par un tracteur a été réalisée (Fig. 23) ; celle-ci fonctionne sur le même principe que celui développé par Abo-Habaga en 2000 (in Ismail et al, 2008). Cette planteuse peut être également utilisée pour d'autres espèces. Des injecteurs de produits phytosanitaires dans le tronc des palmiers (Fig. 22) ont été construits pour lutter contre les charançons rouges.



Fig. 23. Injecteur de produits phytosanitaires



Fig. 22. Planteuse de rejets

4. Conclusion

Il est évident que l'utilisation du nécessaire de grimpage mis à la disposition du grimpeur expose ce dernier à un danger permanent ce qui conduit à une diminution du nombre d'intervention. De ce fait, nous constatons que tous les travaux de recherche développés dans ce domaine prennent en considération, en premier lieu, la sécurité de l'utilisateur et la rentabilité de la machine.

A la lumière de ce qui précède, on peut donc distinguer deux grands axes de recherche pour mécaniser les opérations culturales du palmier ; le premier vise à concevoir un outil spécifique pour chaque opération culturale, tandis que le deuxième s'intéresse au fait que l'opérateur parvienne au sommet du palmier rapidement et en toute sécurité. Pour ce dernier axe nous avons vu que la machine pouvait s'appuyer soit sur le sol, soit sur le tronc du palmier (travaux de recherche de Keramat et al, en 2008 sur les propriétés physiques du tronc de palmier).

CHAPITRE II: LA CONDUITE DU PALMIER DATTIER EN ALGERIE

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser à la conduite du palmier dans le sud algérien notamment dans la région des Zibans. Ce travail est le résultat d'une somme d'informations obtenues auprès des agriculteurs ; il faut mentionner qu'on ne trouve pas d'informations dans la littérature de spécialité concernant la mécanisation du palmier dattier. Nous allons développer les opérations culturales au niveau du sol et celles au niveau de la couronne en relation avec le matériel utilisé.

2. Opérations culturales au niveau du sol

2.1. Sevrage et plantation du rejet (Djebar)

Le sevrage est la séparation du rejet qui se trouve à la base du palmier du pied mère (Fig. 24) ; l'opération consiste à trancher le point d'attachement entre le pied mère et le rejet à l'aide d'une barre métallique. Cet outil est pointu à une extrémité et tranchant dans l'autre, il s'appelle localement Baramila (Fig. 25). Selon l'état du rejet, le sevrage s'effectue tous les cinq à sept ans.



Fig. 24. Djebar

La plantation manuelle du rejet s'effectue, généralement, au printemps (Mars-Avril) ou en été (juillet) selon les régions (Ben abdellah, 1990).



Fig. 25. Baramila

2.2. Ameublissement et amendement du sol

Généralement, l'ameublissement du sol se fait tous les trois à quatre ans. Il a lieu du début du mois de Décembre jusqu'à la mi- Février c'est à dire durant le ralentissement de la croissance du palmier. Durant cette opération, les agriculteurs retournent le sol qui entoure le palmier à l'aide d'une houe (Fig. 26), ou bien mécaniquement avec un rétro-chargeur (Fig. 27). L'ameublissement du sol s'accompagne, habituellement, d'un amendement. La profondeur de l'ameublissement manuel varie entre 20 et 40 cm, alors que l'utilisation du rétro chargeur permet une profondeur jusqu'à 70 cm selon l'enracinement. Souvent les agriculteurs utilisent le rétro chargeur pour assurer aussi l'élargissement de la cuvette d'irrigation.



Fig. 26. Ameublissement manuel du sol



Fig.27.Ameublissement avec rétro chargeur

2.3. Traitement phytosanitaire

Le traitement phytosanitaire permet de lutter contre les adventices et les parasites du sol. Dans la région des Zibans on utilise uniquement des pulvérisateurs à dos semi mécaniques. (Fig. 28).



Fig. 28. Pulvérisateur à dos

3. Opérations culturales au niveau de la couronne

3.1. Traitement phytosanitaire

Le palmier dattier compte de nombreux ennemis naturels dont la majorité s'attaque au sommet. Durant les campagnes de lutte contre le Boufaroua, l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) utilise des camions équipés de pulvérisateurs mécaniques qui sont, principalement, destinés pour lutter contre les criquets ; mais il s'avère qu'il y a une perte excessive de produit. Autrement dit, la mécanisation de cette opération culturale est quasiment nulle, malgré son importance (Fig. 29).



Fig. 29. Camions de traitement phytosanitaire

3.2. Taillage du palmier

Il s'agit de cisailer chaque année des organes en voie de dessèchement, qui encombrant l'arbre, gênent les travaux culturaux et abritent souvent des parasites, tels que les palmes sèches, les hampes florales, les rejets aériens (R'kebs) et le Life (Fig. 30)

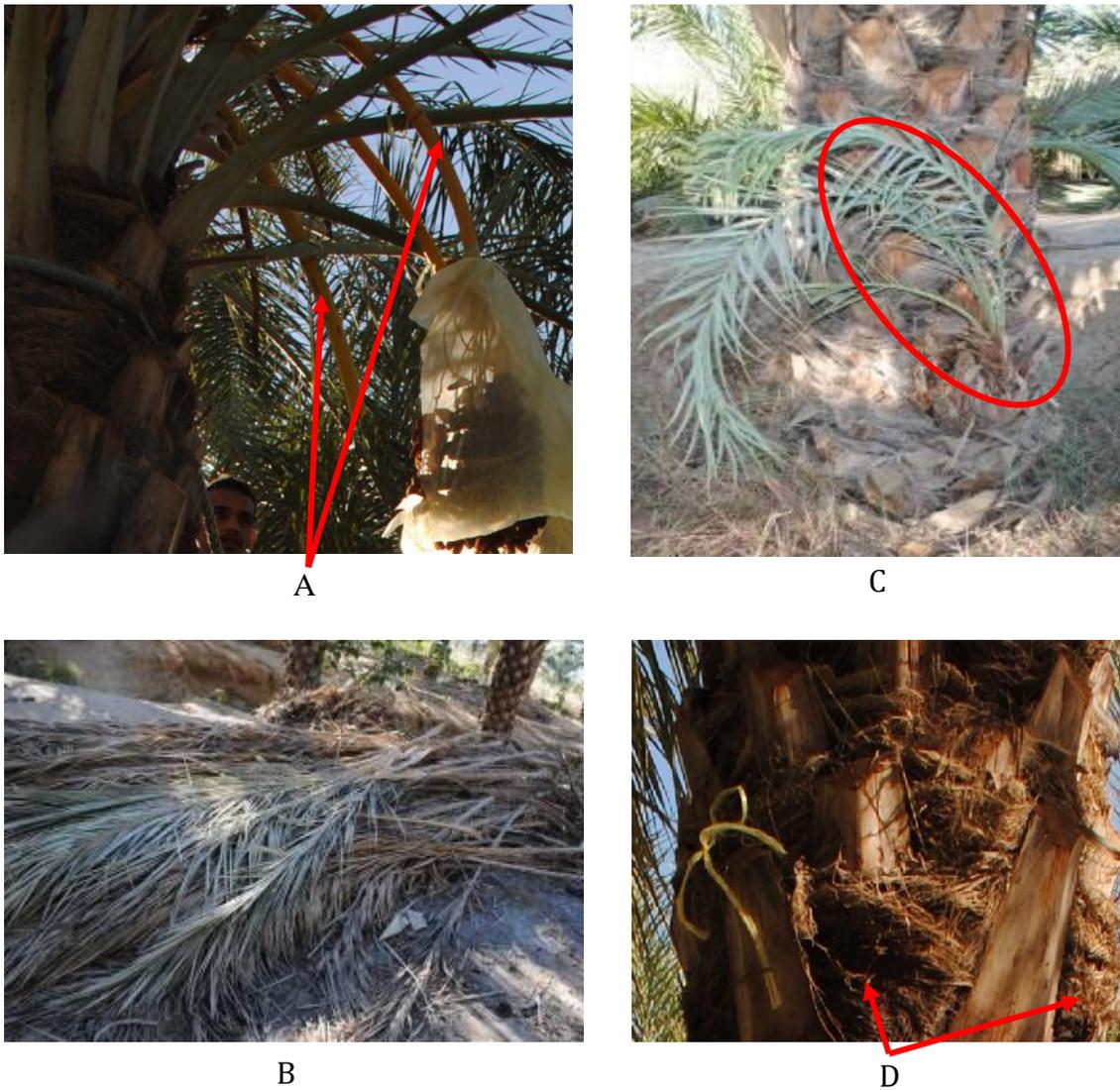


Fig. 30. Organes à enlever ; les hampes florales (A), les palmes sèches (B), les rejets aériens (R'kebs) (C) et le Life (D)

Le taillage se réalise manuellement à l'aide de scie, les agriculteurs utilisent rarement une tronçonneuse, pour couper les palmes sèches ou des serpettes (Fig. 31) pour couper les hampes florales et le Life.



Fig. 31. Serpette

3.3. Pollinisation (fécondation)

Le palmier dattier est une plante dioïque comportant des pieds mâles (Dokkar) et des pieds femelles (Nakhla). Pour une bonne production de dattes la pollinisation constitue une opération cruciale qui consiste à attacher deux ou trois épillets mâles avec les inflorescences femelles (Fig. 32). Pour les palmiers les plus hauts, la pollinisation est plus difficile à réaliser car l'opérateur doit monter à plusieurs reprises (jusqu'à cinq fois) selon l'ouverture des spathes.



Fig. 32. Pollinisation manuelle

L'ITDAS de Biskra et l'INRAA de Touggourt ont tenté de mécaniser cette opération de pollinisation en utilisant des machines comme celles développées par Ibrahim et al (1987) (Fig. 33). La récolte de pollen s'effectue juste après l'éclatement des spathes. Les épillets qui serviront à la fécondation sont ensuite détachés puis conservés dans un local frais et aéré jusqu'à leur utilisation.



Fig. 33. Pollinisation semi mécanique, INRAA de Touggourt (Boubekri, 2008)

3.4. Limitation du nombre de régimes

Cette opération se pratique après le stade nouaison. Les régimes à supprimer sont ceux situés aux parties inférieure et supérieure de la zone d'émission. On supprimera également les régimes non fécondés (échec de la pollinisation) et ceux qui sont en surnombre sur un seul côté de l'arbre.

3.5. Ciselage des régimes

Pour mieux aérer le régime et l'éclairer davantage il est utile de limiter le nombre de dattes au sein d'un même régime pour avoir de gros fruits et une meilleure maturité.

3.6. Fixation (attachement) des régimes

Les vents peuvent balancer les régimes contre le tronc et les palmes, ce qui cause des dégâts sur les dattes. Pour éviter cela, les régimes sont attachés directement sur les palmes les plus proches (Fig. 34).



Fig. 34. Attachement du régime

3.7. Protection des régimes (ensachage)

Les pluies automnales peuvent endommager les dattes qui sont arrivées au stade de maturité de ce fait certains phoeniculteurs ensachent le régime avec un film plastique perforé ; ce dernier assure également la protection contre les oiseaux et les insectes (Fig.35).



Fig. 35. Ensachage

Il est nécessaire de noter ici que les quatre opérations précédentes sont pratiquées, uniquement, sur les variétés qui ont une valeur commerciale.

3.8. Récolte de dattes

La récolte s'échelonne du mois de Juin à la fin du mois de Décembre selon les variétés et les régions. Elle se fait d'une manière générale par la coupe du régime à l'aide d'une serpette puis le jet de ce régime sur une bâche étalée à la base du palmier. Mais pour les variétés destinées à la commercialisation, le régime est descendu soigneusement par une corde (Fig. 36).



Fig. 36. Récolte

3.9. Moyens d'accès au sommet du palmier

L'utilisation du nécessaire de grimpage, appelé Al Aida dans la région des Zibans, est très indispensable pour monter et effectuer toutes les opérations culturales au niveau de la couronne du palmier. Cet outil se compose d'une bande de tissu de 20 à 30 cm de large et de 70 à 90 cm de long sur laquelle s'appuie le dos du grimpeur. Aux extrémités de cette bande se trouvent deux anneaux à travers lesquels passe une corde de plus de 2 m de long (Fig.37).



Fig. 37. Nécessaire de grimpage (El Aida)

L'utilisateur muni de ce nécessaire de grimpage encercle le palmier avec la corde et grimpe en s'appuyant sur les K'urnafs (bases des palmes arrachés). Cette opération est très pénible et s'adresse surtout aux hommes ayant une bonne condition physique, une patience et une qualification au travail.



Fig. 38. Utilisation du nécessaire de grimpage

Parfois les phoeniculteurs utilisent une échelle mais celle-ci expose l'opérateur au danger. Son utilisation est très limitée en Algérie.

On a trouvé pareillement un agriculteur à Oued-Souf qui utilise des nacelles conçues spécialement pour les palmiers dattiers (Fig. 39).



Fig. 39. Opération d'ensachage chez Mahri

4. Conclusion

Nous constatons que la mécanisation de la culture du palmier dattier reste très insuffisante. Elle souffre de la négligence de la part des établissements de recherche d'une part et d'autre part de l'esprit très conservateur des agriculteurs. Pourtant les opérations citées dans ce chapitre sont très difficiles à exécuter et très dangereuses, par conséquent elles nécessitent une grande attention pour arriver à une mécanisation nécessaire et indispensable.

L'ITDAS et l'INRAA essaient de mécaniser surtout l'opération de pollinisation mais cette tentative n'a pas connu un début d'application industrielle, pourtant le pays dispose d'unités spécialisées dans l'aluminium et le plastique.

2^{ème} Partie

Etude expérimentale et conception

CHAPITRE I:

DETERMINATION DE CERTAINS PARAMETRES INTERVENANT DANS LA CONCEPTION DES MACHINES UTILISEES EN PHOENICICULTURE

1. Introduction

Plusieurs recherches ont été développées pour étudier certains paramètres intervenant dans la conception des machines destinées à être utilisées dans la culture du palmier dattier. Ahmed et al. (1986) ont déterminé plusieurs paramètres liés au palmier lui-même, tels que l'âge, la hauteur et le diamètre du tronc, la hauteur de la couronne, la distribution des palmiers sur terrain et la résistance des palmes à la coupe. Al-Suhaibani et al (1988) ont mené une enquête sur 19 palmeraies pour déterminer la hauteur des arbres, l'espace entre les palmiers, la disposition des régimes de dattes, les profils du terrain et la portance du sol afin d'estimer le gabarit, la garde au sol et la puissance requise pour la conception d'une nacelle élévatrice. Keramat Jahromi et al. (2007) ont étudié la corrélation entre la hauteur du palmier, la distance entre les palmes et les régimes de dattes, la hauteur de la couronne et la circonférence du tronc avec l'âge du palmier. Keramat Jahromi et al. (2008) ont également étudié les propriétés mécaniques d'un tronc de palmier qui pourraient être utiles dans la conception d'une machine grimpeuse.

Ce chapitre a donc pour but de déterminer certains paramètres intervenants dans la conception des machines destinées à la culture du palmier dattier. Ces données ont été recueillies dans la wilaya de Biskra vue son importance dans la production algérienne de dattes.

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Biskra, qui produit 38% des dattes algériennes, a été choisie comme zone de travail pour mener notre enquête. Cette zone d'étude est située au Sud - Est de l'Algérie, aux portes du Sahara. Son altitude de 112 m par rapport au niveau de la mer fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie. Le chef-lieu de la wilaya est située à 420 km de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 21671 km², répartie sur 12 daïras. Biskra a un climat désertique et chaud, avec des étés très chauds et secs et des hivers doux avec des précipitations annuelles moyennes allant de 120 à 150 mm/an. La température annuelle moyenne est 20,9 ° C.

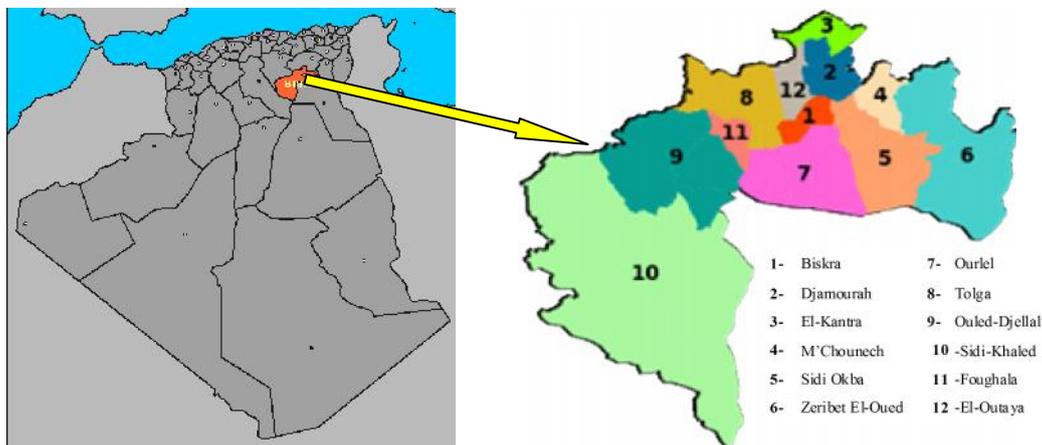


Fig. 40. Localisation de la zone d'étude

2.2. Enquête

L'enquête a été réalisée durant l'année 2014 ; elle a touché 37 palmeraies représentatives des différentes conditions pédoclimatiques ce qui nous a permis de parcourir tout le territoire de la wilaya.

Les régions visitées sont :

- ❖ Région Est (Zeribet El-Oued et Sidi-Okba),
- ❖ région Centre (Biskra, Tolga, Ourlel et Foughala),
- ❖ région Ouest (Ouled-Djellal et Sidi-Khaled).

A l'aide d'un questionnaire directif (annexe I), à une seule interview, les éléments discriminatoires suivants ont été collectés :

- **Données sur les palmeraies** : Localité, âge, disposition des pieds, surface, existence cultures sous-jacentes.
- **Données sur les palmiers** : Nombre de pieds, l'espace entre les pieds et les rangs.
- **Mesures sur les palmiers** : La hauteur des palmiers (jusqu'à la couronne), le diamètre du tronc et l'estimation de l'espace entre le régime et le tronc. Notons que pour chaque palmeraie on a choisi 5% du nombre total de pieds productifs pour effectuer ces mesures. Pour évaluer la hauteur des palmiers, nous avons utilisé le dendromètre Blum-Leiss, tandis que pour déterminer le diamètre du tronc, l'espace entre les pieds et les rangs nous avons utilisé un ruban métrique.
- **Mode d'irrigation** : Il existe plusieurs modes d'irrigation utilisés par les agriculteurs, dans notre enquête nous allons déterminer les plus répandus.

3. Résultats et discussion

3.1. Données sur les palmeraies

Le tableau 1 montre les données générales sur les palmeraies enquêtées.

Tableau 1: Données générales sur les palmeraies visitées

N°	Nom	Localité (Daïra)	Disposition des palmiers	cultures sous-jacentes	Superficie (ha)
1	M'lili (1)	Ourlel	Alignés	(Arbres fruités)	1
2	M'lili (2)	Ourlel	Alignés	(Arbres fruités)	2
3	M'lili (3)	Ourlel	Dispersés	(Arbres fruités)	1,5
4	M'lili (4)	Ourlel	Alignés	Néant	2,5
5	Bochagroune	Tolga	Dispersés	Néant	1,5
6	Lichana	Tolga	Alignés	Néant	12
7	El-Hadjeb	Biskra	Alignés	Néant	1
8	Tolga (1)	Tolga	Alignés	Néant	6
9	Tolga (2)	Tolga	Alignés	(Culture Maraîchère, Céréale, culture fourragère)	2
10	Tolga (3)	Tolga	Alignés	Néant	1
11	Bordj Ben	Tolga	Alignés	Néant	2
12	Sidi-Okba (1)	Sidi-Okba	Alignés	(Arbres fruités)	2
13	Sidi-Okba (2)	Sidi-Okba	Alignés	Néant	3
14	Sidi-Okba (3)	Sidi-Okba	Alignés	(Arbres fruités)	3
15	Aïn Naga (1)	Sidi-Okba	Alignés	Néant	3
16	Aïn Naga (2)	Sidi-Okba	Dispersés	Néant	3
17	Khenguët Sidi	Zeribet El-Oued	Dispersés	Néant	2
18	Khenguët Sidi	Zeribet El-Oued	Dispersés	(Arbres fruités)	1,5
19	Khenguët Sidi	Zeribet El-Oued	Dispersés	Néant	1,5
20	El Ghrous (1)	Foughala	Alignés	(Arbres fruités)	2
21	El Ghrous (2)	Foughala	Alignés	(Arbres fruités)	2
22	El Ghrous (3)	Foughala	Alignés	(Arbres fruités)	4
23	El Ghrous (4)	Foughala	Alignés	(Arbres fruités)	1,5
24	Doucen (1)	Ouled-Djellal	Dispersés	Néant	2

25	Doucen (2)	Ouled-Djellal	Alignés	Néant	1
26	Doucen (3)	Ouled-Djellal	Alignés	Néant	6
27	Doucen (4)	Ouled-Djellal	Alignés	Néant	2,5
28	Doucen (5)	Ouled-Djellal	Alignés	Néant	10
29	Ouled-Djellal	Ouled-Djellal	Alignés	Néant	6
30	Sidi Khaled (1)	Sidi Khaled	Alignés	(Arbres fruités)	0,5
31	Sidi Khaled (2)	Sidi Khaled	Alignés	(Arbres fruitiers +culture fourragère)	0,5
32	Sidi Khaled (3)	Sidi Khaled	Alignés	(Céréale)	0,5
33	Sidi Khaled (4)	Sidi Khaled	Alignés	(Arbres fruitiers +culture fourragère)	1
34	Sidi Khaled (5)	Sidi Khaled	Alignés	(Céréale+Arbres fruités)	0,5
35	Sidi Khaled (6)	Sidi Khaled	Alignés	(Culture Maraîchère+Arbres fruitiers)	0,75
36	Sidi Khaled (7)	Sidi Khaled	Alignés	(Céréale)	1
37	Sidi Khaled (8)	Sidi Khaled	Alignés	(Céréale+Arbres fruités)	2

D'après ces résultats nous constatons que 84 % des palmeraies possèdent des palmiers alignés. Concernant les cultures sous-jacentes dans 49% des palmeraies, nous ne trouvons aucune culture, le reste est pourvu d'arboriculture (pour 16 palmeraies), de céréales et maraichage (Fig.41); il faut souligner que les cultures sous-jacentes rendent le passage des engins agricoles malaisé.

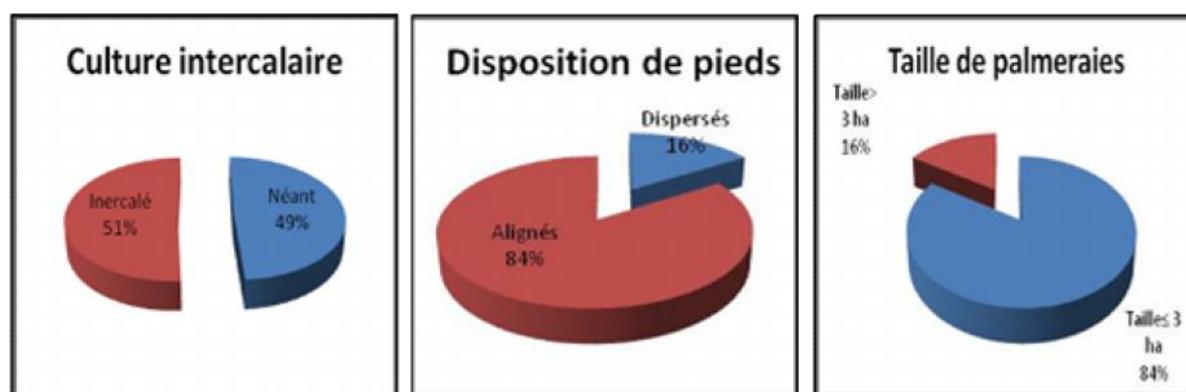


Fig. 41. Présentation des statistiques sur les palmeraies

On constate aussi que la superficie des palmeraies varie entre 0,5 et 12 ha et que la superficie de 84 % n'excède pas les 3 ha. Ce résultat montre que la majorité des palmeraies de la région sont des fermes familiales, le rendement n'est pas très important ce qui fait que l'investissement dans les machines s'avère coûteux pour les agriculteurs.



Fig. 42. Palmeraie avec culture en étage

3.2. Données sur les palmiers

Le tableau 2 récapitule les données collectées sur les pieds de palmier dattier.

