REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA

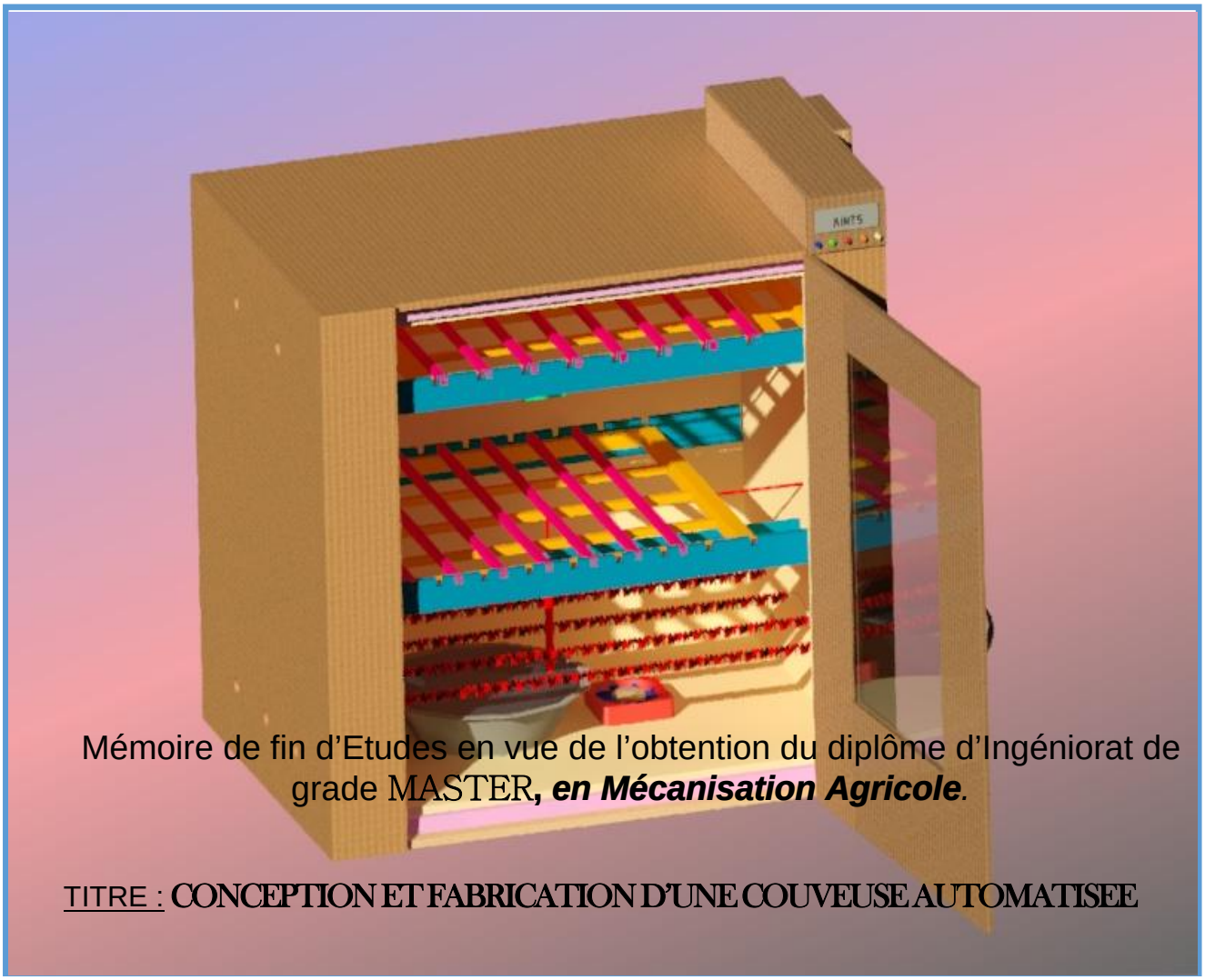
Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE – VAKINANKARATRA



Mémoire de fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme d'Ingéniorat de grade MASTER**, *en Mécanisation Agricole***.

