



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

Département : Génie Rural

Spécialité : Sciences et Techniques des Agroéquipements

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم: الهندسة الريفية

التخصص: علوم وتقنيات تجهيزات الفلاحة

Mémoire de Fin d'Etudes

Pour L'obtention du Diplôme de Master

THEME

**Etude et conception d'un pulvérisateur agricole de précision
porté par drone (study and design of precision agricultural
sprayer, carried by a drone)**

Présenté Par : Mlle. BOUCHERIT Khawla

Soutenu le 01/12/2020

Mlle. BOUKIR Katia

Devant le jury composé de :

Promoteur :

M. BOUDHAR L

MCB, ENSA

Président de jury :

M. FEDDAL M.A.

MCB, ENSA

Examineurs :

M.MOHAMMEDI Z.

MCB, ENSA

M. ETSOURI S

MCB, ENSA

Promotion : 2017 – 2020

TABLE DES MATIÈRES

Introduction générale	1
Etude bibliographique.....	1
Introduction	1
I. La pulvérisation agricole.....	1
I.1 Historique de la pulvérisation	1
I.2 Définition	5
I.3 Matériels et équipements nécessaires	5
I.4 Les pulvérisateurs	5
I.4.1 Constitution d'un pulvérisateur	6
I.4.1.1 Système de stockage (cuve)	6
I.4.1.2 Système de distribution (pompe)	6
I.4.1.3 Le Système d'agitation	9
I.4.1.4 La filtration	9
I.4.1.5 Manomètre à pression	9
I.4.1.6 Le régulateur de pression	10
I.4.1.7 Système de transfert de gouttes (rampe)	10
I.4.1.8 Système de diffusion du liquide en gouttes	11
I.4.2 Les buses	11
I.4.2.1 La buse à fente	11
I.4.2.2 Les buses à turbulence	12
I.4.2.3 Les buses à miroir	12
I.4.2.4 La buse antidérive	13
I.4.2.5 Classification des gouttelettes	17
I.4.2.6 Le choix des buses	18
I.4.2.7 L'angle et la hauteur	21
I.4.2.8 Matériaux	22
I.4.3 Types d'appareils d'application de pesticide	22
I.5 Pulvérisateur classique	23
I.5.1 Pulvérisateur à pression à jets projeté	23
I.5.1.1 Les portables	24
I.5.1.2 Les semi-portés	26
I.5.2 Pulvérisateur à jet porté	27
I.5.3 3-Pulvérisateur pneumatique	28

I.5.4	Les pulvérisateurs centrifuges	29
I.5.5	Pulvérisateur électrostatique	30
I.6	Pulvérisation de précision	31
I.6.1	Coupure de tronçon par GPS	31
I.6.2	Coupure buse par buse	32
I.6.3	Porte buse à sélection automatique	34
I.6.4	Injection directe	34
I.7	Pulvérisateur moderne	35
I.7.1	Systeme PWM (Pulse Width Modulation)	37
I.7.1.1	Définition et Principe de fonctionnement	37
I.7.1.2	Les types de buses à pulsation	38
I.7.1.3	Avantage de contrôle de débit par PWM	38
II.	Les drones	40
II.1	Définition d'un drone	40
II.2	Les type des drones et leur utilisation	40
II.2.1	Militaire	40
II.2.2	Civil	41
II.2.3	Utilisation des drones	41
II.2.3.1	Besoins civils	42
II.2.3.2	L'utilisation de drone dans l'agriculture	42
II.3	Les Composants d'un drone	43
II.3.1	Le châssis	44
II.3.1.1	Tricoptère	45
II.3.1.2	Quadricoptère.....	45
II.3.1.3	Hexacoptère	45
II.3.1.4	Y6.....	45
II.3.1.5	Octocoptère.....	45
II.3.1.6	X8.....	45
II.3.2	Le système de propulsion	46
II.3.2.1	Les hélices	46
II.3.2.2	Les moteurs	47
II.3.2.3	Electronique Speed Controller (ESC)	48
II.3.2.4	Système d'alimentation	49
II.3.3	Radiocommande (RC)	51
II.3.4	Le contrôleur de vol	52