Tableau 2: Données sur les palmiers

N°	Nom	Nombre de palmiers	Densité	Distance entre palmiers	Distance entre Rangs
1	M'lili (1)	100	100	8	8
2	M'lili (2)	150	75	8	8
3	M'lili (3)	109	73	Dispersé	Dispersé
4	M'lili (4)	300	120	7	7
5	Bochagroune	50	33	Dispersé	Dispersé
6	Lichana	400	33	6	6
7	El-Hadjeb	90	90	8	8
8	Tolga (1)	700	117	7	8
9	Tolga (2)	200	100	7	7
10	Tolga (3)	140	140	8	8
11	Bordj Ben Azzouz	250	125	7	8
12	Sidi-Okba (1)	200	100	9	9
13	Sidi-Okba (2)	450	150	5	5
14	Sidi-Okba (3)	450	150	8	7
15	Aïn Naga (1)	270	90	4	5
16	Aïn Naga (2)	300	100	Dispersé	Dispersé
17	Khenguet Sidi Nadji (1)	100	50	Dispersé	Dispersé
18	Khenguet Sidi Nadji (2)	100	67	Dispersé	Dispersé
19	Khenguet Sidi Nadji (3)	100	67	Dispersé	Dispersé
20	El Ghrous (1)	140	70	8	8
21	El Ghrous (2)	150	75	8	8
22	El Ghrous (3)	500	125	8	8
23	El Ghrous (4)	200	133	8	8
24	Doucen (1)	230	115	9	9
25	Doucen (2)	120	120	9	9
26	Doucen (3)	600	100	8	8
27	Doucen (4)	300	120	6	8
28	Doucen (5)	1000	100	6	7
29	Ouled-Djellal	600	100	6	7
30	Sidi Khaled (1)	50	100	8	8
31	Sidi Khaled (2)	54	108	8	8
32	Sidi Khaled (3)	55	110	8	7,5
33	Sidi Khaled (4)	116	116	8	8
34	Sidi Khaled (5)	53	106	8	8,5
35	Sidi Khaled (6)	70	93	8	7,5
36	Sidi Khaled (7)	120	120	8	7,5
37	Sidi Khaled (8)	240	120	8	8

Ces données montrent que les espaces entre les arbres ne correspondent pas à la plantation moderne citée par Zaid et Arias-Jimenez (2002). D'après la figure 43 qui illustre la distribution de fréquence des différentes classes de surface pour chaque palmier, nous constatons que pour 46% des palmeraies les surfaces varient entre 60 à 70 m². En effet, la densité de plantation dépend étroitement des facteurs écologiques et conditions pédoclimatiques de la région.

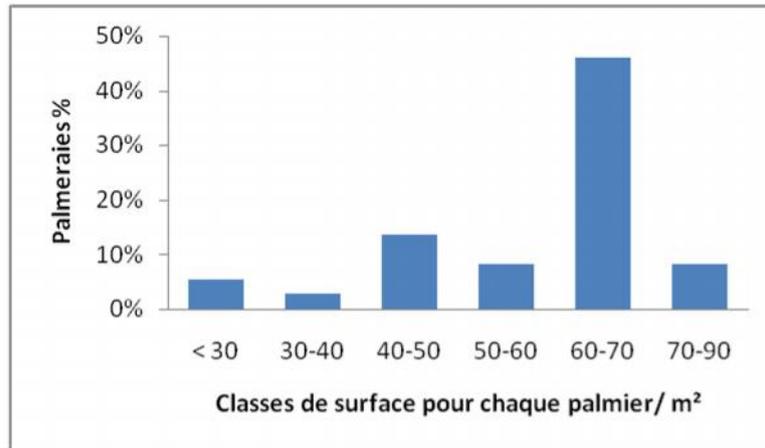


Fig. 43. Distribution des classes de surface de chaque palmier

L'espacement entre les arbres est important dans la majorité des cas, ce qui peut encourager l'utilisation d'engins similaires à ceux développés par Al-Suhaibani (1990). Cet espacement varie d'un agriculteur à un autre selon le point de vue de chacun.

3.3. Mesures sur les palmiers

Le tableau 3 récapitule les mesures collectées sur les palmiers.

Tableau 3: Mesures sur les palmiers

N°	Nom	Hauteur de pieds (m)				Circonférence des pieds (m)			N°	Nom	Hauteur de pieds (m)				Circonférence des pieds (m)		
		Min	Max	Moy	Ec-t	Min	Max	Moy			Min	Max	Moy	Ec-t	Min	Max	Moy
1	M'lili (1)	4	7	5,5	2,12	1,00	2	1,5	20	El Ghrous	5	9	7	2,83	1,75	1,88	1,815
2	M'lili (2)	6	8	7	1,41	0,80	1	0,9	21	El Ghrous	2,2	7	4,6	3,39	1,44	1,94	1,69
3	M'lili (3)	9	14	11,5	3,54	1,00	2	1,5	22	El Ghrous	3	10	6,5	4,95	1,57	2,04	1,805
4	M'lili (4)	4	7	5,5	2,12	1,20	1,6	1,4	23	El Ghrous	0,7	1,2	0,95	0,35	1,88	2,51	2,195
5	Bouchagroun	4,5	7,8	6,15	2,33	1,60	1,9	1,75	24	Doucen (1)	3,6	6,8	5,2	2,26	1,65	1,9	1,775
6	Lichana	1	4,8	2,9	2,69	1,50	1,6	1,55	25	Doucen (2)	3,6	5,2	4,4	1,13	1,69	1,94	1,815
7	El-Hadjeb	2,2	5	3,6	1,98	1,50	1,8	1,65	26	Doucen (3)	5,8	9,5	7,65	2,62	1,72	2,1	1,91
8	Tolga (1)	0,6	2	1,3	0,99	1,40	1,8	1,6	27	Doucen (4)	2,2	15	8,6	9,05	1,50	1,88	1,69
9	Tolga (2)	7,8	12	9,9	2,97	1,40	1,8	1,6	28	Doucen (5)	1,5	3	2,25	1,06	1,57	1,88	1,725
10	Tolga (3)	8	9	8,5	0,71	1,60	2	1,8	29	Ouled-Djellal	0,8	2,2	1,5	0,99	1,50	2	1,75
11	Bordj Ben Azzouz	10	14	12	2,83	1,60	1,8	1,7	30	Sidi Khaled (1)	6,3	6,7	6,5	0,28	1,90	2,13	2,015
12	Sidi-Okba (1)	2,2	5	3,6	1,98	1,70	2,1	1,9	31	Sidi Khaled (2)	5,93	6,18	6,055	0,18	1,80	2	1,9
13	Sidi-Okba (2)	3	7	5	2,83	1,80	2,3	2,05	32	Sidi Khaled (3)	6	6,5	6,25	0,35	1,00	0,9	0,95
14	Sidi-Okba (3)	1	4	2,5	2,12	1,70	2,2	1,95	33	Sidi Khaled (4)	4	5	4,5	0,71	1,93	2,3	2,115
15	Aïn Naga (1)	2,4	6,8	4,6	3,11	1,55	2,3	1,925	34	Sidi Khaled (5)	6,15	6,45	6,3	0,21	1,90	2,2	2,05
16	Aïn Naga (2)	3,2	8	5,6	3,39	1,20	2,4	1,8	35	Sidi Khaled (6)	4,9	5,3	5,1	0,28	1,90	2,13	2,015
17	Khenguët Sidi Nadji (1)	8	13	10,5	3,54	1,50	2	1,75	36	Sidi Khaled (7)	5	7	6	1,41	1,00	1,2	1,1
18	Khenguët Sidi Nadji (2)	4	12	8	5,66	1,50	2	1,75	37	Sidi Khaled (8)	2,43	2,7	2,565	0,19	1,93	2,51	2,22
19	Khenguët Sidi Nadji	4	10	7	4,24	2,00	2,2	2,1									

Nous avons trouvé que la hauteur des palmiers est comprise entre 0,6 m à 15 m, alors que pour Al-Suhaibani et al. (1988) ces valeurs sont comprises entre 1,00 et 17,43 m, pour Ahmed et al. (1992) elles oscillent entre 1,1 à 10,2 m et pour Keramat et al (2007) elles sont de l'ordre de 1,51 m à 10,32 m. Par conséquent, la hauteur de travail des machines devrait atteindre ces hauteurs.

Les circonférences maximales et minimales des arbres sont, respectivement, de 2,51 m et 0,8 m ce qui correspond à un diamètre respectif de 0,80 m et de 0,25 m alors que pour Al-Suhaibani et al. (1988) elles sont de 2,56 et 0,90 m, pour Ahmed et al. (1992) elles sont de 1,16 à 1,72 m et pour Keramat et al (2007) elles sont de 1,28 à 2,40 m. Ce paramètre est utile

pour la conception des machines grimpeuses et pour les nacelles élévatrices qui possèdent une plate-forme en "U".

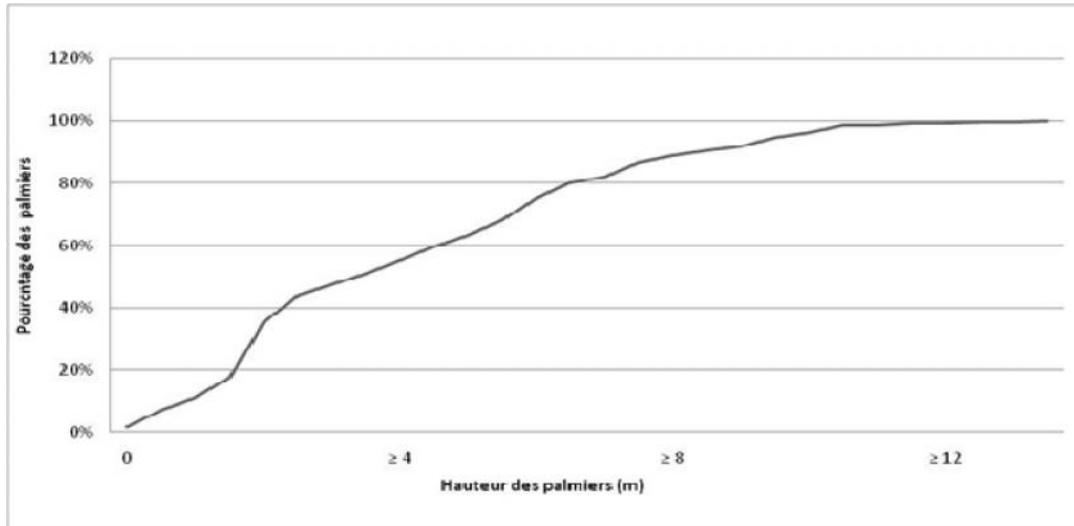


Fig. 44. Distribution de la fréquence cumulative de la hauteur de 546 palmiers

Selon la figure 44, la hauteur de 86 % des palmiers ne dépassent pas 8 m, alors que Al-Suhaibani et al (1988) trouve une hauteur de 10 m, par conséquent la hauteur de travail des machines à concevoir sera de 8 m ce qui minimisera le coût de revient.

3.4. Mode d'irrigation

Les modes d'irrigation que nous avons retrouvé sur terrain sont l'irrigation par des canaux creusés (Ségua) (Fig. 45), l'irrigation localisée (Fig. 46) et l'irrigation par planche (Fig. 47). On a estimé que la profondeur des canaux creusés fait une moyenne de 40 cm, tandis que la profondeur et la largeur des planches d'irrigation font des moyennes de 50 cm et de 180 cm, respectivement. Nous avons remarqué aussi que les agriculteurs creusent une cuvette d'irrigation autour de chaque palmier en différentes formes (circulaire ou rectangulaire) et tailles.

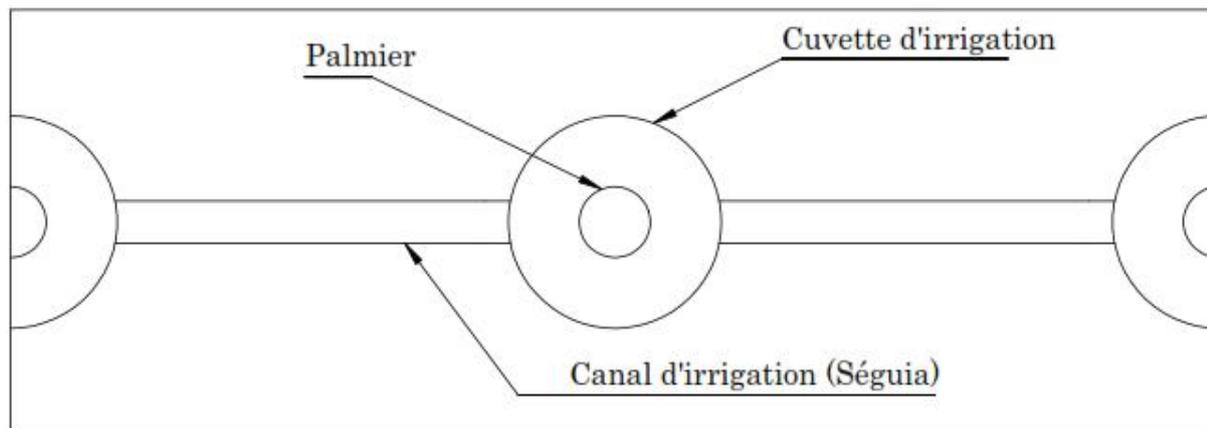


Fig. 45. Mode d'irrigation traditionnelle

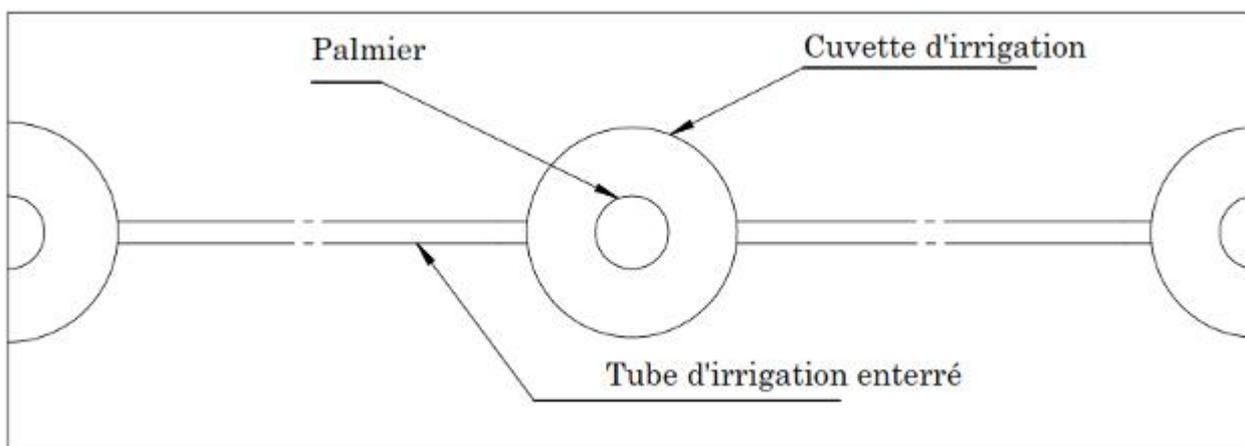


Fig. 46. Mode d'irrigation localisée

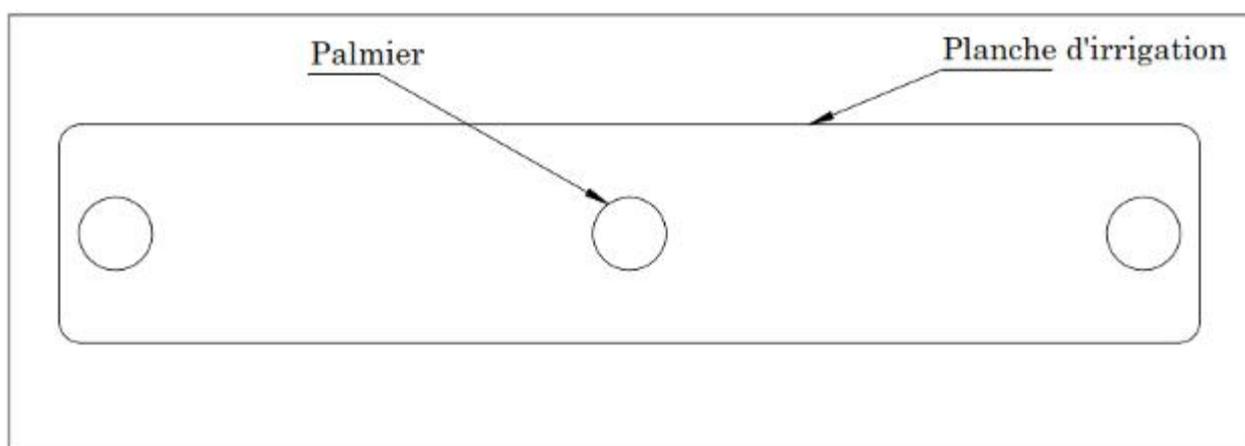


Fig. 47. Mode d'irrigation par planche

Les pourcentages des palmeraies qui pratiquent l'irrigation par des canaux creusés, localisés et par planche sont, respectivement, 16%, 73% et 11%. Il apparaît que l'utilisation des petites passerelles mobiles, comme celles développés par Al-Suhabani et al. (1993), est nécessaire.

N°	Les Palmeraies	Seguia	Planche	Localisé	N°	Les Palmeraies	Seguia	Planche	Localisé
1	M'lili (1)			X	20	El Ghrous (1)			X
2	M'lili (2)			X	21	El Ghrous (2)			X
3	M'lili (3)		X		22	El Ghrous (3)	X		
4	M'lili (4)	X			23	El Ghrous (4)			X
5	Bouchagroune	X			24	Doucen (1)	X		
6	Lichana		X		25	Doucen (2)	X		
7	El-Hadjeb	X			26	Doucen (3)	X		
8	Tolga (1)		X		27	Doucen (4)	X		
9	Tolga (2)	X			28	Doucen (5)	X		
10	Tolga (3)	X			29	Ouled-Djellal	X		
11	Bordj Ben Azzouz	X			30	Sidi Khaled (1)	X		
12	Sidi-Okba (1)		X		31	Sidi Khaled (2)	X		
13	Sidi-Okba (2)	X			32	Sidi Khaled (3)	X		
14	Sidi-Okba (3)	X			33	Sidi Khaled (4)	X		
15	Aïn Naga (1)	X			34	Sidi Khaled (5)	X		
16	Aïn Naga (2)	X			35	Sidi Khaled (6)	X		
17	Khenguët Sidi Nadji (1)	X			36	Sidi Khaled (7)		X	
18	Khenguët Sidi Nadji (2)	X			37	Sidi Khaled (8)			X
19	Khenguët Sidi Nadji (3)	X							

On a remarqué que le profil de terrain de 84% des palmeraies est un peu accidenté et donc le sol devient pénétrable au moment d'irrigation ce qui rend difficile le déplacement des engins surtout que ce sol est sablonneux. Ceci nous incite à réfléchir à la conception de machines légères et portatives.

3.5. Positionnement du régime

L'attachement du régime à la palme la plus proche est une opération primordiale pour les phœniciculteurs visités ; en effet cette opération facilite au grimpeur l'ensachage et la récolte.

Dans le but de déterminer les diamètres et les angles de travail pour une machine récolteuse de régime, nous avons mesuré la distance entre le tronc et le nœud du régime (A) qui varie entre 0,7 et 1,5 mètre et l'espace entre le nœud du régime et les palmes (B) qui oscille entre 0,3 et 0,7 mètre (Fig. 48).



Fig. 48. Position du régime

3.6. Nombre de tracteurs

Il est utile d'avoir un ou plusieurs tracteurs par palmeraie pour pouvoir leur adapter une nacelle élévatrice et exécuter les travaux au niveau de la couronne tel que conçu par Fadel (2005), ce qui permet d'éviter l'achat de matériel coûteux. Malheureusement nous n'avons recensé que 05 tracteurs de même caractéristiques sur toutes les palmeraies étudiés.

4. Conclusion

La détermination de certains paramètres liés au palmier dattier permet au concepteur de développer une machine pour effectuer les opérations culturales nécessaires. La présente étude a permis de tirer les conclusions suivantes :

- a- La hauteur de travail de la machine doit atteindre 8 m au minimum.

b- Les cultures intercalaires doivent être alignées avec les canaux d'irrigation, ce qui facilitera l'évolution des engins à roues.

c- L'espacement existant entre les pieds encourage l'utilisation de grandes machines.

d- L'attachement du régime est une opération primordiale pour les phœniciculteurs. Cette opération peut nous aider dans la conception des machines de récolte.

e- Le nombre de tracteurs est insuffisant, pour l'instant, afin de développer une nacelle montable sur le tracteur.

f- La récolte et la pollinisation sont des opérations culturales à mécaniser en priorité.

CHAPITRE II: ETUDE DE LA POLLINISATION DU PALMIER DATTIER

1. Cadre général de l'étude

Plusieurs recherches ont été menées pour mécaniser la pollinisation (chapitre I) et comme nous avons indiqué dans le chapitre précédent, cette opération est l'une des plus importantes opérations à mécaniser en priorité.

De ce fait, le présent chapitre contribue à l'enrichissement de ce sujet mettant à la disposition des phœniciculteurs un nouveau dispositif de pollinisation. Ce pollinisateur a été réalisé et testé à Touggourt en 2014 et à Biskra (El-Outaya) en 2015.

Suite à la difficulté de l'exécution de cette opération et à la demande des agriculteurs, nous avons réalisé un dispositif de pollinisation avec l'aide financière et matérielle d'un phœniculteur, en l'occurrence M. Bengauiga. Son exploitation se situe à Touggourt, à 165 km au Nord-est du chef-lieu de la wilaya d'Ouargla à une altitude de 72 m (Fig. 49). Touggourt a un climat désertique, avec des étés très chauds et secs et des hivers doux avec des précipitations annuelles moyennes allant jusqu'à 63 mm/an. La température annuelle moyenne est de 21.4°C.

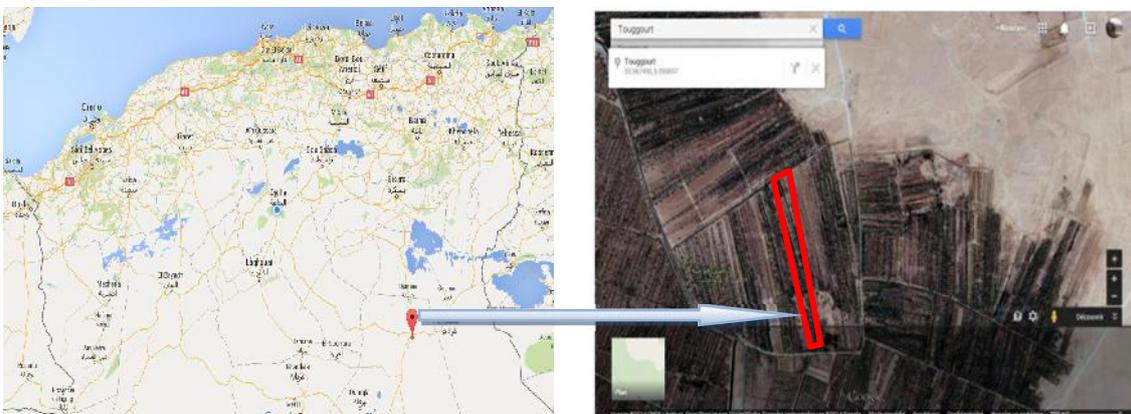


Fig. 49. Présentation de l'exploitation de Touggourt

D'autres essais ont été réalisés à Biskra où nous avons mené des essais sur les palmiers de la station expérimentale d'El-Outaya qui se situe à 12 Km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Biskra avec une altitude de 263 m et qui s'étend sur une superficie de 20,5 ha (Fig. 50).

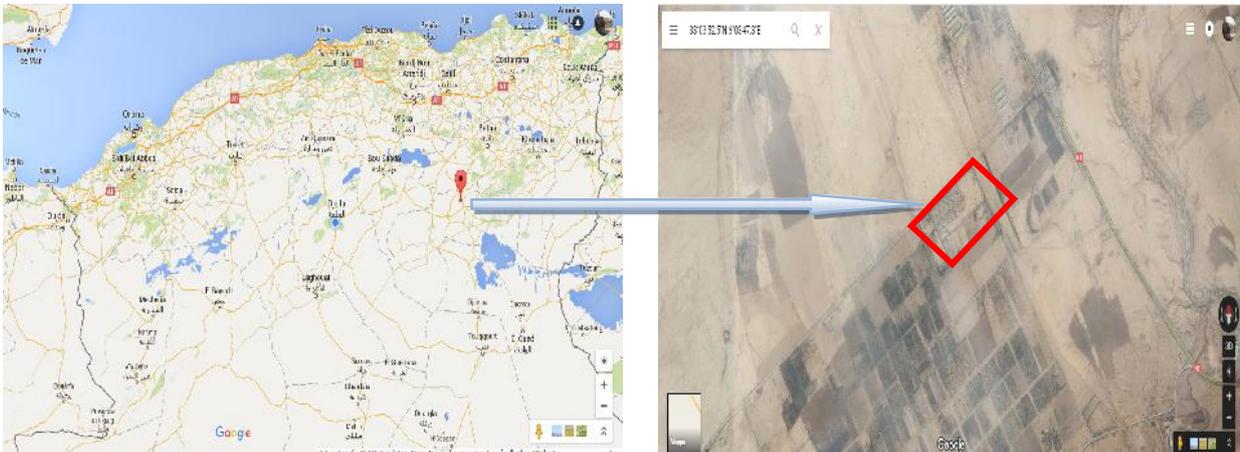


Fig. 50. Présentation de la station expérimentale d'El Outaya (Biskra)

2. Matériels et Méthodes

2.1. Matériels

2.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé concerne les palmiers dattiers de la variété Dglet-Nour.