TITRE : **CONCEPTION ET FABRICATION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE**

Présenté par : RAKOTOARINIVO Aintsoa Holivah

18 Juin 2018

REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA

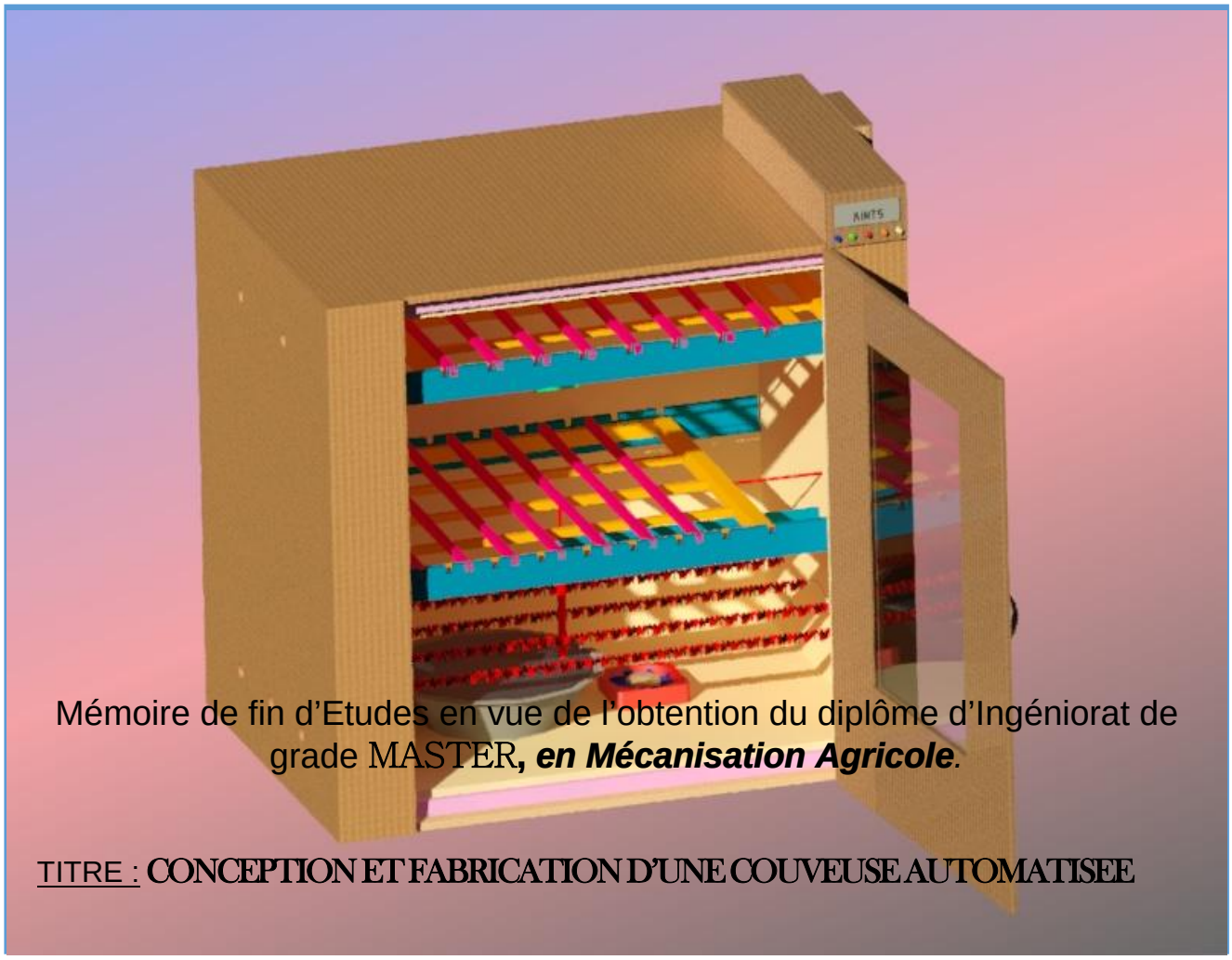
Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE – VAKINANKARATRA



Mémoire de fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme d'Ingéniorat de grade MASTER, ***en Mécanisation Agricole***.

TITRE : **CONCEPTION ET FABRICATION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE**

Présenté par : RAKOTOARINIVO Aintsoa Holivah

Les membres du Jury sont composé par :

- Le Président : Monsieur RAJAONARISON Eddy Frank, Maître de conférences
- L'Encadreur pédagogique : Monsieur RAKOTONINDRAINY, Professeur titulaire
- L'Encadreur technique : Monsieur ANDRIAMANAMPISOA René Nelson, Enseignant Assistant
- L'examinateur : Monsieur ANDRIANJATOVO Mahefanirina, Enseignant Assistant.