III.	Le pulvérisateur pour drone	55
III.1	Réservoir	55
III.2	Rampe	55
III.3	Buse	55
III.4	Pompe	55
III.5	Manomètre	56
III.6	Filtres	56
IV.	La pulvérisation par drone	57
IV.1	Avantages et inconvénients d'un drone	59
IV.2	Avantages et inconvénients d'un pulvérisateur pour drone.....	60
IV.3	La pulvérisation par drone actuelle, ses limites et ses pistes d'amélioration	61
	Conclusion bibliographique	62
	Matériels et méthodes.....	64
	Introduction	64
V.	Etudes et conceptions	64
V.1	Etude du pulvérisateur.	64
V.1.1	Description	64
V.1.2	Dimensionnement	66
V.1.3	Fonctionnement	74
V.2	Etude et conception du système de contrôle.	75
V.2.1	La partie hardware.....	75
V.2.1.1	La carte principale.....	79
V.2.1.2	L'afficheur graphique (l'écran OLED ssd1306) :	80
V.2.1.3	Horloge temps réel	81
V.2.1.4	La pompe	83
V.2.1.5	Les électrovannes	83
V.2.1.6	La carte de puissance.....	84
V.2.1.7	La carte d'alimentation.	84
V.2.1.8	Carte SD	86
V.2.2	La partie software	87
	Conclusion	88
	Conclusion générale	89
	Référence bibliographique	90

Résumé

L'objectif de ce travail est la conception d'un prototype de pulvérisateur porté par drone, qui démontre comment pulvériser sur une parcelle cultivée attaquée par des maladies ou des ravageurs, en prenant en considération la variabilité des zones les plus infectées au moins infectées de la parcelle ce qui relève le problème du choix des doses, de sorte qu'il faudrait la bonne dose au bon endroit à travers notre équipement qui est le pulvérisateur par drone.

Notre pulvérisateur est muni des électrovannes avec système PWM qui 's'en charge de pulvériser de façon très précise en suivant les instructions qui lui arrivent à partir du système électronique et automatique que nous avons déjà monté sur le pulvérisateur.

Le système électronique est chargé des données (besoin) et recommande la bonne quantité de produit phytosanitaire qu'il faudrait pulvériser au niveau des électrovannes.

Notre équipement «pulvérisateur porté par drone» monté avec un système électronique réalise une « pulvérisation de précision ».

Les mots-clés : pulvérisateur porté par drone, produit phytosanitaire, dose, système électronique, ESP 32, électrovanne, PWM, pulvérisation de précision.

Abstract

The objective of this work is the design of a prototype sprayer carried by drone, which demonstrates how to spray on a cultivated plot attacked by diseases or pests, taking into account the variability of the most infected areas to the least infected of the plot which raises the problem of choosing the doses, so that the right dose should be in the right place through our equipment, which is the drone sprayer.

Our sprayer is equipped with solenoid valves with a PWM system which is in charge of spraying very precisely by following the instructions that arrive to it from the electronic and automatic system that we have already mounted on the sprayer.

The electronic system is in charge of the data (need) and recommends the right amount of phytosanitary product that should be sprayed at the solenoid valves.

Our electronically mounted "drone-mounted sprayer" equipment achieves "precision spraying."

Keywords: sprayer carried by drone, phytosanitary product, dose, electronic system, ESP 32, solenoid valve, PWM, precision spraying.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تصميم نموذج أولي لبخاخ تحمله طائرة بدون طيار، والذي يوضح كيفية الرش على قطعة أرض مزروعة تهاجمها الأمراض أو الآفات، مع الأخذ في الاعتبار تنوع المناطق الأكثر إصابة إلى أقل المناطق إصابة بالمرض مما يؤثر مشكلة اختيار الجرعات بحيث تكون الجرعة الصحيحة في المكان المناسب من خلال معدّاتنا وهي البخاخ بدون طيار.

تم تجهيز آلة الرش الخاصة بنا بصمامات لولبية مع نظام PWM المسؤول عن الرش بدقة متناهية من خلال اتباع التعليمات التي تصل إليه من النظام الإلكتروني والأوتوماتيكي الذي قمنا بتثبيته بالفعل على البخاخ.

النظام الإلكتروني مسؤول عن البيانات (الحاجة) ويوصي بالكمية المناسبة من منتج الصحة النباتية التي يجب رشها على صمامات الملف اللولبي.

إن معدّاتنا "البخاخ المثبت على طائرة بدون طيار" المركبة إلكترونياً تحقق "رش دقيق".

الكلمات المفتاحية: البخاخ المحمول على طائرة بدون طيار، منتج صحة نباتية، نظام إلكتروني، ESP 32، صمام ملف لولبي، PWM، رش دقيق.