2.1.2. Matériel d'essais

Le pollinisateur réalisé est constitué d'une poudreuse à main et d'une perche télescopique de 6 mètres de long. A la tête de la perche, l'un des deux bras de la poudreuse est fixé, l'autre est libre et muni d'un fil de tirage ; entre ces deux bras, nous avons placé deux baguettes en plastique en forme d'arc (Fig. 51).

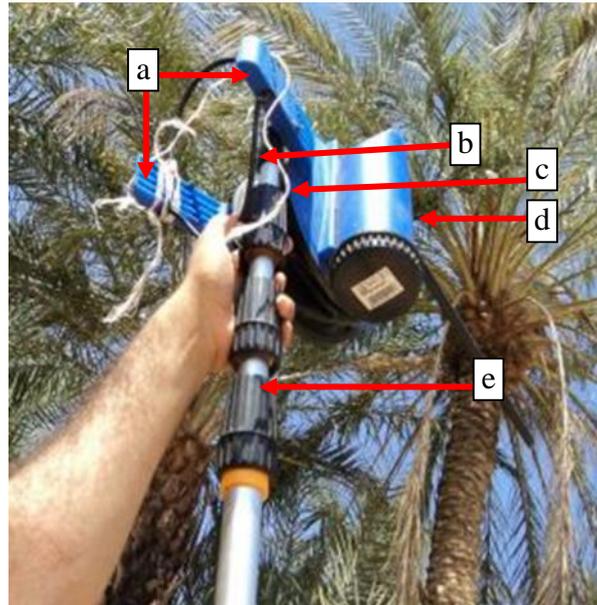


Fig. 51. Pollinisateur, a) bras de la poudreuse ; b) baguettes de rappel ; c) fil de tirage ; d) poudreuse ; e) perche télescopique

Pour appliquer le pollen, on déploie manuellement la perche télescopique selon la hauteur de palmier en dirigeant la buse de la poudreuse vers les inflorescences femelles, puis on tire le fil de tirage directement du sol faisant la dispersion de grain de pollen, et ainsi de suite pour les autres spathes. Les baguettes en plastique servent à ramener les bras de la poudreuse à leur état initial après le pompage (Fig. 52). Ce matériel est utilisé sans la perche quand la hauteur des palmiers n'est pas importante.



Fig. 52. Utilisation du pollinisateur

2.2. Méthode et dispositif expérimental

2.2.1. Méthode

A Touggourt nous avons testé ce pollinisateur sur 25 palmiers avec une dose de 10% (le reste étant de la farine de blé) pour connaître son efficacité ; parallèlement un autre essai a été réalisé selon la méthode traditionnelle sur 25 autres palmiers de la même variété en posant deux épillets mâles dans chaque spathe.

A Biskra, nous avons effectué trois essais de comparaison entre deux modes de pollinisation, différents dosages de pollen et deux modes d'attachement d'épillets mâles (dispositif expérimental).

➤ **Essai 1 :** nous avons fait une étude comparative entre deux méthodes de pollinisation où la première consiste à attacher deux ou trois épillets mâles avec des épillets femelles (méthode traditionnelle) et la deuxième consiste à disperser un mélange grains de pollen/farine du blé sur les spathe à une dose de 20% en utilisant notre pollinisateur (Fig. 53). Le taux de nouaison déterminera la méthode la plus avantageuse.



Fig. 53. Poudrage du mélange du pollen et farine de blé

➤ **Essai 2 :** le pollinisateur a été testé en dispersant le mélange grain de pollen/farine de blé à différentes doses 10, 20, 30, et 100% afin de déterminer la dose optimale en fonction du taux de nouaison. Selon la bibliographie, la pollinisation par poudrage s'effectue en deux passages avec un intervalle de deux ou trois jours et dans chaque passage on débite 01 gramme de mélange sur une spathe.

➤ **Essai 3 :** dans la pollinisation traditionnelle, l'agriculteur réunit les épillets femelles et les épillets mâles et ensuite enserme le tout par un ruban de palme ou élastique. Dans cet essai, on comparera l'effet de l'attachement et le non attachement des épillets mâles avec les inflorescences femelles sur le taux de nouaison. Ceci dans le but de montrer que cette opération peut être annulée.

Signifions ici qu'afin de limiter les effets extérieurs sur le processus de fécondation, nous avons recouvert les spathes par du papier kraft qui ont été pollinisés par poudrage (fig. 54).



Fig. 54. Spathes pollinisés protégés par des papiers kraft

Pour calculer le taux de nouaison, après 15 jours de pollinisation, nous avons coupé, au hasard, trois épillets, pour la répétition, de chaque spathe, ensuite nous comptons les fleurs restées attachées sur chaque épillet (Fig. 55), car ces sont les fleurs fécondées (Sedra, 2003).



Fig.55.Comptage des fleurs fécondées

2.2.2. Dispositif expérimental

Nous avons choisi la randomisation totale avec quatre répétitions où un palmier présente un niveau d'un facteur étudié et chaque spathe du même palmier présente un traitement (répétition). Le choix des palmiers a été effectué au hasard. Le tableau suivant présente le dispositif expérimental pour chaque essai.

Tableau 5: Le dispositif expérimental

Facteurs	Niveaux de facteur	Traitement
mode de pollinisation	Poudrage (palmier 1)	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
	L'attachage de 2 épillets mâle (palmier 2)	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
pourcentage pollen/substrat	10% (palmier 1)	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
	20% (palmier 2)	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
	30% (palmier 3)	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
	100% (palmier 4)	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
Mode d'attachage	Traditionnel avec attachage	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)
	Traditionnel sans attachage	Spath 1 (répétition 1)
		Spath 2 (répétition 2)
		Spath 3 (répétition 3)
		Spath 4 (répétition 4)

3. Résultats et discussions

3.1. Test du pollinisateur de Touggourt

Dans l'ensemble, l'essai s'est déroulé dans des conditions normales. Le rendement obtenu par le pollinisateur a été le même que celui obtenu par la méthode traditionnelle. Ce résultat a émerveillé l'agriculteur et confirme le bon fonctionnement de l'appareil. Sur le plan économique, l'appareil a coûté 4500 DA, par contre le coût de pollinisation de 25 palmiers par la méthode traditionnelle atteint 5000 DA. De plus le gain de temps est important dans la mesure où la pollinisation par l'appareil dure environ 2h 30' alors qu'avec la méthode traditionnelle, la même opération dure au minimum 5 h pour le même nombre de palmiers. La sécurité de l'agriculteur est bien assurée puisque il ne grimpe plus les palmiers ce qui est très important.

3.2. Essais réalisés à Biskra

3.2.1. Essai sur le mode de pollinisation

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 56

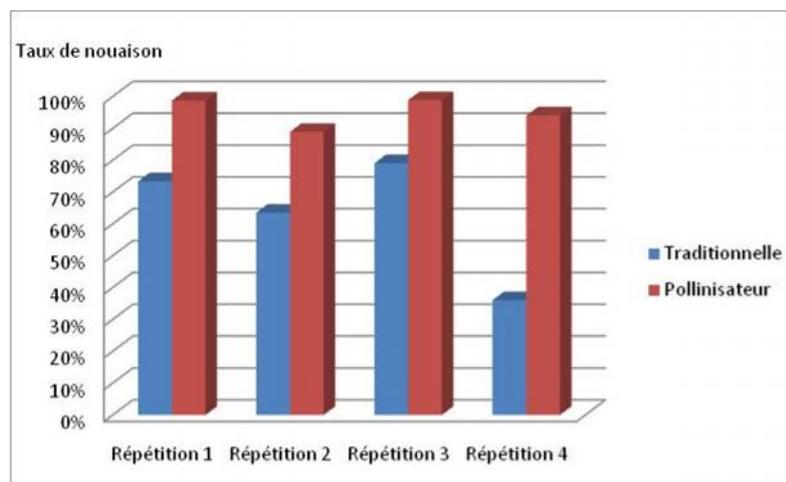


Fig. 56. Histogramme de la variation de taux de nouaison suivant le mode de pollinisation

Cette figure montre bien que le taux de nouaison obtenu avec le pollinisateur est élevé, il oscille entre 90% et 100% alors qu'en mode traditionnelle ce résultat ne dépasse pas les 78%. Ceci s'explique par une meilleure dispersion des grains de pollen assurée par le pollinisateur.

L'analyse de la variance montre que la méthode de pollinisation a un effet significatif sur le taux de nouaison avec $PROBA < 0.05$ (tableau 06).

Tableau 6: Analyse de la variance (ANOVA) du mode de pollinisation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	3225,7932	7	460,8276		
VAR.FACTEUR	2066,6331	1	2066,6331	10,6972	0,01702
VAR.RESIDUELLE	1159,1602	6	193,1934		

En observant les épislets pollinisés par le pollinisateur et par la voie traditionnelle (Fig. 57), on constate que le nombre de fleurs restées attachées sur les épislets pollinisés par l'appareil est plus important et que leur régularité est meilleure.

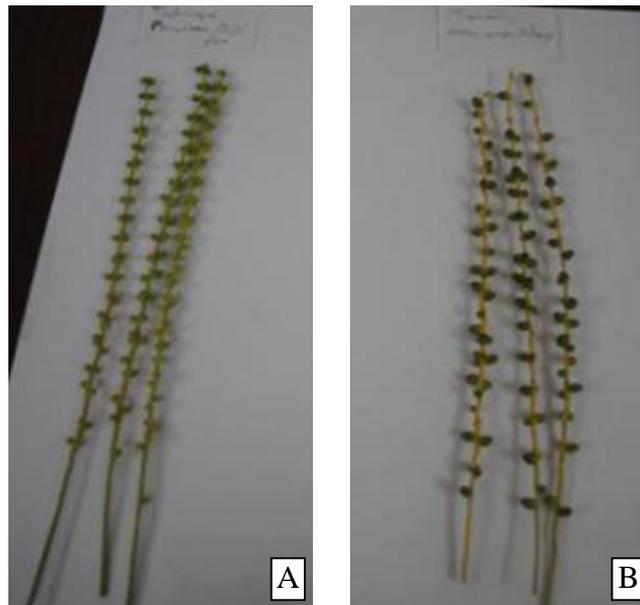


Fig.57. Épillets femelles pollinisés,
A) par le pollinisateur ; B) par voie traditionnelle

Ces résultats sont conformes aux résultats trouvés par plusieurs chercheurs (Boubekri, 2008) ; la pollinisation par dispersion donne des résultats satisfaisants tout autant sur le plan économique qu'agronomique.

3.2.2. Essai sur la dose de pollen

L'histogramme suivant montre les taux de nouaison obtenus en variant la dose de pollen.

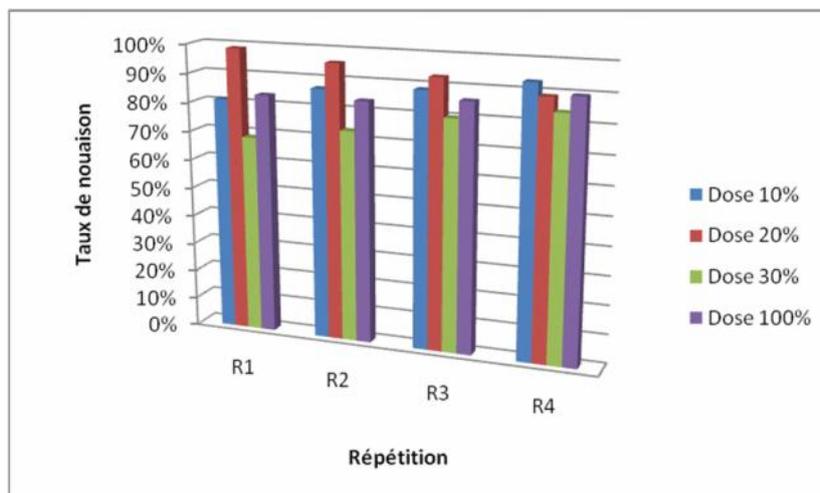


Fig. 58. Variation du taux de nouaison suivant la dose de pollen

Dans l'ensemble il s'avère que la dose de 20% donne le meilleur taux de nouaison, tandis que la dose 100% produit un taux moins élevé. Cela peut être dû à l'effet de la farine de blé qui transporte, aisément, les grains de pollen vers les fleurs.

L'analyse de la variance montre que la variation de la dose de pollen présente un effet hautement significatif, avec $PROBA \ll 0.05$, sur le taux de nouaison.

Tableau 7: ANOVA de la meilleure dose de pollen

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	1764,0907	15	117,606		
VAR.FACTEUR	1172,5118	3	390,8373	7,928	0,00365
VAR.RESIDUELLE	591,5789	12	49,2982		

Selon l'image suivante, il apparaît que la dose de pollen de 20% est plus avantageuse que les autres doses compte tenu du nombre important de fleurs restées sur les épillets femelles et de leur régularité (Fig. 59).



Fig. 59. Epillets femelles pollinisés par différentes doses.
(De gauche à droite : 10%, 20%, 30% et 100%)

3.2.3. Essai sur le mode d'attache des épillets mâles

Les taux de nouaison obtenus sont présentés dans la figure 60.

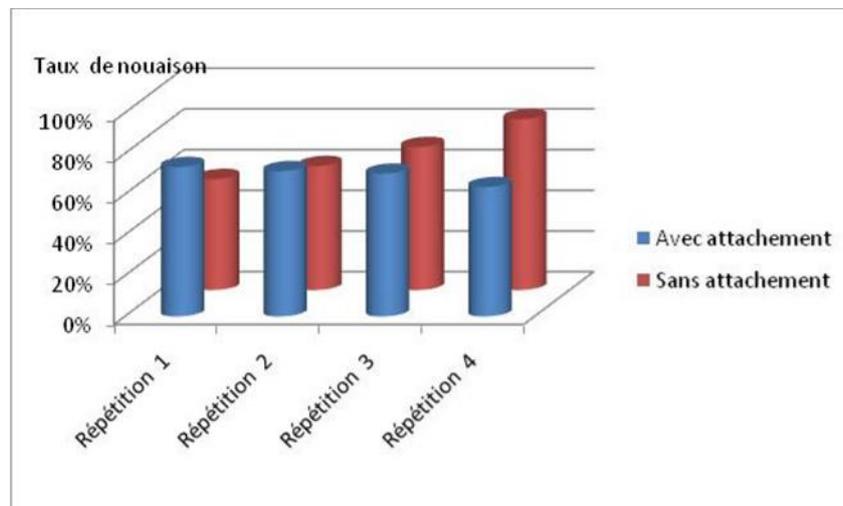


Fig. 60. Variation du taux de nouaison dans les deux modes d'attachement

Il s'avère que la variation du taux de nouaison dans les deux modes d'attachement est presque le même oscillant entre 50 et 80%.

Après l'analyse de variance, on constate que le mode d'attachement des épillets mâles avec les épillets femelles n'a pas d'effet sur le taux de nouaison (PROBA $\gg 0.05$).

Tableau 8: ANOVA du mode d'attachement des épillets mâles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	1770,9524	7	252,9932		
VAR.FACTEUR	186,6155	1	186,6155	0,7067	0,43666
VAR.RESIDUELLE	1584,3369	6	264,0562		

A travers les deux photos suivantes, les deux échantillons d'épillets femelles sont quasiment semblables en matière de nombre de fleurs fécondées.



Fig. 61. Epillets femelles pollinisés traditionnellement, A) sans attachage ; B) avec attachage

Ce résultat incite à proposer aux agriculteurs qui pratiquent la méthode traditionnelle que l'attachage des épillets mâles avec les épillets femelles est inutile.

4. Conclusion

La pollinisation est une opération cruciale dans la vie du palmier dattier. De nos jours il s'avère que beaucoup de palmeraies sont abandonnées suite à un manque de main d'œuvre qualifiée et au manque d'études approfondies dans ce domaine. Ce travail propose une alternative vu les résultats prometteurs obtenus avec le pollinisateur sur les plans, économique, sécuritaire et gain de temps. Et lorsque la fonction de ce pollinisateur se base sur la dispersion de pollen, nous avons déterminé le meilleur pourcentage pollen/farine de blé et qui est de 20%.

La majorité des phœniciculteurs appliquent la méthode traditionnelle. Pour cela, on leur propose d'éviter l'attachement des épillets mâles avec les épillets femelles pour leur sécurité et pour une économie importante de temps.

CHAPITRE III : CONCEPTION ET PERFORMANCES D'UNE RECOLTEUSE DE RÉGIMES DE DATTES

1. Introduction

La récolte de dattes est une opération culturale à mécaniser en priorité. De nos jours, la récolte s'effectue par la montée d'un travailleur jusqu'à la couronne du palmier à l'aide d'un nécessaire de grimpage pour ensuite couper le régime de dattes avec une serpette et le descendre à l'aide d'une corde manipulée par un ouvrier au sol, donc ce travail est pénible et dangereux.

Nous nous proposons, à travers ce travail, de mécaniser cette opération en concevant une récolteuse de régime pouvant s'adapter à tout type de palmeraie afin de minimiser les risques liés à cette opération tout en préservant la qualité du produit.

A la lumière de tout ce qui est évoqué précédemment et des constatations sur terrain, nous allons mettre au point une récolteuse de régimes capable de :

- Couper et descendre le régime sans grimper ;
- Assurer la sécurité du travailleur ;
- Etre réparable facilement en cas d'endommagement ;
- Etre accessible économiquement aux phoeniculteurs;
- Travailler dans toutes les palmeraies ;
- Etre maniable, c'est-à-dire facile à être utilisée par une seule personne ;
- Etre légère pour la rendre transportable d'un pied à l'autre.
- Récolter des régimes jusqu'à 8 m de hauteur ;
- Etre Indépendante de toute source d'énergie.

2. Construction de la machine

Dans un premier temps, nous avons conçu cette machine à l'aide d'un logiciel de Conception Assisté par Ordinateur (CAO) qui est SolidWorks.

Ensuite un prototype préliminaire (Fig. 62) de cette récolteuse à l'échelle 1/3 a été réalisé au niveau de l'atelier de la faculté des sciences agronomiques de l'université de Florence (Italie) ; durant la réalisation de ce prototype, nous avons utilisé des tubes en aluminium de différents diamètres pour fabriquer la perche télescopique, de l'acier pour fabriquer le panier, la plateforme et d'autres composants. Les outils employés sont le poste à souder, un tour, une tronçonneuse, une fraiseuse et une perceuse.

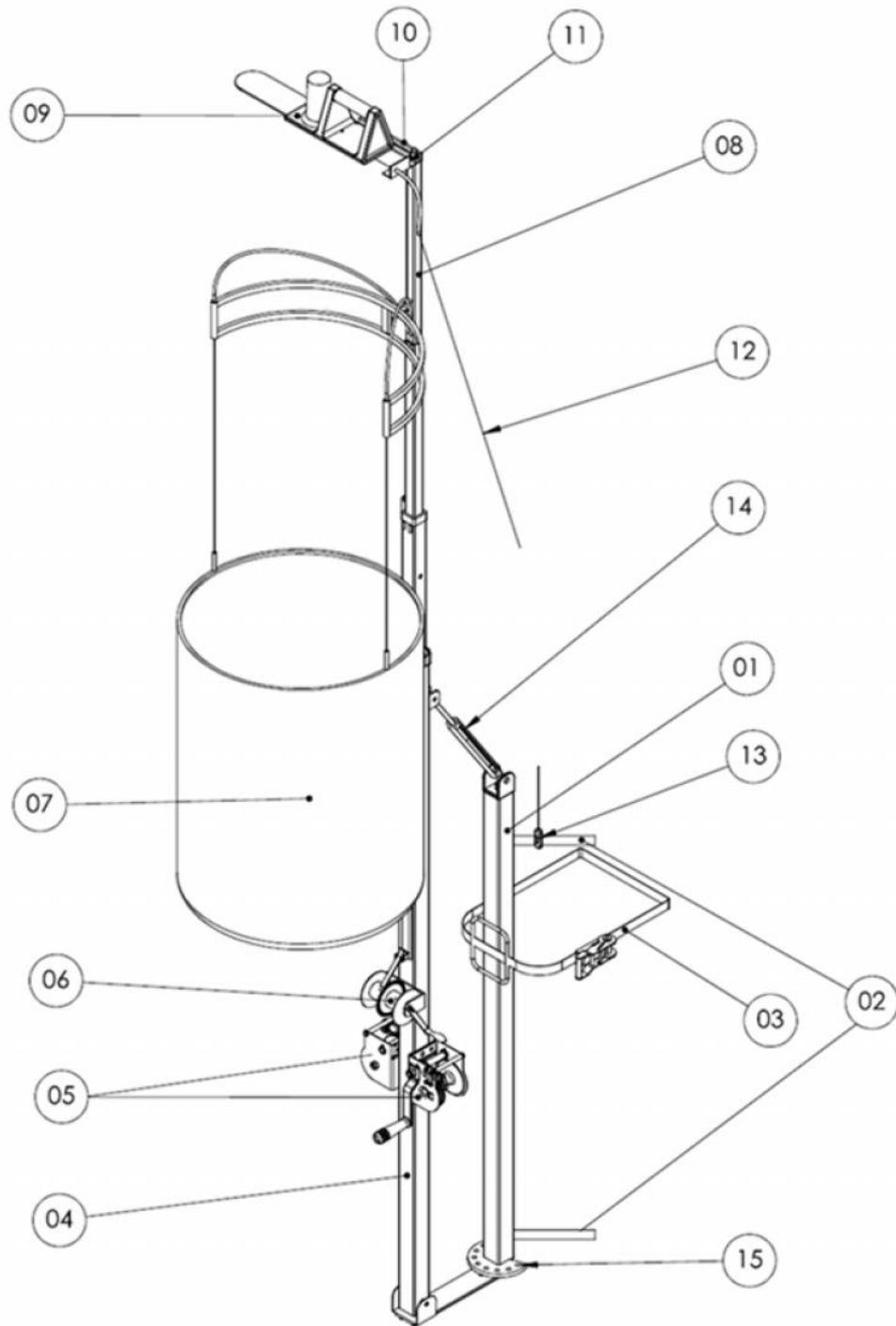


Fig. 62. Prototype de la récolteuse à l'échelle 1/3

La construction finale de la machine a eu lieu à Biskra grâce au financement du CRSTRA (Fig. 63). Telle que présentée sur la figure 64, notre récolteuse se compose de quatre principales parties qui sont le châssis, le mécanisme de relevage, le mécanisme de descente et le mécanisme de coupe.



Fig.63. La récolteuse dans la palmeraie



01	Châssis	06	Enrouleur	11	Ressort du rappel
02	Pieds	07	Panier	12	Fil du Tirage
03	Sangle d'Arrimage	08	Support du Panier	13	Interrupteur
04	Mât Télescopique	09	Scie à chaîne électrique	14	Articulation supérieure
05	Treuils Manuels	10	Bras supporte la scie	15	Articulation inférieure

2.1. Le châssis

Fig. 64. Schéma de la récolteuse

Le châssis est la structure rigide qui supporte tous les éléments constituant de la machine et qui assure sa fixation sur le tronc du palmier. Il est constitué d'un tube carré de 50 mm de largeur et 1300 mm de longueur et muni de 4 pieds en forme d'arc au niveau des extrémités ; ces pieds prennent appui sur le tronc pour assurer la stabilisation de la machine ; deux axes sont fixés aux extrémités du tube qui portent les articulations (articulation supérieure et inférieure). Une sangle d'arrimage assure la fixation du châssis sur le tronc ; cette sangle passe par un anneau rectangulaire soudé au milieu du châssis.

2.2. Le mécanisme de relevage

2.2.1. Les articulations

Les articulations (supérieure et inférieure) sont la liaison entre le châssis et le mât télescopique qui permettent la rotation de ce dernier. Ces articulations assurent respectivement le déplacement angulaire-vertical et angulaire-horizontal du mât et sont, également, munis des mécanismes de fixation afin de stabiliser le mât convenablement avec le régime.

2.2.2. Mât télescopique

Il se compose de 3 tubes carré qui s'emboîtent les uns dans les autres pour atteindre une hauteur de 8 m. Les deux treuils manuels dont il est équipé assurent le déboîtement de ces tubes sans risque et sans effort ; ce mât télescopique fait parvenir les mécanismes de coupe (au niveau de la hampe florale) et de descente du régime.

2.3. Le mécanisme de coupe

2.3.1. Support de la scie

Ce support, sur lequel est fixée la scie à chaîne, est un bras métallique de 250 mm de longueur muni d'un ressort de rappel et de fil de tirage ; Il est positionné à la tête du support du panier de façon à assurer un mouvement horizontal et angulaire.

2.3.2. Scie à chaîne

C'est un appareil électrique qui se caractérise par un poids spécifique de 2.17 kg, une longueur de 400 mm et une capacité de coupe des branches jusqu'à 115 mm de diamètre. La

batterie est séparée volontairement de la scie afin de commander son fonctionnement à l'aide d'un interrupteur à partir du sol.

2.4. Le mécanisme de descente

2.4.1. Panier

Il est composé d'un anneau métallique de 550 mm de diamètre équipé d'un sac en tissu doux et souple de 700 mm de longueur. L'anneau est muni de deux petites tiges opposées et perpendiculaires pour guider le panier et le maintenir en position horizontale durant la récolte.

2.4.2. Support du panier

Ce support comprend un tube carré de 25 mm de largeur et 900 mm de longueur monté à la tête du mât télescopique. Au milieu de ce tube, on a placé un arc de même diamètre que le panier ; à ses extrémités on a soudé perpendiculairement deux tubes carrés de 15 mm de largeur et 150 mm de longueur équipés de gaine pour faire passer les câbles du panier.

2.4.3. Enrouleur manuel

L'enrouleur est situé au milieu du mât télescopique et permet d'élever et d'abaisser le panier. Un disque est placé au milieu du tambour de l'enrouleur pour assurer le défilement des câbles sans enchevêtrements ; ce disque est denté de sorte qu'il permette le blocage de l'enrouleur à l'aide d'un crochet.

3. Mode d'utilisation de la machine

3.1. Installation

Premièrement, on installe le châssis sur le tronc du palmier en s'assurant que les pieds du châssis adhèrent bien sur le tronc et que la machine est élevée du sol pour permettre au mât télescopique de tourner librement, puis on fixe la récolteuse par le serrage de la sangle d'arrimage.

3.2. Ajustement

Par la suite, on déploie le mât télescopique vers le régime ciblé en ajustant la scie à chaîne sur la hampe florale et en introduisant le régime dans le panier ; puis on le fixe.

3.3. Coupe

Quand l'ajustement est assuré, on anime la scie électrique par l'intermédiaire de l'interrupteur, puis on agit sur le fil de tirage pour amener la scie vers la hampe florale et la couper et le régime tombe ainsi dans le panier. A l'aide de l'enrouleur l'opérateur descend ce dernier.

4. Performance et évaluation de la machine

Cette machine a été testée dans une palmeraie qui se situe à plus de 50 km du chef-lieu de la Wilaya de Biskra, sur des palmiers dont la hauteur moyenne est de 6,5 m. Les tests ont montré que le montage et l'installation de la machine sur le palmier a duré 15 minutes. Le déploiement du mât télescopique jusqu'à la hauteur appropriée a pris 15 secondes. L'opération d'ajustement a nécessité 2 minutes tandis que le temps de coupe, de descente du régime et de la vidange du panier a duré environ une minute. Le transport de la machine d'un palmier à l'autre a pris environ 2 minutes.

Le test a montré aussi que la récolteuse peut récolter, dans une seule position, la moitié des régimes existants sur le même palmier grâce à son mât télescopique rotatif. La machine est légère et transportable vu son poids qui est environ de 42 Kg. En outre, un seul opérateur peut faire fonctionner la machine mais, pour faciliter la tâche, l'existence d'un assistant est nécessaire.

La conception de cette machine a coûté environ 150000 DA donc elle est accessible économiquement à tous les phœniciculteurs.

L'utilisation de cette machine, qui peut récolter sans grimper l'arbre, met à l'abri les travailleurs de tous les risques, ce qui est très appréciable.

5. Conclusion

La présente machine constitue une alternative à la récolte traditionnelle des régimes de dattes. L'utilisation de cette récolteuse permet de couper et de descendre le régime sans grimper le palmier tout en évitant les risques accompagnant cette opération.

Cette récolteuse a été conçue pour être maniable, légère et accessible économiquement à tous les agriculteurs. Elle permet aussi de pallier à la pénurie de grimpeurs qualifiés face à l'accroissement sans cesse des palmiers et elle va atténuer la pénibilité de la récolte.

Il est possible d'exploiter le mât télescopique pour l'utiliser comme un support à d'autres dispositifs destinés à d'autres opérations culturales liées à la couronne du palmier.

3^{ème} Partie

Propositions des techniques de mécanisation et des alternatives

CHAPITRE I :

ANALYSE HIERARCHIQUE MULTICRITERES POUR EVALUER DES ELEVATEURS A NACELLES INTERVENANT AU SOMMET DE PALMIER DATTIER

1. Introduction

Jusqu'à présent, la majorité des phœniciculteurs en Algérie grimpent manuellement sur le palmier car la méthode mécanique qui répond à tous les besoins locaux n'est pas encore connue. Des élévateurs à nacelles à usage général de différents modèles peuvent représenter une alternative intéressante pour servir le palmier dattier. A cet égard, Mazlouzadeh et al, (2008) ont utilisé l'analyse floue afin de comparer les nacelles conçues localement en Iran. Alavi et al (2011) ont fait une analyse hiérarchique multicritères sur les mêmes engins en utilisant les mêmes critères que celles étudiés par Mazlouzadeh et al (2008).

Cette recherche a été effectuée pour évaluer et classer des élévateurs à nacelle de différents types existant en Algérie afin de déterminer celui qui est le plus approprié pour la région de Biskra, en utilisant l'analyse hiérarchique multicritères(AHM) de Saaty (Saaty et al, 2006) qui est une approche systématique de décisions conçue pour résoudre des problèmes complexes à critères multiples. Cette étude va se baser sur les critères déjà adoptés par Alavi et al, (2011) et Mazlouzadeh et al, (2008) et sur d'autres critères spécifiques aux palmeraies du sud algérien déterminés après une enquête minutieuse.

2. Matériels et Méthodes

Dans le but de déterminer l'élévateur à nacelle le mieux adapté aux conditions locales pour effectuer les opérations culturales au niveau de la partie frondaison du palmier dattier, la méthode de l'Analyse Hiérarchique Multicritères (AHM – Analytic Hierarchy Process) a été utilisée.

2.1. Présentation de l'AHM

L'AHM est une méthode d'analyse multicritères qui a été inventée par le mathématicien Thomas Saaty pendant les années soixante-dix (Saaty et al, 2006). Elle est destinée à aider le décideur à affiner son processus de décision en examinant la cohérence et logique de ses préférences. C'est une méthode qui peut être utilisée dans la quantification des critères qualitatifs, par le biais de sa pondération. Elle a déjà été appliquée dans différents domaines avec succès. Cette méthode est capable d'identifier et prendre en considération les incohérences des décideurs.

2.2. Principes fondamentaux de l'AHM

L'AHM est une méthodologie rigoureuse qui se divise en une série d'étapes importantes, à savoir : la structuration de la hiérarchie, l'établissement des priorités et la vérification de la cohérence logique de l'analyse (Saaty, 2008). Le schéma présenté à la figure 65 démontre plus précisément les étapes à suivre dans l'application de cette méthode.

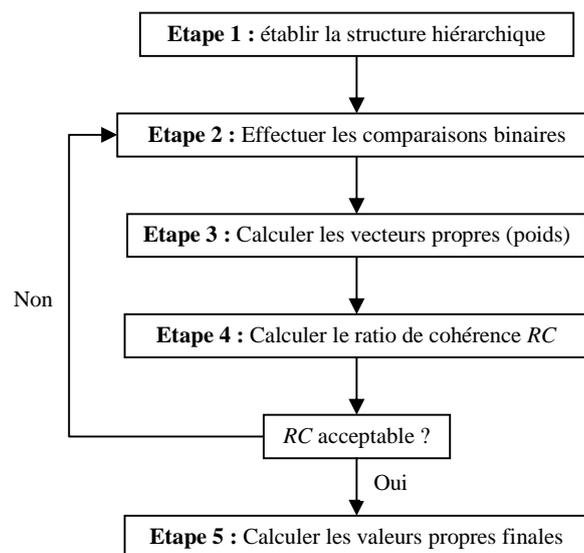


Fig. 65. Série d'étapes de la méthode AHM

2.2.1. Établissement de la structure hiérarchique

C'est une étape primordiale dans l'analyse d'un problème. A cet effet, il est important de fournir plus de détails à la hiérarchie pour avoir une bonne capacité d'analyse et un bon esprit de synthèse. Si l'analyse donne des résultats peu satisfaisants ou si la matrice se révèle incohérente, la méthode nous permet de modifier les intrants ou d'ajouter d'autres critères.

La structuration de la hiérarchie consiste à définir une arborescence hiérarchique de trois niveaux. La figure 66 présente cette arborescence où l'objectif se trouve au niveau supérieur, les critères de sélection au niveau intermédiaire et les alternatives dans le niveau inférieur. Les niveaux d'une hiérarchie sont interconnectés entre eux.

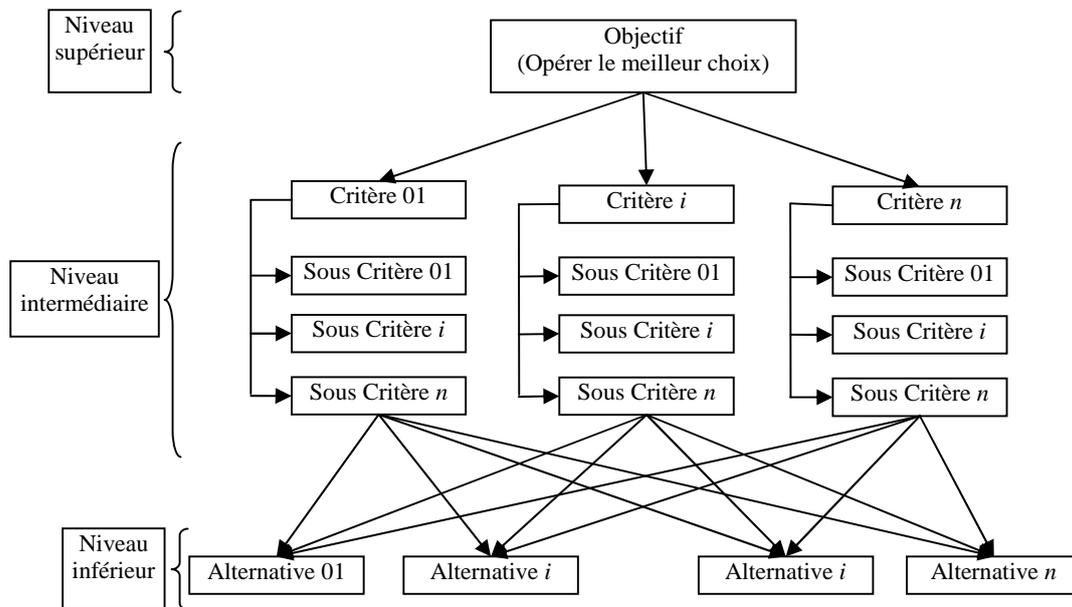


Fig. 66. Structuration de l'hiérarchie

2.2.2. Établissement des priorités

Cette étape s'appuie essentiellement sur la comparaison binaire des différents éléments de la hiérarchie tout en alliant la pensée logique à l'expérience. La matrice présente le cadre le plus efficace pour effectuer de telles comparaisons. Cette matrice (Tableau 9) permet d'évaluer l'importance relative d'un élément (A_n) par rapport à l'autre en utilisant une échelle appropriée. Le tableau 10 présente une échelle de pondération donnée par Saaty.

Tableau 9 : Matrice de comparaison et calcul de son vecteur propre

	A_1	A_2	A_3	-----	A_n
A_1	w_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_3	-----	w_1/w_n
A_2	w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_3	-----	w_2/w_n
A_3	w_3/w_1	w_3/w_2	w_3/w_3	-----	w_3/w_n
----	-----	-----	-----	-----	-----
A_n	w_n/w_1	w_n/w_2	w_n/w_3	-----	w_n/w_n

Tableau 10 : Échelle proposée par Saaty

Degrés d'importance de chaque caractéristique	Définition	Explication
1	Importance égale	Deux caractéristiques contribuent de la même façon à l'objectif.
3	Faible importance d'une caractéristique par rapport à une autre	L'expérience et l'appréciation personnelle favorisent légèrement une caractéristique par rapport à une autre.
5	Importance forte ou déterminante	L'expérience et l'appréciation favorisent fortement une caractéristique par rapport à une autre.
7	Importance très forte ou attestée	Une caractéristique est fortement favorisée et sa dominance est attestée dans la pratique.
9	Importance absolue	Les preuves favorisant une caractéristique par rapport à une autre sont aussi convaincantes que possible.
2, 4, 6, 8	Valeurs associées à des jugements intermédiaires	Lorsqu'un compromis est nécessaire.

Une fois la matrice de comparaison remplie, il faut calculer le vecteur propre (poids) de chacun des éléments de la hiérarchie. A cet effet, il faut additionner d'abord les valeurs de chaque colonne de la matrice. Ensuite, il faut diviser toutes les entrées de chaque colonne par le total de cette colonne pour obtenir une matrice normalisée qui permet des comparaisons significatives entre les éléments. Finalement, il faut calculer la moyenne des lignes en additionnant les valeurs figurant sur chaque ligne de la matrice normalisée et divisant ces lignes par le nombre d'entrées qu'elles comportent. Ces opérations débouchent sur un vecteur propre global pour le niveau le plus bas de la hiérarchie.

Notons ici que tous ces calculs sont effectués par le logiciel *Super Décision*, qui est un logiciel gratuit et construit selon la logique d'évaluation de Saaty.

Le vecteur propre indique l'ordre de priorité ou la hiérarchie des différents éléments étudiés. Ce résultat est important pour l'évaluation de la probabilité, puisqu'il sera utilisé pour indiquer l'importance relative de chaque élément opérant.

2.2.3. Cohérence de jugements

Il arrive à l'occasion que la méthode AHM offre la possibilité de savoir combien cohérents sont les jugements posés. De ce fait, la première étape du calcul de la cohérence globale consiste à prendre la matrice originale, c'est-à-dire celle de l'entrée de données, et de la multiplier par les priorités relatives finales issues de la dernière étape de l'extraction des vecteurs propres. Il faut ensuite faire le total des valeurs pour chacune des lignes de la nouvelle matrice. Troisièmement, le total de chacune des lignes sera divisé respectivement par la valeur du vecteur propre qui lui est associée. En quatrième lieu, il suffit de calculer la moyenne des valeurs obtenues à l'étape précédente. Le résultat de ce calcul est représenté par λ_{max} . À ce stade, l'indice de cohérence (IC) peut se calculer selon la formule suivante :

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}$$

le nombre de critères comparés

Le ratio de cohérence (RC) se calcule par l'équation :

$$RC = \frac{IC}{CA} \leq 0,1 \Rightarrow \text{on accepte la matrice}$$

RC est le ratio entre IC et un indice de cohérence aléatoire (CA). L'indice CA, présenté dans le Tableau 11, est issu d'un nombre élevé de répliques. On considère comme acceptable un ratio de cohérence inférieur à 0,10.

Tableau 11: Valeurs de CA en fonction de l'ordre de la matrice

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CA	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

2.3. Application de l'AHM pour le choix d'élévateur à nacelle

2.3.1. Sujet (objectif)

La problématique réside dans la sélection d'un élévateur à nacelle pour effectuer les opérations culturales au niveau de la couronne du palmier dattier tout en respectant les différentes exigences locales. Pour cette raison, on va effectuer la comparaison entre ces nacelles dans 11 palmeraies représentatives des conditions les plus souvent trouvées sur le terrain. Les paramètres de palmeraies nécessaires pour résoudre le problème sont présentés dans le tableau 12 :

Tableau 12: Les paramètres de palmeraies mesurés

Palmeraie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Hauteur moyenne du palmier	6	10	8	9,68	5,38	5,2	7,7	3,9	4,8	7,4	6
profondeur moyenne du réseau d'irrigation	0,75	0,5	0,3	0,4	0,4	0,45	0,4	0,5	0,4	0	0,5
espace entre les palmiers	6	8	8	7	9	9	8	9	8	8	8
distance entre les cuvettes	3	6,5	7	6	4	4	4	3	6,5	5	4
espace entre les rangs	6	7	8	7	9	9	8	9	8	8	8
relief et pente	T,A	P,A	P,A	P,A	A	A	A	P,A	P,A	P,A	P,A

Avec : T.A.= terrain très accidenté ; A= terrain accidenté ; P.A. = terrain peu accidenté.

2.3.2. Critères

Les critères retenus pour choisir un élévateur à nacelle convenable sont :

➤ **Prix** : comme cette étude tend à le prouver, le coût n'est pas le seul critère à évaluer lors d'un choix d'une nacelle. Les retombées générées par l'efficacité d'une nacelle justifieront le prix payé.

➤ **Hauteur de travail** : la hauteur de palmier dattier varie d'une exploitation à une autre. Dans la région des Zibans, la hauteur de palmier oscille entre 1,5 m et 14 m, ce qui fait que la hauteur de travail de la plateforme élévatrice présente un critère indispensable.

➤ **Charge utile** : comme le but principal est de monter le travailleur au sommet du palmier, la charge utile de la nacelle doit offrir une capacité importante de la plateforme à supporter le poids du travailleur et son outillage.

➤ **Manœuvrabilité** : dans une enquête que nous avons établie, nous avons constaté que certains paramètres caractérisant les palmeraies peuvent constituer un facteur limitant lors de déplacement de ces engins tels que la distance entre les pieds et les rangs, la forme et la dimension de cuvettes d'irrigation, les dimensions des réseaux d'irrigations.

➤ **Nombre de palmiers traités** : c'est-à-dire, combien de palmiers l'engin peut traiter dans un seul stationnement. Ce paramètre peut influencer le temps nécessaire pour couvrir toute la palmeraie dans un temps réduit.

2.3.3. Alternatives

L'engin élévateur à nacelle est un équipement industriel qui permet de travailler en hauteur en plein pied. Il se caractérise par la technologie du système d'élévation utilisé : à ciseaux, à mât télescopique ou à bras articulé. En effet, le marché algérien ne possède pas des engins similaires construits localement. Nous avons cherché des élévateurs à nacelle importés. Dans notre recherche, nous avons sélectionné uniquement des élévateurs à nacelle qui sont disponibles en place, leurs informations techniques sont aussi communicatives auprès des fournisseurs tel que le prix, le diagramme des hauteurs et la fiche technique (annexe II). De ce fait, nous avons choisi 10 élévateurs à nacelle différents. Le tableau 13 récapitule certaines caractéristiques de ces engins qui correspondent aux critères cités :

Tableau 13: Caractéristiques des engins choisis

Nacelles	caractéristiques				
	hauteur (m)	charge utile (kg)	prix (DA)	Type de traction	Système d'élévation
Manitou 180 ATJ	17,65	230	10237500	Automotrice	Articulé
Haulotte HA 32 PX	31,8	250	21060000	Automotrice	Articulé-télescopique
Haulotte HA 18 PX	17,3	230	10413000	Automotrice	Articulé
Ricklift 18 m	13	800	15789150	Automotrice	télescopique
Airo A17 DC à chenilles	13,3	200	9594000	Automotrice	Articulé
Airo A18 jrtd	17,76	230	9594000	Automotrice	Articulé
Haulotte HA 16 PX	16	230	10413000	Automotrice	Articulé
Manitou 160 ATJ	16,01	230	10237500	Automotrice	Articulé
Thomas 120 NCT	12	250	7289528	Montable sur tracteur	Articulé
Merlo multifarmer 40,9	8,8	4000	92000000	Automotrice	télescopique

Il est à noter que le critère de la manœuvrabilité et le nombre des palmiers traités varient suivant la palmeraie et ce sont les critères ajoutés par rapport aux études précédentes.

3. Résultats et discussions

3.1. Établissement de la structure hiérarchique

Dans notre cas, on doit établir une hiérarchie pour le choix du meilleur élévateur à nacelle destiné à effectuer les opérations culturales au sommet du palmier. Cinq critères ont été retenus sur la base d'une enquête effectuée auprès des phoeniculteurs : le prix, la charge

utile, la hauteur de travail, la manœuvrabilité et le nombre de palmiers traités. La figure 67 présente les différents composants de cette hiérarchie.

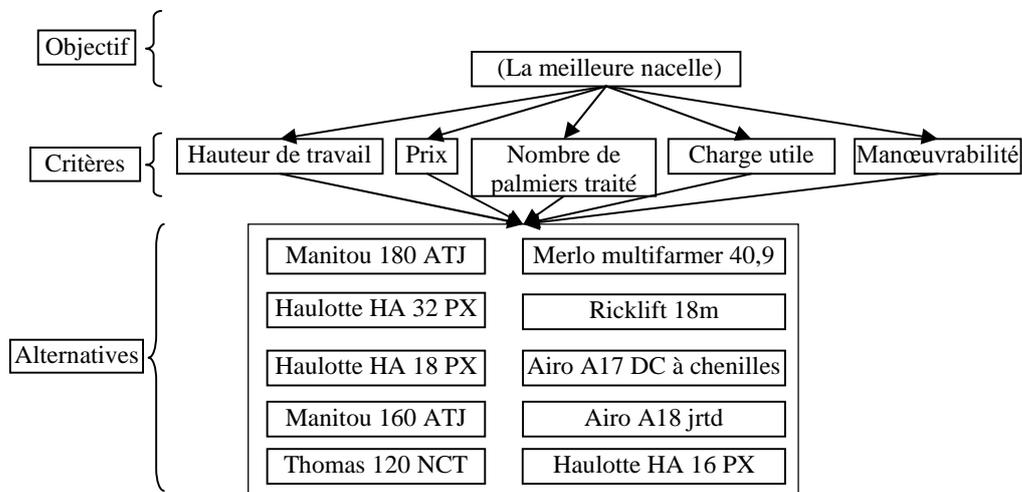


Fig. 67. Différents composants de la hiérarchie

3.2. Établissement des priorités

Nous avons effectué la comparaison binaire entre les critères suite à un entretien avec des agriculteurs en se basant sur leur expérience et leurs préférences. Ensuite, on a introduit les informations nécessaires dans *Superdecision*. Le tableau 14 montre le résultat obtenu.

Tableau 14: Comparaison binaire entre les critères

Critères	charge utile	hauteur de travail	manœuvrabilité	nombre de pieds traités	Prix
charge utile	1,00	0,25	6,00	3,00	0,33
hauteur de travail	4,00	1,00	6,00	4,00	0,50
manœuvrabilité	0,17	0,17	1,00	0,25	0,14
nombre de pieds traités	0,33	0,25	4,00	1,00	0,20
Prix	3,00	2,00	7,00	5,00	1,00

Après avoir obtenu un tableau de comparaison binaire rempli, les étapes de normalisation et de calcul du vecteur propre ont été effectuées par ce logiciel comme l'indique le tableau suivant.

Tableau 15: Vecteur propre de chaque critère

Name	Normalisé
charge utile	0,16
hauteur de travail	0,32
manœuvrabilité	0,04
nombre de pieds traités	0,08
Prix	0,41

Selon le tableau 15, le vecteur propre concernant le meilleur élévateur à nacelle vis-à-vis de nos alternatives se présente dans l'ordre suivant : prix (41%), hauteur de travail (32%), charge utile (16%), nombre de palmiers traités (8%), manœuvrabilité (4%).

Il s'est avéré que le prix et la hauteur de travail représentent des critères très importants chez les agriculteurs car la somme de ces vecteurs propre est de 73%. En conséquence, chaque fois que l'engin est moins cher et que sa hauteur de travail couvre tous les palmiers, il présentera le meilleur choix.

3.3. Cohérence de jugements

L'utilisation du logiciel *superdicison* a donné directement l'indice de cohérence sans passer par les calculs. Cet indice de cohérence qui est de 0,077 est nettement inférieur à l'indice de référence 0,1 ce qui prouve que notre logique de jugement est cohérente et acceptable.

Nous avons évalué chaque type d'engin relativement à chaque critère pour chaque palmeraie. Le résultat présenté dans la figure 68 donne le vecteur propre (poids) de chaque nacelle pour la palmeraie 1.

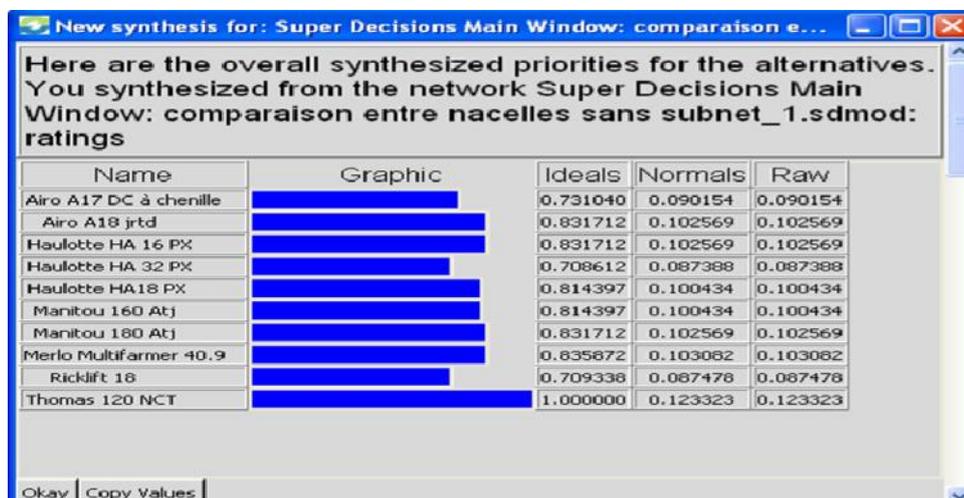


Fig. 68. Les vecteurs propres de nacelles pour la palmeraie (1)

On a répété la même opération pour les autres palmeraies. Le tableau 16 montre les résultats obtenus :

Tableau 16: Vecteurs propres de nacelles pour les 11 palmeraies

Palmerai Engin	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Airo A17 DC à chenille	0,0902	0,0953	0,0915	0,0942	0,0892	0,0892	0,0892	0,0909	0,0880	0,0885	0,0886
Airo A18 jrtd	0,1026	0,1101	0,1058	0,1113	0,1034	0,1034	0,1033	0,1020	0,1020	0,1022	0,1027
Haulotte HA 16 PX	0,1026	0,1080	0,1037	0,1069	0,1034	0,1034	0,1033	0,1020	0,1020	0,1022	0,1027
Haulotte HA 32 PX	0,0874	0,0920	0,0884	0,0930	0,0881	0,0881	0,0880	0,0898	0,0869	0,0858	0,0875
Haulotte HA18 PX	0,1004	0,1058	0,1037	0,1058	0,1034	0,1034	0,1012	0,1020	0,1020	0,1022	0,1027
Manitou 160 Atj	0,1004	0,1029	0,1016	0,1069	0,0964	0,0964	0,1012	0,0971	0,1020	0,1022	0,1005
Manitou 180 Atj	0,1026	0,1058	0,1037	0,1058	0,1034	0,1034	0,1012	0,1020	0,1020	0,1022	0,1027
Merlo Multifarmer 40,9	0,1031	0,0573	0,0866	0,0556	0,1039	0,1039	0,1038	0,1026	0,1025	0,1027	0,1032
Ricklift 18	0,0875	0,0925	0,0899	0,0931	0,0882	0,0882	0,0885	0,0898	0,0870	0,0910	0,0876
Thomas 120 NCT	0,1233	0,1303	0,1251	0,1273	0,1205	0,1205	0,1204	0,1217	0,1258	0,1209	0,1218

Le tableau 17 récapitule le score moyen de chaque nacelle pour toutes les palmeraies.

Tableau 17: Score moyen de chaque nacelle pour toutes les palmeraies

Elévateur à nacelle	Score moyen
Airo A17 DC à chenille	0,090
Airo A18 jrtd	0,104
Haulotte HA 16 PX	0,104
Haulotte HA 32 PX	0,089
Haulotte HA18 PX	0,103
Manitou 160 Atj	0,101
Manitou 180 Atj	0,103
Merlo Multifarmer 40,9	0,093
Ricklift 18	0,089
Thomas 120 NCT	0,123

Selon le tableau 16, la nacelle élévatrice montée sur le tracteur a obtenu le meilleur score qui est de 0,123 grâce à son prix très compétitif et à la fiabilité du tracteur durant son déplacement. En deuxième position viennent les nacelles de modèle Airo A18 jrtd et Haulotte HA 16 PX avec un score de 0,104 vu le nombre important de palmiers traités et leur manœuvrabilité élevée. La nacelle Ricklift 18, pourtant destiné au palmier dattier, a obtenu le score le plus faible qui est de 0,089, ceci peut s'expliquer par sa non adaptation aux spécificités locales.

4. Conclusion

L'analyse hiérarchique multicritère offre la possibilité de bien choisir l'engin le plus adéquat à nos palmeraies. Les scores obtenus suite à cette analyse montrent la fiabilité de l'élévateur à nacelle montable sur le tracteur Thomas 120 NCT. Ce résultat d'analyse encourage les constructeurs locaux à fabriquer des nacelles de ce type. Les nacelles automotrices du modèle Airo A18 jrtd et Haulotte HA 16 PX peuvent représenter une alternative concrète à la méthode de grimpe dans le palmier.

CHAPITRE II :

PROPOSITION DES TECHNIQUES POUR CERTAINES OPERATIONS CULTURALES

1. Introduction

Sur la base du travail sur le terrain et des entretiens avec les phoeniculteurs, beaucoup d'idées nouvelles nous viennent à l'esprit et ceci dans le but d'améliorer les conditions de travail des agriculteurs. Parmi celles-ci, nous avons pensé à une poulie particulière pour faire descendre le régime de dattes ainsi qu'à d'autres techniques qui pourraient constituer une alternative aux méthodes traditionnelles dans l'ameublissement du sol.

2. Conception de la poulie

Pour les variétés de dattes sèches la récolte se fait en jetant le régime du sommet de palmier sur une bâche étalée sur le sol mais pour les variétés de dattes molles et demi-molles, qui représentent la majorité de palmiers cultivés, le régime est descendu soigneusement à l'aide d'une corde ou bien via deux ou trois grimpeurs (Regabe) selon la hauteur du palmier. Dans les deux méthodes, le grimpeur perd un temps considérable et s'expose à des risques certains (déséquilibres durant la descente du régime).

Pour pallier à ces contraintes, une poulie a été conçue à l'aide du logiciel SolidWorks qui pourrait aider les grimpeurs à descendre le régime sans risque et avec un gain de temps considérable.

2.1. Description de la poulie

Cette poulie est constituée de pièces suivantes (Fig. 69):

- 1- Un support de poulie,
- 2- Un crochet porteur de régime,
- 3- Un couvercle de protection,
- 4- Un ressort (de forme spirale) de rappel de la corde.
- 5- Une corde,

Elle est munie d'un mécanisme ralentisseur qui assure la descente du régime à une vitesse appropriée à son poids. Ce mécanisme est constitué :

- 1- d'une bobine de corde en plastique,
- 2- de deux mâchoires munies de galets,
- 3- d'un support principal du mécanisme.

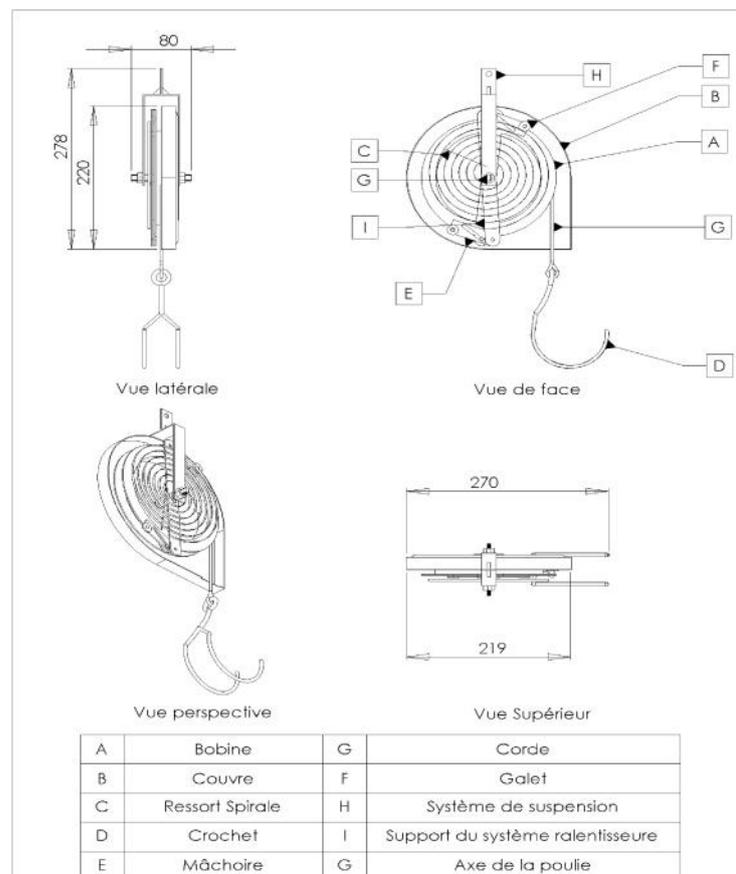


Fig. 69. Schéma représentatif de la poulie

2.2. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement de cette poulie est très simple. Après la coupe, le régime est placé sur le crochet de la poulie par l'opérateur. Dès qu'on libère le crochet, le régime descend (avec son propre poids) à une vitesse constante grâce au mécanisme de ralentissement. Une fois le régime déchargé du crochet, le ressort spiral va enrouler la corde. Simultanément, à l'intérieur de la poulie, la rotation de la bobine écarte les mâchoires ce qui provoque une friction entre les galets et le couvercle extérieur. Ce frottement sert à ralentir le déroulement de la bobine.

2.3. Evaluation fonctionnelle

Le temps nécessaire pour descendre un régime varie selon la hauteur du palmier, le poids du régime et aussi la qualification du grimpeur. Nous estimons que le temps moyen pour descendre un régime est de 15 secondes donc pour 120 palmiers (densité optimale de plantation pour un hectare), le grimpeur passe environ 5 heures, plus l'effort qui l'accompagne. Nous pensons que l'utilisation de cette poulie va minimiser ce temps et l'effort.

Cette poulie se compose de pièces simples, qui ne demandent pas une grande technologie pour leur fabrication, et des mécanismes faciles à réparer. De ce fait, notre poulie peut être accessible économiquement à tous les phoeniculteurs

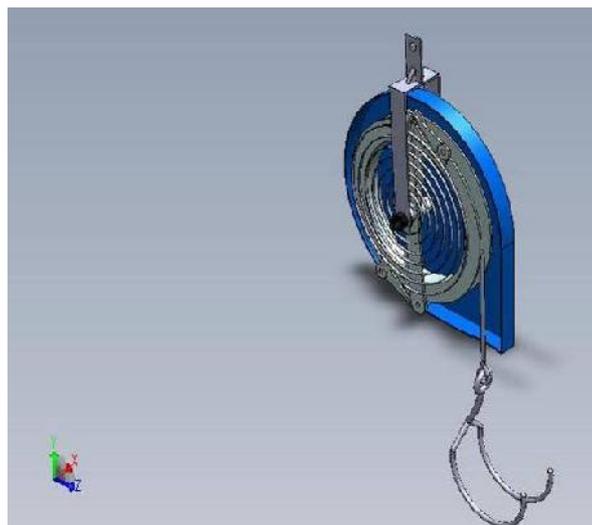


Fig.70. La poulie en 3D

3. Outil d'ameublissement du sol

Comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre de la conduite du palmier dattier en Algérie, cette opération est très pénible et coûteuse. On utilise la houe et le retro chargeur. Comme alternative nous proposons l'utilisation de la motobineuse (Fig. 71).



Fig. 71. Motobineuse

Le tableau 18 montre une comparaison entre les différents outils.

Tableau 18: La différence entre les outils

Outils	Houe	Motobineuse	Rétro chargeur
Risque de couper les racines	Très faible	Faible	Grand risque
Temps de réalisation d'une cuvette de 3x3m	2.5 heures	10 minutes	40 minutes
Pénibilité de travail	Très pénible	peu pénible	confortable
Profondeur de travail	Jusqu'à 30 cm	Jusqu'à 40 cm	Jusqu'à 1 m
Coût de réalisation	800 à 1000 DA	200 DA	1500 DA / l'heure
Largeur de travail	23 cm	Jusqu'à 1 mètre	50 cm
Transport	Portable et très légère	Facile	Automobile mais avec une manœuvrabilité difficile dans la palmeraie
Maniabilité	Manuelle et usuelle	Facile	Difficile
Coût de l'outil	500 DA	70000 DA	Trop cher 12000000 DA

Selon le tableau précédent, on voit que la motobineuse est plus avantageuse pour l'agriculteur sur plusieurs plans. L'investissement dans la motobineuse atténuée, considérablement, autant la pénibilité du travail que le coût de l'opération. En outre, l'usage de la motobineuse permet de lutter contre les adventices.

Pour les agriculteurs, qui préfèrent le rétro chargeur, l'investissement dans une pelle hydraulique montable sur le tracteur agricole est plus avantageux, il est nettement moins coûteux que le rétro chargeur (20 fois moins).

4. Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre la conception d'une poulie particulière qui facilite la descente du régime de dattes et on a proposé, également, d'utiliser la motobineuse au lieu de la binette ou le rétro chargeur et d'investir dans une pelle montable sur le tracteur agricole mieux que dans un rétro chargeur.

Certes, il n'y a pas des limites aux idées innovatrices, mais ce que nous avons présenté précédemment ne représentent qu'une petite partie dans la mécanisation du palmier dattier qui est presque inexistante en Algérie.

CONCLUSION GENERALE

Notre travail consiste à concevoir des machines et de proposer des techniques afin de mécaniser certaines opérations culturales du palmier dattier et de rendre plus aisé l'entretien de ce noble arbre.

Jusqu'à présent, les phoeniculteurs algériens grimpent sur les palmiers manuellement ou à l'aide d'un nécessaire de grimpage. Comme ces deux modes de grimpage sont pénibles et dangereux, les interventions au niveau de la couronne du palmier sont réduites, ce qui a conduit à l'abandon de certaines opérations culturales.

Dans notre recherche bibliographique, nous avons constaté que toutes les recherches développées dans la mécanisation du palmier dattier prennent en considération la sécurité de l'utilisateur en premier lieu et puis la rentabilité de la machine. Nous avons constaté également qu'il y avait deux axes de recherche, le premier visait à concevoir un outil spécifique pour chaque opération culturale, tandis que le deuxième s'intéressait à l'accès du sommet du palmier d'une façon rapide et en toute sécurité.

Dans la même recherche bibliographique, nous avons remarqué que la mécanisation de la culture du palmier dattier est très insuffisante en Algérie et subit une négligence de la part des établissements de recherche d'une part et d'autre part des agriculteurs aussi du fait de leur esprit très conservateur. Pourtant, les opérations culturales liées au palmier sont difficiles à exécuter, par conséquent, un développement de ces opérations est nécessaire en vue d'une mécanisation.

L'ITDAS et l'INRAA ont essayé de mécaniser la pollinisation mais cette tentative n'avait pas connu un début d'application industrielle, pourtant le pays dispose d'unités spécialisées dans l'aluminium et le plastique.

Dans notre étude expérimentale, nous avons mené une enquête auprès des agriculteurs afin de déterminer certains paramètres liés au palmier dattier dans le but de développer une machine et proposer des techniques selon les exigences locales. Cette étude nous a permis de tirer plusieurs conclusions, parmi lesquelles, la pollinisation et la récolte sont des opérations à mécaniser en priorité.

Nous nous sommes alors intéressés aux préoccupations de ces agriculteurs dans le but de leur proposer des solutions leur facilitant les opérations de pollinisation et de récolte des régimes d'une manière la plus économique. Pour cela, nous avons mis au point un système de pollinisation permettant une dispersion régulière du pollen. Nous avons déterminé le meilleur pourcentage pollen/farine de blé qui est de 20%. Nous proposons aussi aux phœniciculteurs appliquant la méthode traditionnelle de pollinisation d'éviter l'attachement des épillets mâles avec les épillets femelles pour leur sécurité et pour une économie importante de temps.

Egalement, nous avons conçu une machine qui constitue une alternative à la récolte traditionnelle des régimes de dattes. L'utilisation de cette récolteuse permet de couper et de descendre le régime sans grimper le palmier tout en évitant les risques accompagnant cette opération. Cette récolteuse est maniable, légère et accessible économiquement à tous les agriculteurs. Il est possible ainsi d'exploiter le mât télescopique pour l'utiliser comme un support à d'autres dispositifs destinés à d'autres opérations culturales liées à la couronne du palmier.

Les deux alternatives permettent de pallier à la pénurie des grimpeurs qualifiés face à l'accroissement sans cesse des palmiers et atténueront certainement la pénibilité de la pollinisation et de la récolte.

Nous avons vu dans notre recherche bibliographique qu'il y avait un axe de recherche qui s'intéressait uniquement à l'accès au sommet du palmier. Pour cela, nous avons mené une analyse hiérarchique multicritères pour bien choisir la nacelle élévatrice la plus adéquate aux palmeraies considérées. Les résultats obtenus suite à cette analyse montrent la fiabilité de l'élévateur à nacelle montable sur le tracteur Thomas 120 NCT. Ce résultat d'analyse encourage les constructeurs locaux à fabriquer des nacelles de ce type. Les nacelles automotrices du modèle Airo A18 jrtd et Haulotte HA 16 PX peuvent représenter une alternative concrète à la méthode de grimpe dans le palmier.

Nous avons aussi conçu une poulie particulière qui facilite la descente du régime de dattes. Nous proposons d'utiliser la motobineuse au lieu de la houe ou du rétro chargeur et d'investir dans une pelle hydraulique montable sur le tracteur agricole au lieu d'un rétro chargeur.

Certes, il n'y a pas de limites aux idées innovatrices. Ce que nous avons présenté constitue un acquis important pour les phoeniculteurs algériens. Nos industries doivent aussi s'impliquer pour construire les machines mises au point par les chercheurs et assurer leur perfectionnement afin de dynamiser cette filière.

Ce travail également peut ouvrir de larges perspectives à d'autres axes de recherches tels que l'adaptation de certaines machines utilisées dans d'autres secteurs selon les exigences locales de nos palmeraies, aussi le développement des équipements sophistiqués pour effectuer certaines opérations culturales grâce à l'actuelle révolution technologique.

BIBLIOGRAPHIE

- Abass, M. H., A.R. Ulhelfy, M.A. Hammed and A.S. Hussein. 2006. Designing, manufacturing of an electrical instrument for pesticides spraying, and test their efficiency on date palm. *Basra Journal for palm date research*. 5 (1-2): 1-15.
- Abdalla, K.N., O.S. Aly-Hassan and A.E. Ahmed. 1986. Development of a walk-up elevator to suite farming operations of date palms. *Second symposium on date palm, King Feisal university, Al-Hassa, KSA*, p:527-533.
- Abounajmi, M. and M. Loghavi.2001. Design and development of a bunch shaker for vibratory date detachment. Second International Conference on Date Palms (Al-Ain, UAE).
- Adamcsek, E. 2008. The Analytic Hierarchy Process and its Generalizations. Master thesis. Eötvös Loránd University, Hungary.
- Ahmed, A.E., O.S. Alyhassan, and M.M. Khalil. 1992. Surveying of some date palm parameters and properties to be utilized in date palm mechanization. *Agriculture mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 23 (2): 67-69.
- Akyurt, M., E. Rehbini, H. Bogis and A.A. Aljinaidi.2002.A survey of mechanization efforts on date palm crown operations. The 6th Saudi Engineering Conference, KFUPM, Dhahran. Vol.5: 475-489.
- Alavi, N., S.M. Mazlounzadeh, and V. Nozari. 2011. Analytical hierarchy process for evaluation of general purpose lifters in the date palm service industry. *Journal of Agricultural Technology*. 7 (4): 923-930.
- Al-Janobi, A. and A. Aboukarima. 2012. Evaluation of field test of harvesting system for picking dates fruits based on robotic arm. First RHEA International Conference on Robotics and associated High-technologies and Equipment for Agriculture, Pisa, Italy. pp.183-188.

- Al-Suhaibani, S.A., A.S. Babaeir, J. Kilgour and J.C. Flynn. 1988. The Design of a Date Palm Service Machine. *J. Agric. Engng. Res.* 40: 143-157
- Al-Suhaibani, S.A., A.S. Babaeir and J. Kilgour. 1990. Design specification of a date palm service machine. *Agriculture mechanization in Asia, Africa and Latin America.* 21 (4): 53-60.
- Al-Suhaibani, S.A., A.S. Babaeir, J. Kilgour and S. Blackmore. 1991. Field tests of the KSU date palm service machine. *Arab Gulf J. Scient. Res.* 9 (3): 55-75.
- Al-Suhaibani, S.A., A.S. Babaeir, M.L.A., Bascombe and J. Kilgour. 1991. The KSU date palm service machine portable bridge units: design and test program. *J. King Saud Univ. Agric. Sci.* 5(2): 127-139.
- Bankhar, A.A. and M. Akyurt. 1995. A tree-Climbing Buggy for Date Palms. The Fourth Saudi Engineering Conference. Vol. IV: 171-177.
- Benziouche, S. E. et F. Cheriet. 2012. Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *New Medit.* 11 (4): 49-57.
- Benziouche, S.E. et F. Chehat. 2010. La Conduite du Palmier Dattier Dans les Palmeraies des Zibans (Algérie) Quelques éléments d'analyse. *European Journal of Scientific Research.* 42(4): 644-660.
- Boubekri, F. 2008. Synthèse bibliographique sur les différentes techniques de la pollinisation du palmier dattier (I.N.R.A. de Touggourt). Mémoire d'Ingénieur en sciences agronomiques. Université Kasdi MERBAH Ouargla (Algérie). 77p.
- Fadel Moustafa, A. 2005. Development of a tractor-mounted date palm tree service machine. *Emir. J. Agric. Sci.* 17 (2): 30-40.
- Fadel Moustafa, A. 2005. Design and development of a date palm pruner *Emir. J. Agric. Sci.* 17 (2): 41-47.

- Ferry, M. 1996. La crise du secteur phœnicicole dans les pays méditerranéens. Quelles recherches pour y répondre ? *Zaragoza (ESP) : CIHEAM - Options Méditerranéennes*. (28): 129-156.
- Flammarion, J.P., P.Y. Colin. 1989. Quelques nouveaux matériels de grimpage, et leur utilisation pour l'élagage des arbres d'avenir. *Revu. For. Fr. XLI (4): 324-335*.
- Garbati Pegna, F. 2008. Self-moved ladder for date palm cultivation. International Conference: Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems, Ragusa – Italy.
- Guettaf Tamem, T. 2011. Proposition d'un mécanisme pour l'escalade du palmier dattier. *memoir de master 2. Universite Mohamed Khider, Biskra (Algérie)*. 63 p.
- Hariskrishna, T.V., P.D.P.R. Harshavardhan and Vineet Pandey. 2014. Design of Climbing Mechanism for a Tree Climbing Robot. *International Journal of Current Engineering and Technology*. Special Issue-3: 85-88.
- Hassan, O.S.A., F.S. Sial, A.E. Ahmed and K.N. Abdalla. 1986. Modification of some industrial equipment to suit date palm orchards mechanization. *Second symposium on date palm, King Feisal university, Al-Hassa, KSA*. pp: 543-554.
- Ibrahim, A.A., K.J. Al-Shaikhly and Y.G. Yousif. 1987. Development of a new ground level pollinator for date palm. *Dept. Palms and Dates, Agric Water Reso.Res.,Baghdad, Iraq*.<http://www.iraqi-datepalms.net>
- Ibrahim, A. A. 1988. Field performance evaluation of different types of mechanical pollination systems of date palm. *J. Agric. Water Reso. Res.* 7 (1): 61-82.
- Ibrahim, A.A., R. I. Hadi and A. Narmeer. 2007. Development and testing of a shaker-system for the selective harvest of date fruit. *ISHS Acta Horticulturae 736: III International Date Palm Conference*. Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Ismail, K.M. and K.A. Al-Gaadi. 2006. Development and testing of a portable palm tree pruning machine. *International Journal of Agriculture Research*. 1 (3): 226-233.

- Ismail, Z.E. and M.M. Abou Habaga. 2008. Theoretical approach to determine the share dimensions of uproot palm date. *Misr J. Ag. Eng. Farm Machinery and Power*. 25 (3): 746-757.
- Keramat Jahromi, M., A. Jafari, S.Rafiee and S.S. Mohtasebi. 2007. A Survey on some physical properties of the Date Palm tree. *Journal of Agricultural Technology*. 3 (2) 317-322.
- Keramat Jahromi, M., A. Jafari, S.S. Mohtasebi and S. Rafiee. 2008. Engineering properties of date palm trunk applicable in designing a climber machine. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript FP 08 002. Vol.X.
- Keramat Jahromi, M., R. Mirasheh and A. Jafari 2008. Proposed Lifting Model for Gripper Date Palm Service Machines. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. PM 08 018. Vol. X.
- Loghavi, M. 1993. Development of a mechanical date pollinator. *Agriculture mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 24 (04): 27-32.
- Mazlounzadeh, S.M., M. Shamsi and H. Nezamabadi-pour. 2008. Evaluation of general-purpose lifters for the date harvest industry based on a fuzzy inference system, *Computers and Electronics in Agriculture* 60 (1):60-66. doi:10.1016/j.compag.2007.06.005
- Mostaan, A., S.S. Marashi and S. Ahmadizadeh 2010. Development of a New Date Palm Pollinator. Proc. 4th. Int. Date Palm Conference Eds.: A. Zaid and G.A. Alhadrami Acta Hort.:882, ISHS 2010.
- Mosttan, A. 2005. Development of date palm dethroning device. International conference on Mango and Date Palm: culture and export, University of agriculture, Faisalabad.
- Nourani, A., A.Kadri, M.Mehenni, and A. Salem. 2015. A Survey on some date palm orchards parameters applicable in date palm mechanization. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 17 (1):22-29.

- Nourani A. and F. GarbatiPegna. 2014. Proposed harvester model for palm date fruit. *Journal of Agricultural Technology*, 10 (4):817-822.
- Nourani, A., F. Kaci, F. Garbati Pegna, A. Kadri. 2014. Design of a portable dates cluster harvesting machine, 21 (7): 254-258.
- Perkins, R. M. and P. F. Rurkner. 1974. Mechanical pollination of date palms. *California agriculture*. 28 (3):6-7.
- Perkins, R. M. and G.K. Brown. 1966. Date harvest mechanization. *California agriculture*. 20 (02): 08-10.
- Popenoe, P. 1922. The Pollination of the Date Palm. *Journal of the American Oriental Society*. 42 (1922): 343-354
- Saaty, T.L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. 1 (1): 83-98.
- Sedra, M.H. 2003. Le Palmier Dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. INRA de Maroc Editions. pp: 265.
- Shapiro, A., E. Korkidi, A. Demri, O. Ben-Shahar, R. Riemer and Y. Edan. 2009. Toward Elevated Agrobotics: Development of a Scaled-Down Prototype for Visually Guided Date Palm Tree Sprayer. *Journal of Field Robotics*. 26 (6-7): 572-590.
- Shamsi, M. 1998. Design and development of a date harvesting machine. PhD thesis. Silsoe College, Cranfield University. UK.
- Toutain, G. 1996. Rapport de synthèse de l'atelier 'Techniques culturelles du Palmier dattier'. *Zaragoza (ESP): CIHEAM-IAMZ*. (28): 201-205.
- Tengberg, M. 2012. Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of Arid Environments*. 86: 139-147.
- Thwainy, A., M.akyurt and T. M. Abu-Mansour. 1993. choice of a service system for palm trees. *Journal of Islamic Academy of Sciences*. 6 (1):73-81.

Yehia, I. 2009. Design of a Pollination Device for Palm Tree. *Agricultural mechanization in Asia, Africa, and Latin America*. 40 (178): 78-80.

Zaid, A. and E. J. Arias-Jimenez. 2002. Date palm cultivation. FAO Plant production and protection paper 156, Rev. 1. FAO, Rome. pp. 292.

Annexe I

1- Fiche d'enquête

Date de l'enquête

Localité de la palmeraie..... Coordonnés GPS : X Y Z

Enquêteur

Agriculteur enquêté numéro ()

I- Renseignements généraux sur la palmeraie

Q-1- Superficie totale de l'exploitation (SAT) :

Q-2- Quelle est la superficie occupée par les palmiers ?

Q-3- votre palmeraie est : Ancienne (plus de 50 ans)

Moyenne (entre 20 et 50 ans)

Nouvelle (moins de 20 ans)

II- Niveau de mécanisation

Q-4- possédez-vous un tracteur ?

Renseignements sur le tracteur		Tracteur 1	Tracteur 2	Tracteur 3	Tracteur 4
Nom					
Puissance					
Type de traction	(4*2)				
	(4*4)				
Prise hydraulique					
Prise de force					
Prise électrique					
Poulie					
Etat du tracteur	bonne				
	moyenne				
	dégradé				

III- Degré de mécanisation

Q-5- Quelles sont-ils les opérations culturales phoenicicoles mécanisées et/ou non mécanisées ?

Les opérations culturales	Source d'énergie			Nombre de sources d'énergie	Duré de l'opération pour un pied	Nombre de pieds traités	Nombre de pieds traités par jour	Coût de l'opération
	Homme	Animale	Moteur					
Sélection du Djebar								Da/pied
Creusage de cuvette								Da/ fosse
Transport de fertilisant								
Fertilisation minérale								Da/pied
Fertilisation organique								Da/pied
Désherbage								Da/pied
Toilettage								Da/pied
Traitement phytosanitaire								Da/pied
Pollinisation								Da/pied
Moyen d'ascension								
Limitation du nombre de régimes								Da/pied
Attachage des régimes								Da/pied
Ensachage des régimes								Da/pied
Récolte de dattes								
Descente de régime								Da/pied
Triage								
Package								
Transport								
Réfrigération								Da/Qtz/jour

IV- Indice de mécanisation

IV-1- Energie fournie par l'animale :

Q-6- Utilisez-vous la force animale ?

IV-2- Energie fournie par l'homme :

Q-7- quelle est l'énergie fournie par l'homme ?

IV-3- Energie fournie par la machine :

Q-8- quelle est l'énergie fournie par la machine ?

V- Description de la palmeraie

Q-9- quelle est le mode de production de la palmeraie ?

- Palmeraie traditionnelle
- Palmeraie moderne (mise en valeur)

Si la palmeraie est moderne mentionner la :

- Distance entre les rangs
- Distance entre les pieds

Q-10- quelle est le mode d'irrigation ?

- Irrigation Localisée
- Irrigation traditionnelle

Si le mode d'irrigation est traditionnel mentionner la :

- Profondeur du canal
- Largeur du canal
- Forme du canal : Conique Rectangulaire
- Est-il bétonné ?

Q-11- Existe-il un réseau de drainage ?

Si le réseau existe mentionner :

- Nombre de canaux
- Distance entre les canaux
- La profondeur du canal
- La largeur de canal

Q-12- existe-il des Cultures sous-jacentes ?

s'il existe, mentionner le Type de culture

- Cultures sous serres
- Cultures maraîchères de plein champ
- Céréales
- Plantes fourragères
- Arboriculture fruitière
- Autres

Q-13- combien de palmiers avez-vous ?

Q-14- quelle sont les longueurs et les circonférences de vos palmiers, et aussi les dimensions des cuvettes de chaque palmier ?

Q-15- Etat du terrain : Plat

Accidenté

5% du nombre de pieds de la palmeraie		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Hauteur du pied																					
Circonférence du pied	Au bas																				
	Au milieu																				
	Au sommet																				
Profondeur de la cuvette																					
Forme de la cuvette	Ronde																				
	Rectangulaire																				
Rayon de la cuvette ronde																					
Longueur de cuvette rectangulaire																					
Largeur de cuvette rectangulaire																					
Production																					

5% du nombre de pied de la palmeraie		P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40
Longueur du pied																					
Circonférence du pied	Au bas																				
	Au milieu																				
	Au sommet																				
Profondeur de la cuvette																					
Forme de la cuvette	Ronde																				
	Rectangulaire																				
Rayon de la cuvette ronde																					
Longueur de la cuvette rectangulaire																					
Largeur de la cuvette rectangulaire																					
Production																					

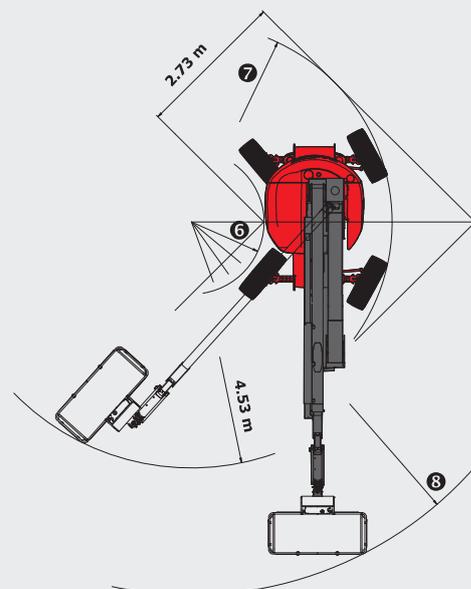
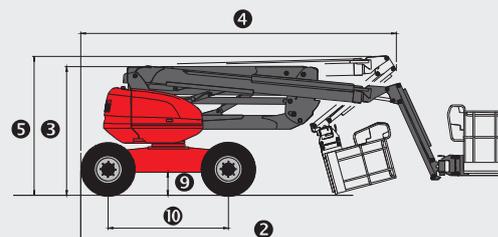
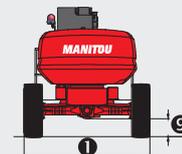
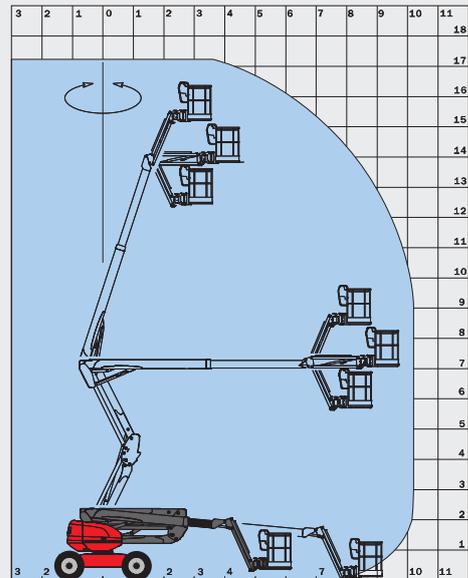
Annexes II

2- Fiches techniques des élévateurs à nacelles

N°	Nom et le modèle de la nacelle élévatrice
1	Manitou 180 ATJ
2	Haulotte HA 32 PX
3	Haulotte HA 18 PX
4	Ricklift 18m
5	Airo A17 DC à chenilles
6	Airo A18 jtrd
7	Haulotte HA 16 PX
8	Manitou 160 ATJ
9	Thomas 120 NCT
10	Merlo multifarmer 40,9

180 ATJ

	180 ATJ
 Hauteur de travail	17.65 m
Hauteur de plate-forme	15.65 m
Hauteur d'articulation	7.15 m
Déport	10.60 m
 Débattement du pendulaire	+70°/-70°
Rotation du panier	+90°/-90°
Rotation tourelle	350°
 Capacité	230 kg
Nombre de personnes (int./ext.)	2/2
Panier (largeur x longueur)	1.80 x 0.80 m
 1. Largeur hors tout	2.30 m
2. Longueur hors tout	7.77 m
3. Hauteur hors tout	2.37 m
4. Longueur hors tout repliée (stockage)	5.77 m
5. Hauteur hors tout repliée (stockage)	2.53 m
6. Rayon de braquage intérieur	1.32 m
7. Rayon de braquage extérieur	3.66 m
8. Rayon de braquage panier	6.87 m
9. Garde au sol	42.5 cm
10. Empattement	2.20 m
 Vitesse de translation	6 km/h
Vitesse de travail	0.80 km/h
 Pente franchissable	40 %
Dévers admissible	5° - 9%
 Pneumatiques	18"
Roues motrices	4
Roues directrices	4
 Poids (peut varier en fonction des options et standards du pays)	8090 kg
 Moteur	KUBOTA V2403-M
Puissance	45 cv
Bruit à l'environnement (LWA)	101 dB



Équipements standards

Commandes proportionnelles
4 mouvements simultanés
4 roues motrices
4 roues directrices
Roues en position crabe
Pneus gonflés mousse
Blocage de différentiel
Pont avant à glissement limité
Boîtier d'aide au diagnostic
Horamètre
Jauge à carburant proportionnelle avec témoin de niveau bas
Boîte à outils
Capot de protection pupitre avec possibilité de verrouillage
Klaxon
Gyrophare
Alarme sonore et témoin lumineux en dévers et surcharge
Déverrouillage dévers
Anneaux d'élingage
Pompe électrique de secours
Prédisposition 230 V
Pédale homme mort

Équipements optionnels

Essieu oscillant
Rotation continue
Panier large (2.10 m x 0.80 m) avec pneus 20"
Génératrice embarquée (3.50 kVA)
Prise 230 V avec disjoncteur différentiel
Prédisposition air comprimé
Prédisposition eau
Phare de travail
Peinture spéciale
Huile biodégradable
Bip sur tous mouvements
Bip sur translation
Épurateur catalytique
Kit raffinerie
Anti-démarrage codé
Roues 20"
Roues non marquantes
Rapport de vérification initiale avant mise en service
Harnais de sécurité
Batteries forte capacité

Cette publication présente le descriptif des versions et possibilités de configuration des produits MANITOU qui peuvent différer en équipement. Les équipements présentés dans cette brochure peuvent être de série, en option, ou non disponibles suivant les versions. MANITOU se réserve le droit, à tout moment et sans préavis, de modifier les spécifications décrites et représentées. Les spécifications portées n'engagent pas le constructeur. Pour plus de détails, contactez votre concessionnaire MANITOU. Document non contractuel. Présentation des produits non contractuelle. Liste des spécifications non exhaustive. Les logos ainsi que l'identité visuelle de l'entreprise sont la propriété de MANITOU et ne peuvent être utilisés sans autorisation. Tous droits réservés. Les photos et schémas contenus dans la présente brochure ne sont fournis qu'à des fins de consultation et à titre indicatif.

MANITOU BF SA - Société anonyme à conseil d'administration - Capital social : 39 547 824 euros - 857 802 508 RCS Nantes



NACELLE À FLÈCHE ARTICULÉE

HA 32 PX



- Déport 21,30 m.
- Point d'articulation 11,35 m.
- 4 roues motrices et directrices.
- Garde au sol 38 cm.
- Blocage différentiel hydraulique.
- Essieux extensibles.



Les avantages Haulotte®

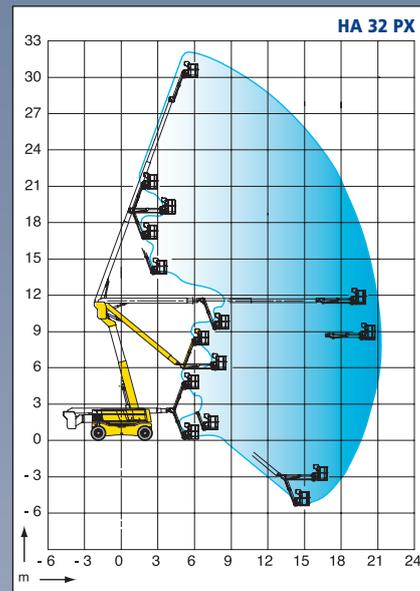
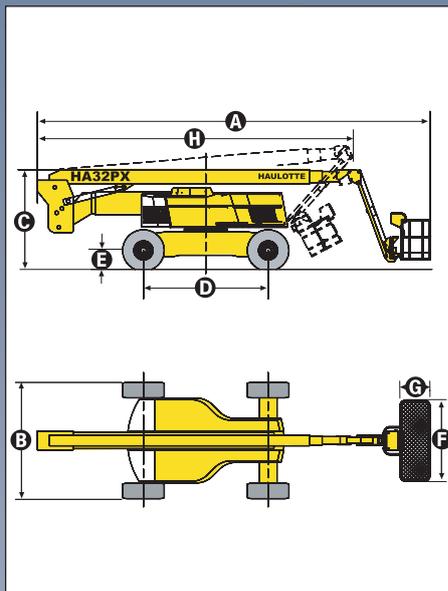
- Hauteur de travail 32 m
- Point d'articulation à 11,35 m
- Un blocage différentiel hydraulique et une garde au sol de 38 cm permettant une utilisation tout terrain
- Une pente maximum de 45%
- Rotation de la tourelle 360° en continu
- Une fonctionnalité augmentée grâce à des commandes entièrement proportionnelles et simultanées
- Contrôle de charge en nacelle
- Une accessibilité optimisée grâce au pendulaire à mouvement vertical positif et négatif (140°).
- Rotation panier hydraulique de 180°
- Robuste, fiable et facile à entretenir

EQUIPEMENT STANDARD

- 4 roues motrices et directrices
- 2 essieux extensibles
- Essieu oscillant
- Bac moteur pivotant facilitant la maintenance
- Contrôleur de dévers 5°
- Batteries de démarrage 12 V
- Groupe de secours électrique commandé depuis le panier
- Mise en roue libre
- Compteur horaire
- Blocage mécanique de l'orientation tourelle
- Anneaux de remorquage
- Utilisation en extérieur : résiste à des vents jusqu'à 60 km/h

OPTIONS & ACCESSOIRES

- Génératrice embarquée 3,3 kw
- Prise dans le panier 230 V / 115 V - 16 A
- Huile hydraulique bio-dégradable
- Bruiteur de translation
- Gyrophare
- Phare de travail
- Pot catalytique
- Module démarrage codé



CARACTERISTIQUES

	HA 32 PX
Hauteur de travail	31,8 m
Hauteur plate-forme	29,8 m
Déport maximum	21,30 m
Point d'articulation	11,35 m
Capacité maximum	250 kg
Débattement pendulaire	140° (+70° / -70°)
A Longueur repos	11,2 m
B Largeur hors tout	2,50 m
Largeur (essieux déployés)	3,33 m
C Hauteur repliée	2,70 m
D Empattement	3,50 m
E Garde au sol	38 cm
F X G Dimensions plate-forme	2,44 m x 0,8 m
H Longueur transport	8,90 m
Hauteur transport	3,30 m
Déport arrière	0,50 m
Vitesse de translation	5 km/h
Rayon de braquage extérieur	5,10 m
Rotation hydraulique tourelle (continue)	360°
Rotation panier hydraulique	180°
Moteur	Perkins Diesel
Pente maximum	45%
Pneus gonflés mousse	445 / 65 - 22,5
Réservoir hydraulique	196 l
Réservoir gasoil	140 l
Poids	20 920 kg



NACELLES À FLÈCHE ARTICULÉE

HA 16 SPX
HA 18 SPX



- Déport jusqu'à 10,60 m (HA18SPX).
- Pente maximum 40%.
- Garde au sol 38 cm.
- 4 roues motrices en standard.
- Mouvements souples, proportionnels, simultanés.



HA 16 SPX HA 18 SPX

Nacelles à flèche articulée

Les avantages Haulotte®

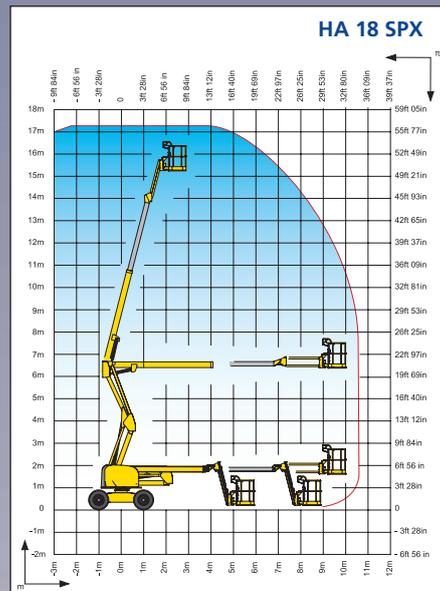
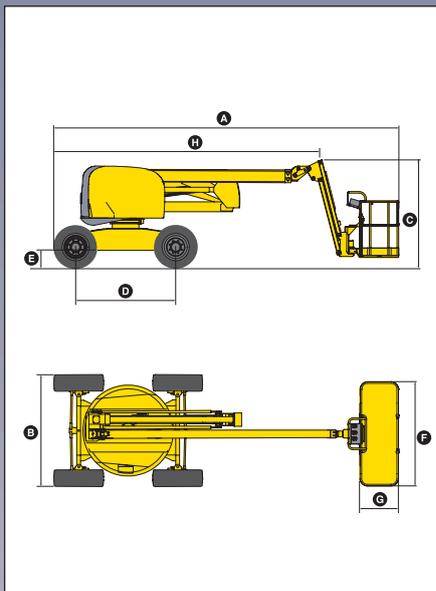
- 2 hauteurs de travail 16 et 18 m
- Un blocage différentiel hydraulique et une garde au sol de 38 cm permettant une utilisation tout terrain
- Une pente maximum de 40%
- Temps d'élévation en pleine hauteur 45 secondes
- Une productivité augmentée grâce à des commandes entièrement proportionnelles et simultanées
- Contrôle de charge en nacelle
- Une accessibilité optimisée grâce au pendulaire à mouvement vertical positif et négatif (140°)
- Rotation dans le gabarit
- Rotation panier hydraulique de 180°
- Un encombrement réduit facilitant le stockage et le transport (longueur transport HA 16 SPX : 5,25 m)
- Robuste, fiable et facile à entretenir
- Sécurité augmentée grâce au limiteur de charge en nacelle

EQUIPEMENT STANDARD

- 4 roues motrices et 2 roues directrices avant
- Utilisation en extérieur: résiste à des vitesses de vent jusqu'à 45 km/h
- Réservoir gas oil 55 l
- Contrôleur de dévers 5°
- Batteries de démarrage 12 V
- Groupe de secours électrique commandé depuis le panier
- Mise en roue libre
- Compteur horaire
- Blocage mécanique de l'orientation tourelle
- Anneaux d'élingage et de remorquage

OPTIONS & ACCESSOIRES

- Prise dans le panier 230 V / 115 V - 16 A
- Bruiteur de translation
- Gyrophare
- Phare de travail
- Pot catalytique
- Module démarrage codé
- Huile hydraulique bio-dégradable
- Kit pays froid
- Kit pays chaud



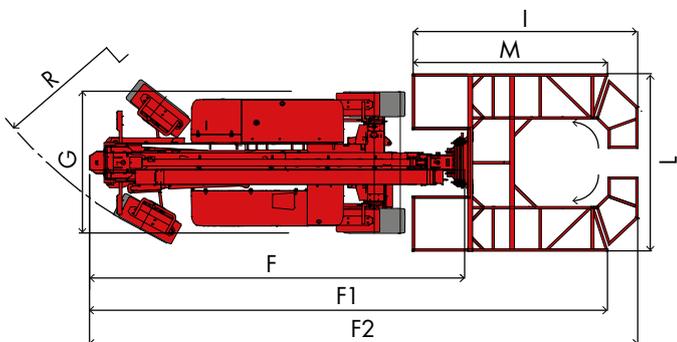
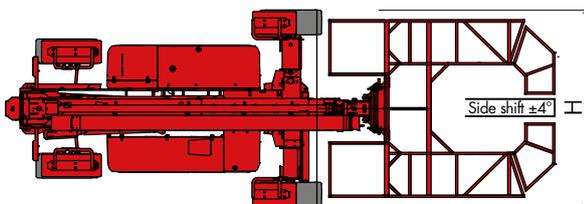
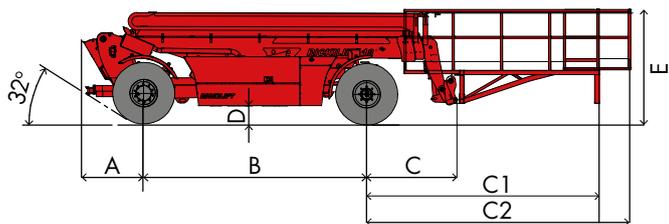
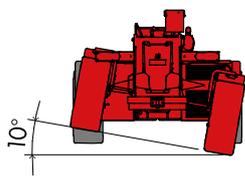
CARACTERISTIQUES

	HA 16 SPX	HA 18 SPX
Hauteur de travail	16 m	17,3 m
Hauteur plate-forme	14 m	15,3 m
Déport maximum	9,10 m	10,60 m
Point d'articulation	6,60 m	
Capacité maximum	230 kg	
Débattement pendulaire	140° (+70° / -70°)	
A Longueur repos	6,65 m	7,50 m
B Largeur	2,25 m	
C Hauteur repos	2,20 m	
D Empattement	2 m	
E Garde au sol	38 cm	
F x G Dimensions plate-forme	1,8 m x 0,8 m	
Longueur transport	5,25 m	5,80 m
Hauteur transport	2,16 m	
Déport arrière	0	
Vitesse de translation	1,5 / 5,5 km/h	
Rayon de braquage extérieur	4 m	
Rayon de braquage intérieur	2 m	
Rotation tourelle	350°	
Rotation panier hydraulique	180°	
Moteur	Deutz Diesel 42 CV - 31kW	
Pente maximum	40%	
Pneus gonflés mousse	SKS HAULER - 14 - 17,5	
Réservoir hydraulique	100 l	
Réservoir gasoil	55 l	
Poids	6 850 kg	7 950 kg



HAULOTTE FRANCE • ZI MI PLAINE • 26 rue des Tâches • 69800 SAINT-PRIEST
TÉL. +33 (0)4 72 88 05 70 • FAX +33 (0)4 72 88 01 43 • E-mail : haulottefrance@haulotte.com • www.haulotte.fr

Haulotte Group - La Péronnière - BP 9 - 42152 l'Horme - France • Tél : +33 (0)4 77 29 24 24 - Fax : +33 (0)4 77 29 43 95
e.mail - haulotte@haulotte.com • web : http://www.haulotte.com

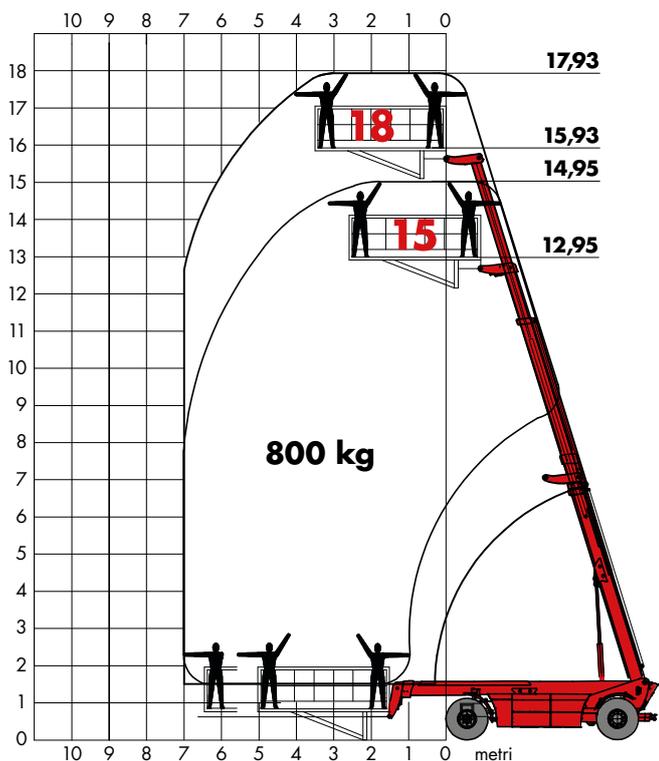


18 mt

A	B	C	C1	C2	D	E	F	F1	F2	G	H	I	L	M	R
1.100	4.000	1.625	4.200	4.700	350	2.025	6.725	9.295	9.795	2.550	3.550	4.000	3.200	3.500	8.300

15 mt

A	B	C	C1	C2	D	E	F	F1	F2	G	H	I	L	M	R
1.100	4.000	2.330	4.905	5.405	350	2.025	7.430	10.065	10.565	2.550	3.550	4.000	3.200	3.500	8.300



Rickilift 15/18 M

MAXIMUM LIFT CAPACITY	800 Kg (including 4 people)	CAPACITÉ DE LEVAGE MAXIMALE	800 Kg (dont 4 personnes)
MAXIMUM LIFT HEIGHT	<ul style="list-style-type: none"> • Rickilift 15 m: 12,95 m / 14,95 m • Rickilift 18 m: 15,93 m / 17,93 m 	HAUTEUR MAXIMALE DE PLANCHER/TRAVAIL	<ul style="list-style-type: none"> • Rickilift 15 m: 12,95 m / 14,95 m • Rickilift 18 m: 15,93 m / 17,93 m
MAXIMUM REACH	6,40 m	PORTÉE MAXIMALE	6,40 m
TIRES	<ul style="list-style-type: none"> • N° 2 front 18 x 22,5 - 16 PR • N° 2 rear 18 x 22,5 - 16 PR 	PNEUMATIQUES	<ul style="list-style-type: none"> • N° 2 avant 18 x 22,5 - 16 PR • N° 2 arrière 18 x 22,5 - 16 PR
BASKET	<ul style="list-style-type: none"> • Capacity: 800 Kg (including 4 people) • Size: 3,15 m x 2,60 m • Hydraulically lockable around the tree • Quick coupling hydraulic connections for optional tools 	NACELLE	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité: 800 Kg (dont 4 personnes) • Mesures: 3,15 m x 2,60 m • Hydrauliquement verrouillable autour de l'arbre • Connexions hydrauliques rapides pour d'éventuels accessoires
CONTROL	Hydraulic joysticks for all the movements	COMMANDES	Leviers à commande hydraulique pour tous les mouvements
BRAKES	Hydraulic brakes on the reduction gears of the front axle	FREINS	Freins hydrauliques sur le motoréducteur du pont avant
ENGINE	<p>Perkins 1104D - 44T Turbo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Displacement: 4.400 cm³ • Power: 100 hp - 75 KW • Max. RPM: 2.300/min • Max. torque: 392 Nm at 1.400 r/min • Injection: direct • Liquid cooling 	MOTEUR	<p>Perkins 1104D - 44T Turbo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cylindrée: 4.400 cm³ • Puissance: 100 cv - 75 KW • Max. RPM: 2.300/min • Couple max.: 392 Nm à 1.400 tr/min • Injection: directe • Refroidissement par eau
AXLES	<p>Front:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Width of front axle hydraulically variable from 2,55 m to 3,55 m • Side shift on the front axle: 4° to the left - 4° to the right <p>Rear:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steering, tilting 10°+10 	ESSIEUX	<p>Essieu avant:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largeur du pont avant hydrauliquement variable de 2,55 m à 3,55 m • Déplacement latéral sur le pont avant: 4° à gauche - 4° à droite <p>Essieu arrière:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Braquant, oscillant 10°+10°
TRANSMISSION	<p>Hydrostatic transmission:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variable flow hydrostatic pump: 200 l/min; pressure: 450 bar • Rickilift 15 m: <ul style="list-style-type: none"> • 2 piston hydrostatic motors with reduction gear on the front tires (one each) • 1 piston hydrostatic motor on the rear axle 4 wheel drive (Option) • Rickilift 18 m: <ul style="list-style-type: none"> • 2 piston hydrostatic motors with reduction gear on the front tires (one each) • 1 piston hydrostatic motor on the rear axle 4 wheel drive (Standard) • Max. speed: 12 Km/h 	TRANSMISSION	<p>Transmission hydrostatique:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pompe hydrostatique à débit variable: 200 l/min; pression: 450 bar • Rickilift 15 m: <ul style="list-style-type: none"> • 2 moteurs hydrostatiques à pistons avec motoréducteurs sur les pneus avant (un chacun) • 1 moteur hydrostatique à pistons avec motoréducteur sur l'essieu arrière 4 roues motrices (Option) • Rickilift 18 m: <ul style="list-style-type: none"> • 2 moteurs hydrostatiques à pistons avec motoréducteurs sur les pneus avant (un chacun) • 1 moteur hydrostatique à pistons avec motoréducteur sur l'essieu arrière 4 roues motrices (Standard) • Vitesse de déplacement max.: 12 Km/h
HYDRAULICS	<ul style="list-style-type: none"> • Fixed flow rate hydraulic pump for all the services: 70 l/min; pressure: 270 bar • Fixed flow rate hydraulic pump for steering: 45 l/min; pressure: 160 bar 	HYDRAULIQUE	<ul style="list-style-type: none"> • Pompe hydraulique à débit fixe pour tous les mouvements: 70 l/min; pression: 270 bar • Pompe hydraulique à débit fixe pour le braquage: 45 l/min; pression: 160 bar
CAPACITIES	<ul style="list-style-type: none"> • Cooling system: 15 l • Engine oil: 8 l • Hydraulic oil: 170 l • Fuel: 200 l 	RÉSERVOIRS	<ul style="list-style-type: none"> • Système de refroidissement: 15 l • Huile moteur: 8 l • Huile hydraulique: 170 l • Carburant: 200 l
WEIGHT UNLADEN	<ul style="list-style-type: none"> • Rickilift 15 m: 8.800 Kg • Rickilift 18 m: 9.800 Kg 	POIDS À VIDE	<ul style="list-style-type: none"> • Rickilift 15 m: 8.800 Kg • Rickilift 18 m: 9.800 Kg
OVERALL LENGTH (WITHOUT BASKET)	<ul style="list-style-type: none"> • Rickilift 15 m: 7.430 mm • Rickilift 18 m: 6.725 mm 	LONGUEUR (SANS NACELLE)	<ul style="list-style-type: none"> • Rickilift 15 m: 7.430 mm • Rickilift 18 m: 6.725 mm
OVERALL WIDTH	<ul style="list-style-type: none"> • 2.550 mm with retracted axle • 3.550 mm with extended axle 	LARGEUR	<ul style="list-style-type: none"> • 2.550 mm avec pont rentré • 3.550 mm avec pont en extension
OVERALL HEIGHT	2.025 mm	HAUTEUR	2.025 mm
STEERING RADIUS	8.300 mm	RAYON DE BRAQUAGE	8.300 mm
GROUND CLEARANCE	350 mm	GARDE AU SOL	350 mm
GRADABILITY WITH LOAD	40%	PENTE FRANCHISSABLE À CHARGE	40%
SAFETY	<ul style="list-style-type: none"> • Positive safety system on the rear axle to prevent tilting • Emergency pump on the chassis to take down the boom 	SÉCURITÉ	<ul style="list-style-type: none"> • Système de sécurité positif sur l'essieu arrière pour empêcher de basculer • Pompe de secours sur le chassis pour abaisser la flèche
OPTIONS	<p>Sprayer with diffuser on the basket:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fixed flow rate hydraulic pump: 45 l/min; pressure: 110 bar • Water pump: 50 l at 550 r/m; pressure: 40 bar • Stainless steel water tank: 600 l • Diffuser <p>Compressed air system for tools</p>	OPTIONS	<p>Sprayer avec diffuseur dans la nacelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pompe hydraulique à débit fixe: 45 l/min; pression: 110 bar • Pompe pour l'eau: 50 l at 550 r/m; pression: 40 bar • Réservoir en acier inox: 600 l • Diffuseur <p>Système d'air comprimé pour des outils</p>

Una gamma completa per industria ed edilizia / A complete range for industry and building



R13 DC - R17 DC

Piattaforme Aeree Semoventi

• Piattaforma aerea cingolata • Tracked aerial work platform
• Nacelle élévatrice chenillée • Raupen-Arbeitsbühne • Plataforma de oruga

SELF-PROPELLED AERIAL PLATFORMS

PLATES-FORMES AUTOMOTRICES

SELBSTFAHRENDEN HYDRAULISCHE HEBEBÜHNEN

PLATAFORMAS ELEVADORAS AUTOPROPULSADAS

LA SCELTA IDEALE PER RIDURRE I COSTI ED AUMENTARE LA SICUREZZA NEI LAVORI AEREI DI MANUTENZIONE E DI INSTALLAZIONE.

THE RIGHT CHOICE WHICH ALLOWS YOU TO LOWER YOUR COSTS AND TO INCREASE YOUR SAFETY DURING AERIAL ASSISTANCES AND INSTALLATIONS.

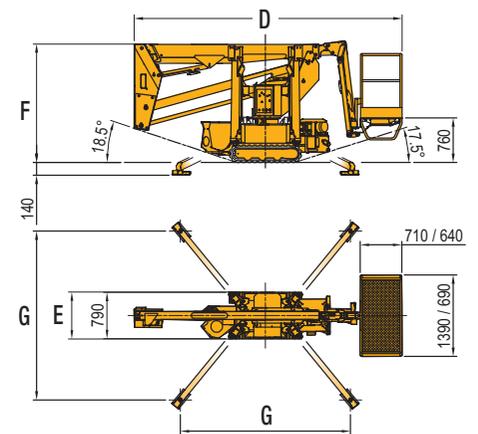
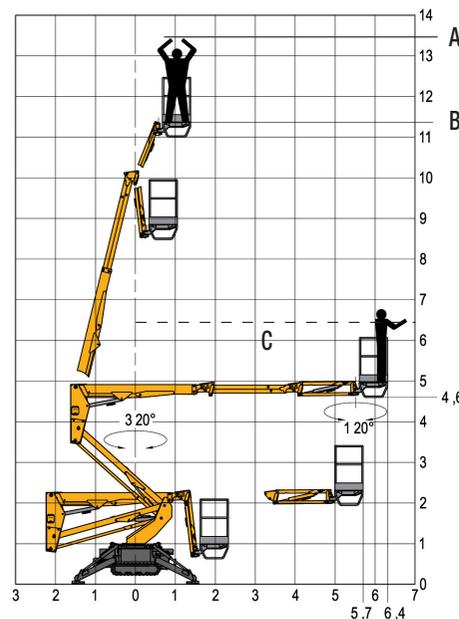
LA SOLUTION IDEALE QUI VOUS PERMET DE LIMITER VOS COUTS ET D'AUGMENTER VOTRE SECURITE PENDANT LES TRAVAUX AERIENS D'ENTRETIEN ET D'INSTALLATION.

DIE IDEALE LÖSUNG, UM KOSTEN ZU REDUZIEREN UND DIE SICHERHEIT IHRER INSTALLATIONS-UND WARTUNGSARBEITEN ZU ERHÖHEN.

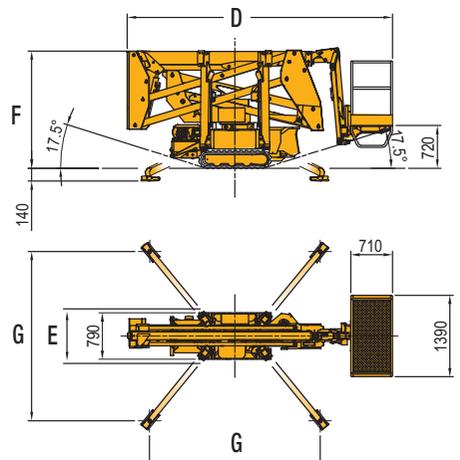
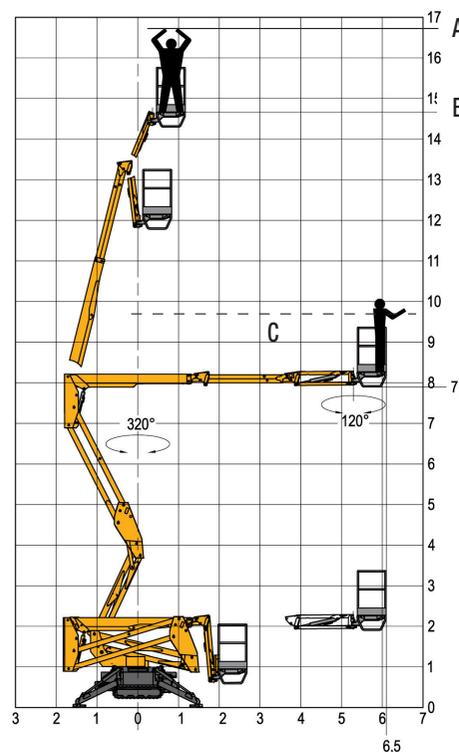
LA ELECCION IDEAL PARA REDUCIR COSTES Y AUMENTAR LA SEGURIDAD EN MANTENIMIENTOS Y INSTALACIONES ALTAS.



R13 DC



R17 DC



	R13 DC	R17 DC
A	13300	16500
B	11300	14500
C	6400	6500
D	4550	4520
E	820	820
F	2000	2000
G	2950 x 2950	2950 x 2950

AIRO



Concessionario
Dealer
Importateur
Händler
Concesionario

Piattaforme Aeree Semoventi

R13 DC - R17 DC

Descrizioni ed illustrazioni si intendono fornite a titolo indicativo e non impegnativo.
Specifications are nominal and may be revised to reflect design improvements.
En cas de nécessité les spécifications techniques peuvent être modifiées.
Im Interesse einer technischen Weiterentwicklung können die Geräte jederzeit vom Hersteller entsprechend geändert werden.
Las descripciones e ilustraciones descritas son orientativas y pueden ser modificadas.

Allestimento Standard

- Costruzione secondo la norma EN 280 e conforme a tutte le normative internazionali di sicurezza
- Trasmissione idraulica
- Comandi proporzionali
- Motore a benzina Honda IGX440 a controllo elettronico
- Jib (+68° - 83°)
- Cestello in alluminio per 2 operatori (portata 200 Kg)
- Rotazione del cesto (60°+60°)
- Rotazione torretta di 320°
- Claxon e contaore
- Display per diagnostica
- Controllo elettrico inclinazione piattaforma con blocco automatico
- Avvisatore acustico movimenti
- No celle di carico in quanto soddisfa il requisito di sovraccarico rinforzato (EN280:2001)
- Cingoli in gomma nera
- Predisposizione per linea elettrica 230 V in piattaforma
- Elettropompa monofase 230V

Optionals

- Avvisatore luminoso lampeggiante
- Cappuccio di protezione scatola comandi
- Linea elettrica 230 V in piattaforma
- Linea elettrica 230 V in piattaforma con salvavita
- Linea area compressa /acqua in piattaforma
- Cingoli in gomma antiraccia

Standard Features

- Produced according to EN 280 norm and the international safety regulations
- Hydraulic transmission
- Proportionals controls
- Piston engine Honda IGX440 with electronic control
- Jib (+68° - 83°)
- Aluminium basket for n.2 operators (capacity 200 Kg)
- Cage rotation (60°+60°)
- 320° turret rotation
- Horn and hourmeter
- Diagnostic system
- Electric tilt alarm device with automatic motion stop
- All-motion alarm
- No-loading cells, as it answers to the reinforced overloading request (EN280:2001)
- Black rubber tracks
- 230 V electric line predisposition on the platform
- 230V monophasic electro-pump

Optionals

- Flashing warning light
- Gearcase protection cap
- 230V. Supply with plug on the platform
- 230V Supply with plug on the platform with earth-leakage circuit breaker
- Supply of compressed air/water on platform
- Not-marking rubber tracks

Version Standard

- Conforme à la norme EN 280 et aux normes internationales de sécurité
- Transmission hydraulique
- Commandes proportionnelles
- Moteur à essence Honda IGX440 à contrôle électrique
- Bras pendulaire (+68° - 83°)
- Panier en aluminium pour 2 personnes (capacité 200 Kg)
- Rotation panier (60°+60°)
- Rotation tourelle 320°
- Klaxon et compteur horaire
- Dispositif de diagnostic
- Contrôleur électrique de dévers de la plateforme avec blocage automatique des manoeuvres
- Avertisseur acoustique des mouvements
- No capteurs de chargement parce que la nacelle satisfait l'exigence du surcharge renforcée (EN280:2001)
- Chenilles noires en caoutchouc
- Predisposition de ligne électrique 230 V en plateforme
- Electro-pompe monophasé 230V

Options

- Avertisseur lumineux clignotant
- Capuchon de protection pour le boîtier de commande
- Ligne électrique 230 V en plateforme
- Ligne électrique 230 V en plateforme avec sauve vie
- Ligne d'air comprimée / eau sur le panier
- Chenilles en caoutchouc antirace

Standardausstattung

- Hergestellt nach NORM EN 280 und internationalen Sicherheitsbestimmungen
- Hydraulischer Antrieb
- Proportionalsteuerungen
- Benzin Honda IGX440 Motor mit elektronische Steuerung
- Korbarm (+68° - 83°)
- Aluminiumkorb (Tragfähigkeit 200 Kg)
- Korbdrehung (60°+60°)
- Turmdrehung 320°
- Hupe und Betriebsstundenzähler
- Diagnostiksystem
- Elektrische Neigungsalarm mit Bewegungssperre
- Akustisches Bewegungssignal
- No Ladesensoren, weil es am die Frage von verstärkte Lastbergrenzer antwortet (EN280:2001)
- Raupenketten-schwarz Gummi
- Neigung elektrischer Linie 230 V auf Plattform
- Elektropumpe monophase 230V

Sonderausstattung

- Blinkender
- Schutzkappe für Steuergehäuse
- 230V Anschluss auf der Plattform
- 230V Anschluss auf der Plattform mit Steckdose und FI-Schutzschalter
- Komprimierte Luft/Wasser Anschluss auf dem Korb
- Nicht-markierenden Raupenketten

Equipamiento Estandar

- Construcción según la norma EN 280 y de acuerdo a todas las normativas internacionales de seguridad
- Transmisión hidráulica
- Mandos proporcionales
- Motor a gasolina Honda IGX440 con mando electrónico
- Plumín (+68° - 83°)
- Cesto de aluminio (capacidad 200 Kg)
- Rotación de la cesta (60°+60°)
- Rotación de la torreta de 320°
- Claxon y cuentahoras
- Diagnosis
- Control eléctrico de inclinación de plataforma con bloqueo automático
- Alarma acústica de movimiento
- No limitador de carga, porque responde a la solicitud de sobrecarga reforzada (EN280:2001)
- Orugas de goma negra
- Predisposición línea eléctrica 230 V en plataforma
- Electrobomba monofásica 230V

Opciones

- Avisador luminoso intermitente
- Casquillo protector caja de mandos
- Línea eléctrica 230 V en plataforma
- Línea eléctrica 230 V en plataforma con interruptor diferencial automático
- Línea de aire comprimida/agua en plataforma
- Orugas de goma anti-huella

					R13 DC	R17 DC
Altezza max. di lavoro	Working Height	Max. hauteur de travail	Arbeitshöhe	Máxima altura de trabajo	13300 mm	16500 mm
Altezza max. piano calpestio	Max. platform height	Max. hauteur de la nacelle	Max. Plattformhöhe	Altura máxima de la plataforma	11300 mm	14500 mm
Sbraccio max. di lavoro	Max working outreach	Déport max. de travail	Seitliche Reichweite	Extensión máxima de trabajo	6400 mm	6500 mm
Lunghezza macchina	Machine length	Longueur machine	Länge Maschine	Largura máquina	4550 mm	4520 mm
Larghezza macchina	Machine width	Largeur machine	Breite Maschine	Anchura máquina	820 mm	820 mm
Larghezza cestello	Basket width	Largeur panier	Breite der Korb	Anchura de la cesta	1390 mm	1390 mm
Altezza macchina chiusa	Stowed machine height	Hauteur machine fermée	Höhe Eingezogene Maschine	Altura máquina cerrada	2000 mm	2000 mm
Area di stabilizzazione	Supporting Surface	Domaine stabilization	Abstützfläche	Superficies de apoyo	2950 mm x 2950 mm	2950 mm x 2950 mm
Portata max. cestello	Max. cage capacity	Max. capacité du panier	Max. Tragfähigkeit der Korb	Máxima capacidad de la cesta	200 kg	200 kg
Peso totale	Total weight	Poids total	Gesamtgewicht	Peso total	2150 kg	2200 kg

Rif. 06/12

AIRO by

tigieffe

TIGIEFFE S.r.l. • Via Villa Superiore, 82
42045 Luzzara (RE) - Italy
Tel.: +39 0522 977365 (r.a.)
Fax: +39 0522 977015

Web site:
www.airo.com
E-mail:
info@airo.com

sprint
EMILIA-ROMAGNA

AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' CERTIFICATO ISO 9001

Regione Emilia-Romagna

AIRO[®] 4WD



A16 JRTD - A18 JRTD

Piattaforme Aeree Semoventi

SELF-PROPELLED AERIAL PLATFORMS

PLATES-FORMES AUTOMOTRICES

SELBSTFAHRENDEN HYDRAULISCHE HEBEBÜHNEN

PLATAFORMAS ELEVADORAS AUTOPROPULSADAS

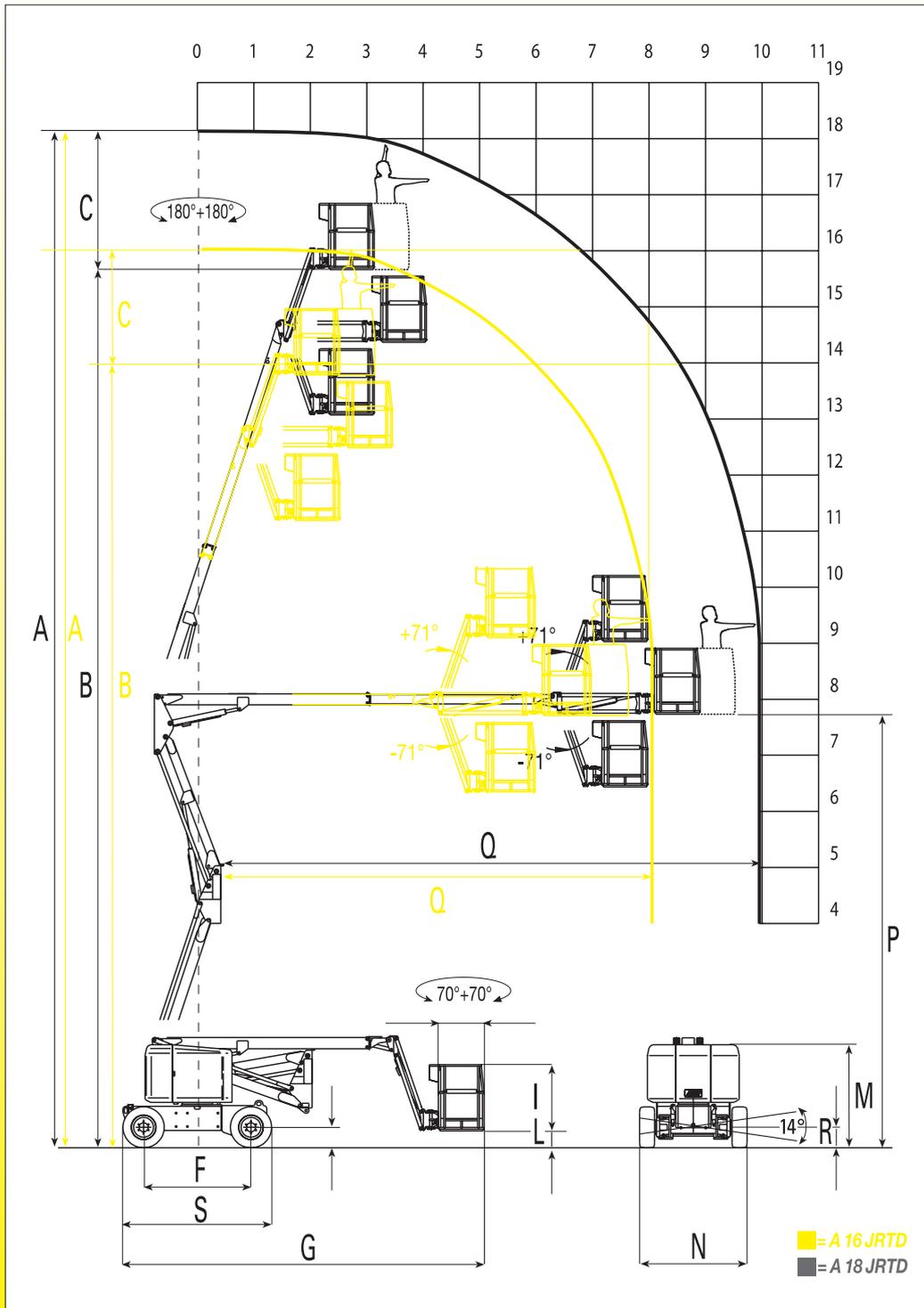
LA SCELTA IDEALE PER RIDURRE I COSTI ED AUMENTARE LA SICUREZZA NEI LAVORI AEREI DI MANUTENZIONE E DI INSTALLAZIONE.

THE RIGHT CHOICE WHICH ALLOWS YOU TO LOWER YOUR COSTS AND TO INCREASE YOUR SAFETY DURING AERIAL ASSISTANCES AND INSTALLATIONS.

LA SOLUTION IDEALE QUI VOUS PERMET DE LIMITER VOS COÛTS ET D'AUGMENTER VOTRE SECURITE PENDANT LES TRAVAUX AERIENS D'ENTRETIEN ET D'INSTALLATION.

DIE IDEALE LÖSUNG, UM KOSTEN ZU REDUZIEREN UND DIE SICHERHEIT IHRER INSTALLATIONS-UND WARTUNGSARBEITEN ZU ERHÖHEN.

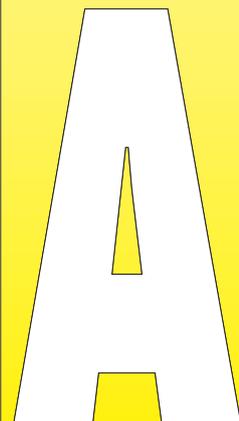
LA ELECCION IDEAL PARA REDUCIR COSTES Y AUMENTAR LA SEGURIDAD EN MANTENIMIENTOS Y INSTALACIONES ALTAS.



	A16 JRTD	A18 JRTD
A	16000	17760
B	14000	15760
C	2000	2000
F	1900	1900
G	5500	6400/4900*
I	1120	1120
L	395	395
M	2050	2050/2300*
N	2000	2000
P	7800	7800
Q	8100	9900
R	350	350
S	2630	2630

(*) posizione ripiegata per il trasporto

(*) Compact position for transport



PIATTAFORME AEREE SEMOVENTI
GIREVOLI ARTICOLATE
SELF-PROPELLED AERIAL PLATFORMS
ARTICULATED ROTATING

AIRO[®] 4WD

Piattaforme Aeree Semoventi



Concessionario
Dealer
Importateur
Händler
Concesionario

A16 JRTD - A18 JRTD

Descrizioni ed illustrazioni si intendono fornite a titolo indicativo e non impegnativo.
Specifications are nominal and may be revised to reflect design improvements.
En cas de nécessité les spécifications techniques peuvent être modifiées.
Im Interesse einer technischen Weiterentwicklung können die Geräte jederzeit vom Hersteller entsprechend geändert werden.
Las descripciones e ilustraciones descritas son orientativas y pueden ser modificadas.

Allestimento Standard	Standard Features	Version Standard	Standardausstattung	Equipamiento Estandar
<ul style="list-style-type: none"> Costruzione secondo la norma EN 280 e conforme a tutte le normative internazionali di sicurezza Trasmissione idraulica Comandi proporzionali 4 ruote motrici Claxon e contaore Controllo elettrico inclinazione piattaforma con blocco automatico Avvisatore acustico movimenti Trazione consentita alla massima altezza Display per diagnostica Limitatore del carico in piattaforma Jib (+71° / -71°) Rotazione idraulica del cesto (70°+70°) Pneumatici artigliati riempiti con schiuma Predisposizione per linea elettrica 230 V in piattaforma <p>Optionals:</p> <ul style="list-style-type: none"> Avvisatore luminoso lampeggiante Cappuccio di protezione scatola comandi Linea elettrica 230 V in piattaforma Linea elettrica 230 V in piattaforma con salvavita Assale oscillante Elettropompa 12V per comandi elettrici di emergenza 	<ul style="list-style-type: none"> Produced according to EN 280 norm and the international safety regulations Hydraulic transmission Proportional controls 4 wheel drive Horn and hourmeter Electric tilt alarm device with automatic motion stop All-motion alarm Driveable at max. height Diagnostic system On platform load limiting device Jib (+71° / -71°) Hydraulic cage rotation (70°+70°) Grip foam-filled tyres 230 V electric line predisposition on the platform <p>Optionals:</p> <ul style="list-style-type: none"> Flashing warning light Gearcase protection cap 230V. Supply with plug on the platform 230V Supply with plug on the platform with earth-leakage circuit breaker Oscillating axle Electric pump 12V for electric emergency controls 	<ul style="list-style-type: none"> Conforme à la norme EN 280 et aux normes internationales de sécurité Transmission hydraulique Commandes proportionnelles 4 roues motrices Klaxon et compteur horaire Contrôleur électrique de dévers de la plateforme avec blocage automatique des manoeuvres Avertisseur acoustique des mouvements Déplacement possible à la max. hauteur Dispositif de diagnostic Limiteur de charge sur plateforme Bras pendulaire (+71° / -71°) Rotation hydraulique du panier (70°+70°) Pneus spéciaux de polyuréthane Predisposition de ligne électrique 230 V en plateforme <p>Options:</p> <ul style="list-style-type: none"> Avertisseur lumineux clignotant Capuchon de protection pour le boîtier de commande Ligne électrique 230 V en plateforme Ligne électrique 230 V en plateforme avec sauve vie Essieu oscillant Électro-pompe 12V pour commandes électriques d'urgence 	<ul style="list-style-type: none"> Hergestellt nach NORM EN 280 und internationalen Sicherheitsbestimmungen Druckölgetriebe Proportionalsteuerung Allradantrieb Hupe und Betriebsstundenzähler Elektrische Neigungsalarm mit Bewegungssperre Akustisches Bewegungssignal Fahren erlaubt bis max. Höhe Diagnostiksystem Lastbergrenzer auf dem Korb Korbarm (+71° / -71°) Hydraulische Korbdrehung (70°+70°) Schaumgefüllte Geländereifen Neigung elektrischer Linie 230 V auf Plattform <p>Sonderausstattung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Blinkender Schutzkappe für Steuergehäuse 230V Anschluss auf der Plattform 230V Anschluss auf der Plattform mit Steckdose und FI-Schutzschalter Pendelachse Elektropumpe 12V für elektrische Notbedienung 	<ul style="list-style-type: none"> Costrucción según la norma EN 280 y de acuerdo a todas las normativas internacionales de seguridad Transmisión hidráulica Mandos proporcionales 4 ruedas motrices Claxon y cuentahoras Control eléctrico de inclinación de plataforma con bloqueo automático Alarma acústica de movimiento Desplazamiento permitido a la max. altura Diagnosis Limitador de carga en la plataforma Plumín (+71° / -71°) Rotación hidráulica de la cesta (70°+70°) Ruedas con espuma de poliuretano para terreno escabroso Predisposición línea eléctrica 230 V en plataforma <p>Opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Avisador luminoso intermitente Casquillo protector caja de mandos Línea eléctrica 230 V en plataforma Línea eléctrica 230 V en plataforma con interruptor diferencial automático Eje basculante Electrobomba 12V para mandos eléctricos de emergencia

						A16 JRTD	A18 JRTD
Portata totale	Total capacity	Capacité de la plateforme	Tragfähigkeit der Plattform	Capacidad total	kg	230	230
Altezza massima di lavoro	Working height	Hauteur de travail	Arbeitshöhe	Altura máxima de trabajo	m	16	17,76
Sbraccio massimo di lavoro	Max working outreach	Déport max. de travail	Seitliche Reichweite	Extensión máxima de trabajo	m	8,10	9,90
Rotazione torretta	Degree turret rotation	Rotation tourelle	Schwenkbereich	Rotación de la torreta	-	180°+ 180°	180°+ 180°
Rotazione cesto	Hydraulic cage rotation	Rotation panier	Korbdrehung	Rotación de la cesta hidráulica	-	70°+70°	70°+70°
Dimensioni cesto	Cage dimensions	Dimensions panier	Maße des Arbeitskorbes	Dimensiones cesto	mm	800x1700	800x1700
Comando	Power	Source d'énergie	Antriebsart	Fuente de energía		Motore Diesel	
Batteria avviamento	Starter Battery	Batterie de démarrage	Zündbatterie	Batería de arranque	V/Ah	12/132	12/132
Capacità serbatoio olio	Oil tank capacity	Capacité réservoir d'huile	Inhalt Hydrauliktank	Capacidad de depósito de aceite	l	104	104
Max pressione idraulica	Max hydraulic pressure	Pression hydraulique max	Arbeitsdruck	Máxima presión hidráulica	bar	230	230
Velocità traslazione (veloce)	Drive speed (fast)	Vitesse de déplacement (grande vitesse)	Fahrgeschwindigkeit (schnell)	Velocidad de desplazamiento (rápida)	km/h	4,7	4,7
Velocità di sicurezza	Security speed	Vitesse de sécurité	Sicherheitsgeschwindigkeit	Velocidad de seguridad	km/h	0,7	0,7
Pendenza superabile	Gradeability	Pente admissible (machine repliée)	Steigfähigkeit	Pendiente superable	%	40	40
Raggio interno di curvatura	Inside turning radius	Rayon de braquage (intérieur)	Wenderadius (innen)	Radio interno de curvatura	m	1,15	1,15
Raggio esterno di curvatura	Outside turning radius	Rayon de braquage (extérieur)	Wenderadius (aussen)	Radio esterno de curvatura	m	3,6	3,6
Tipo gomme	Tyre type	Type de pneus	Bereifungsart	Tipo de neumáticos	-	12x16,5	12x16,5
Peso totale	Total weight	Poids total	Gesamtgewicht	Peso total	kg	7160	8100

Rif. 05/14



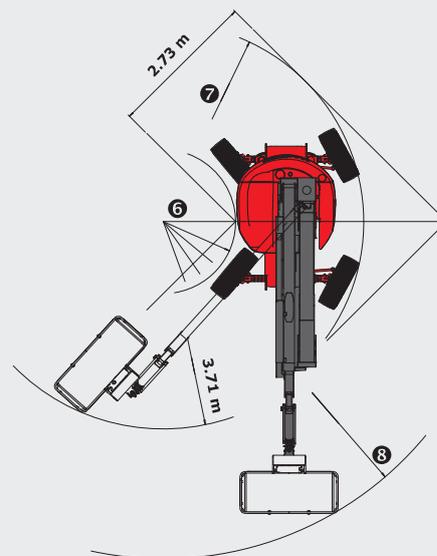
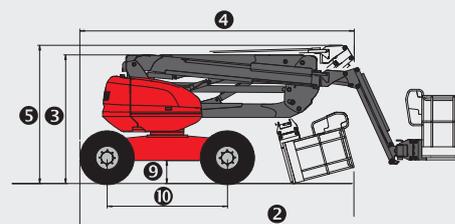
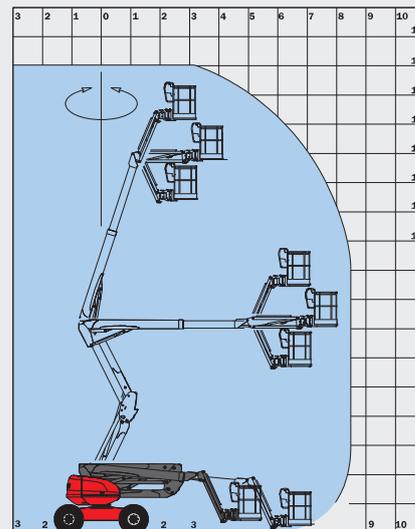
TIGIEFFE S.r.l. • Via Villa Superiore, 82
42045 Luzzara (RE) - Italy
Tel.: +39 0522 977365 (r.a.)
Fax: +39 0522 977015

Web site:
www.airo.com
E-mail:
info@airo.com



160 ATJ

	160 ATJ
 Hauteur de travail	16.01 m
Hauteur de plate-forme	14.01 m
Hauteur d'articulation	7.38 m
Déport	8.30 m
 Débattement du pendulaire	+70°/-70°
Rotation du panier	+90°/-90°
Rotation tourelle	350°
 Capacité	230 kg
Nombre de personnes (int./ext.)	2/2
Panier (largeur x longueur)	1.80 x 0.80 m
 1. Largeur hors tout	2.30 m
2. Longueur hors tout	6.53 m
3. Hauteur hors tout	2.37 m
4. Longueur hors tout repliée (stockage)	4,44 m
5. Hauteur hors tout repliée (stockage)	2.61 m
6. Rayon de braquage intérieur	1.39 m
7. Rayon de braquage extérieur	3.71 m
8. Rayon de braquage panier	5.94 m
9. Garde au sol	35.5 cm
10. Empattement	2.20 m
 Vitesse de translation	6 km/h
Vitesse de travail	0.80 km/h
 Pente franchissable	40 %
Dévers admissible	5° - 9%
 Pneumatiques	16.5"
Roues motrices	4
Roues directrices	4
 Poids (peut varier en fonction des options et standards du pays)	6160 kg
 Moteur	KUBOTA V1505-E3B
Puissance	35.1 cv
Bruit à l'environnement (LWA)	101 dB



Équipements standards

Commandes proportionnelles
4 mouvements simultanés
4 roues motrices
4 roues directrices
Roues en position crabe
Pneus plein solidaire
Blocage de différentiel
Pont avant à glissement limité
Boîtier d'aide au diagnostic
Horamètre
Jauge à carburant proportionnelle avec témoin de niveau bas
Boîte à outils
Capot de protection pupitre avec possibilité de verrouillage
Klaxon
Gyrophare
Alarme sonore et témoin lumineux en dévers et surcharge
Déverrouillage dévers
Anneaux d'élingage
Pompe électrique de secours
Prédisposition 230 V
Pédale homme mort

Équipements optionnels

2 roues directrices
Essieu oscillant
Rotation continue
Génératrice embarquée (3.50 kVA)
Prise 230 V avec disjoncteur différentiel
Prédisposition eau
Phare de travail
Peinture spéciale
Huile biodégradable
Bip sur tous mouvements
Bip sur translation
Épurateur catalytique
Kit raffinerie
Anti-démarrage codé
Roues 18"
Rapport de vérification initiale avant mise en service
Harnais de sécurité
Batteries forte capacité

Cette publication présente le descriptif des versions et possibilités de configuration des produits MANITOU qui peuvent différer en équipement. Les équipements présentés dans cette brochure peuvent être de série, en option, ou non disponibles suivant les versions. MANITOU se réserve le droit, à tout moment et sans préavis, de modifier les spécifications décrites et représentées. Les spécifications portées n'engagent pas le constructeur. Pour plus de détails, contactez votre concessionnaire MANITOU. Document non contractuel. Présentation des produits non contractuelle. Liste des spécifications non exhaustive. Les logos ainsi que l'identité visuelle de l'entreprise sont la propriété de MANITOU et ne peuvent être utilisés sans autorisation. Tous droits réservés. Les photos et schémas contenus dans la présente brochure ne sont fournis qu'à des fins de consultation et à titre indicatif.

MANITOU BF SA - Société anonyme à conseil d'administration - Capital social : 39 547 824 euros - 857 802 508 RCS Nantes



Nacelle montable sur tracteur Thomas 120 NCT



L'élévateur à nacelle Thomas, type **120NCT-12M** hauteur de travail, est un modèle très simple et pratique, se composant d'un bras télescopique qui est monté sur une tourelle mobile 400°. L'ensemble est monté sur un châssis très solide et stable doté de deux pieds de support hydrauliques. Pour montage sur tracteurs à partir de 75CH. Attelage trois-points. Très facile à

manœuvrer.

Cet élévateur à nacelle simple possède, grâce à son bras télescopique, une portée latérale maximale de 8 m et peut être utilisé pour d'innombrables activités telles que travaux de façade, travaux de nettoyage, travaux de taille, travaux d'entretien, placement d'éclairages et d'autres applications encore.

Cet élévateur à nacelle Thomas **120NCT-12M** est polyvalent et vous permet de travailler en toute sécurité, stabilité et de manière extrêmement efficace.

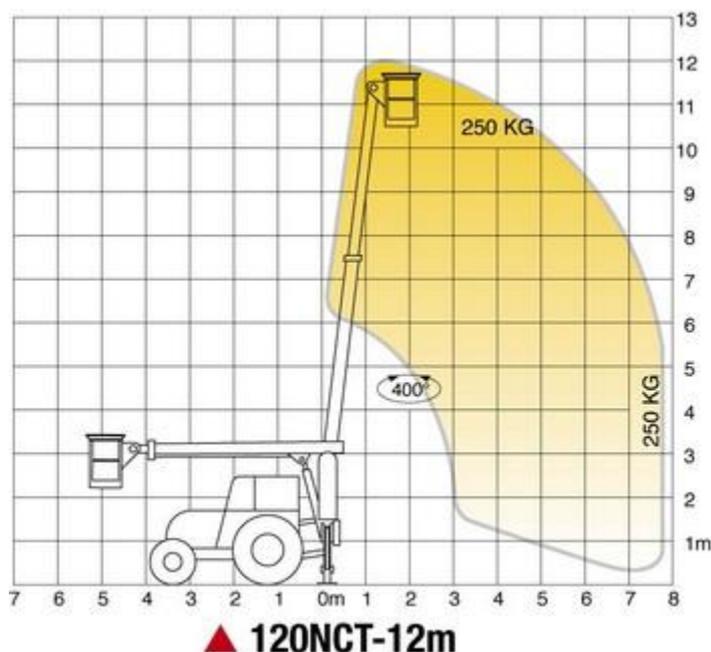


Diagramme de travail

Les élévateurs à nacelle Thomas sont fabriqués en conformité aux dispositions de la directive Machine 2006/42/CE article 12 point 3, la directive Emissions sonore 2000/14/CE, la directive EMC 2004/108/CE et la directive Basse tension 2006/95/CE, ainsi qu'en conformité à la norme EN280

Données techniques

120NCT - 12M	
Hauteur travail	12m
Hauteur plancher	10m
Portée latérale	8m
Capacité de levage	250kg
Rotation	400°
Poids	1800kg
Hauteur transport	Panier + 50cm
Longueur transport	6m
Largeur transport	Largeur tracteur
Largeur position de travail	3,95m
Tension (mono)	P.T.O.
Commande	Electr.

1. Caractéristiques générales

- Panier en alu standard (1.100x650x1.100) (d'autres dimensions sur demande)
 - Chaque panier est facilement accessible et muni d'une plinthe de sécurité
 - En option: panier tournant ou panier en PVC, possible sur tout type d'élévateur à nacelle
 - Système parallèle automatique pour une position parfaitement horizontale du panier
 - Prise standard 220V dans le panier
- En option: possibilité d'alimentation en huile, eau ou air dans le panier

2. Caractéristiques spécifiques

- Deux supports hydrauliques dans l'exécution standard
- Tous les cylindres à double effet avec protection contre la rupture des tuyaux
- Toutes les machines sont sablées et munies d'une couche de base et d'une couche de finition à deux composants
- Standard RAL 1003, ou couleur sur demande
- Conformité CE et fourni avec rapport de la mise en service
- De construction belge



DOCUMENTATION PROVISOIRE

MULTIFARMER 40.9 CS

Le grand tracteur à bras télescopique.



Constructeur de confiance.

تحتل زراعة النخيل مكانة مهمة في منظومة الجزائر الإنتاجية. تحتاج هذه الشجرة إلى عناية خاصة وبالأخص في رأسها، رغم ذلك نجد أن هذه العناية تتم بشكل يدوي مشكلة بذلك خطرا على الفلاحين، مما يجعل مكننة هذه العمليات الزراعية أمرا ملحا خاصة وأن اليد العاملة في هذا المجال تعرف تناقصا حادا وأن عدد أشجار النخيل في تزايد مستمر. لقد قمنا في عملنا هذا بإجراء تحقيق مع الفلاحين ومن خلال هذا التحقيق قمنا بتصميم و بناء لقاعة و حصادة تمر كبداية عن العمل اليدوي. بالإضافة إلى ذلك قمنا بدراسة بعض المقترحات كعدم جدوى الربط بين الشماريخ الذكرية والأنثوية و أيضا استعمال الرافعة المعلقة في خلفية جرار زراعي كبديل للتسلق اليدوي للنخلة. إن النتائج المُحصَل عليها من خلال هذا العمل تشكل مكتسب علمي لفائدة شعبة التمور في الجزائر وتفتح آفاق جديدة وواسعة للبحث في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر، زراعة النخيل، مكننة، عملية زراعية، آلة.

Résumé

La culture du palmier dattier occupe une place importante dans le système de production algérien. Le palmier nécessite un entretien particulier, notamment, au niveau de la couronne. Les opérations culturales sont encore, à nos jours, manuelles, par conséquent, dangereuses. Pour cela, l'introduction de la mécanisation est indispensable, surtout, pour faire face à la pénurie de la main d'œuvre qualifiée et à l'augmentation sans cesse du nombre de palmiers.

Dans notre travail, nous avons réalisé une enquête sur le terrain auprès des phœniciculteurs. Suite à cette enquête, nous avons développé un pollinisateur et une récolteuse qui présentent des alternatives au travail manuel. Nous proposons également une technique supprimant l'attachement des épillets mâles avec les épillets femelles, et l'utilisation d'une nacelle élévatrice montable sur le tracteur au lieu de grimpe dans le palmier. Ces techniques pourraient faciliter énormément les pratiques culturales.

Les résultats obtenus de cette étude constituent un acquis important pour la filière "dattière" en Algérie et peut ouvrir de larges perspectives à d'autres travaux de recherches dans le domaine.

Mots clés : palmier dattier, phœniciculture, mécanisation, opération culturale, machine.

Abstract

The dates palm is one of the most important crops in Algeria. Date palm tree requires particular care especially at the crown. However, these farming operations are still carried out manually, which make it dangerous. For this reason, the mechanization of these operations is very important especially in view of the decreasing availability of skilled labor in face of the increasing number of trees.

In this work, we have carried out a survey on some farms and according to this survey we have developed a pollinator and harvester aid, which are presented an alternative to the manual work. Likewise, we have proposed new techniques, such as: cancellation the attachment of the male strand with the female flowers, also using a tractor-mounted elevator in place of climbing. These techniques may facilitate very much the farming operations.

The results of this work presents beneficial experience for the date palm crop in Algeria and also it is able to open perspectives to another researches in this field.

Key words: date palm, date palm cultivation, mechanization, farming operation, machine.