18 Juin 2018.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier DIEU TOUT PUISSANT de nous avoir permis d'atteindre le terme de notre étude et aussi d'avoir fini cet ouvrage ;

Ensuite, nous remercions Monsieur Franck Eddie RAJAONARISON , Maître de conférence, Directeur de l'IES-AV de nous avoir permis d'évoluer au sein de son établissement ;

Nous sommes aussi reconnaissant envers Monsieur le Professeur RAKOTONINDRAINY, notre encadreur pédagogique ainsi que Monsieur ANDRIAMANAMPISOA René Nelson, Enseignant Assistant, notre encadreur technique de nous avoir conseillés et dirigés tout au long de notre recherche ;

Nous sommes dévouer aussi envers Monsieur Andriamanalimanana David RAKOTOSON, Directeur du CFAMA de nous avoir admis dans son établissement durant nos trois premières années d'étude, et de nous avoir supervisés dans les deux dernières ;

Nous tenons à féliciter tous les corps enseignants du CFAMA et de l'Université d'Antananarivo, annexes Vakinankaratra de nous avoir conduits à ce stade ;

Notre dévouement revient à la fin à tous nos proches : amis, familles, et connaissances pour tous leurs soutiens morales, matériels, et financiers tout au long de notre trajet jusqu'à ce jour ;

Que DIEU PLEIN DE GRACE ET DE BONTE vous garde tous et vous rembourse au multiple ce que vous nous avez donnés.

MERCI !!

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

ACRONYMES

NOMENCLATURE DES TABLEAUX ET FIGURES

I. LISTE DES TABLEAUX

II. LISTE DES FIGURES

NOTATIONS ET UNITES

LISTE DES ILLUSTRATIONS

I. LISTE DES FIGURES

II. LISTE DES TABLEAUX

CONTEXTE

INTRODUCTION

PARTIE I : CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

CHAPITRE I : CADRE DE L'ETUDE

I. LE COQ DE COMBAT

1. Définition sur le combat de coqs

2. Historique[2]

II. L'ŒUF ET SON INCUBATION

1. L'œuf

2. L'Incubation

III. LA COUVEUSE

1. Définition

2. Principes de fonctionnement des couveuses existantes

3. Conditions de réussite d'une couveuse artificielle

IV. REGULATION ELECTRONIQUE

1. Les capteurs

2. La régulation

3. Les différents types de couveuse artificielle

CHAPITRE II : METHODOLOGIE

I. DOCUMENTATION

1. Documentation bibliographique

2. Recherche sur l'internet

II. CONSULTATION D'UNE COUVEUSE

III. EXPERIMENTATIONS

1. Le retournement
2. La température
3. L'humidité

PARTIE II : PHASE DE CONCEPTION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE

CHAPITRE I : ETUDES TECHNIQUES

I. DESCRIPTION TECHNIQUE DU MATERIEL
   1. Schémas
   2. Description et caractéristique du projet

II. CHOIX DES MATERIAUX POUR LA CONSTRUCTION
   1. Cadre ou châssis
   2. Système de chauffage
   3. Support des œufs (plateforme)
   4. Système de retournement
   5. Système de ventilation
   6. Système d'humidification

III. DIMENSIONNEMENT
   1. Objectif
   2. Dimension

CHAPITRE II : OPTIMISATION DU MATERIEL

I. QUANTITE DE CHALEUR REQUIS POUR LE PRE-CHAUFFAGE DE LA COUVEUSE
   1. Quantité de chaleur nécessaire au chauffage de la couveuse
   2. Quantité de chaleur par déperdition au niveau du cadre et de ses accessoires
   3. Puissance de la résistance chauffante requise pour le préchauffage de la couveusePR
   4. Puissance dissipée par l'air du ventilateur

II. QUANTITE DE CHALEUR NECESSAIRE PENDANT L'INCUBATION (21jours)
   1. Hypothèses
   2. Calcul

PARTIE III : PHASE DE REALISATION

CHAPITRE I : DESSIN ASSISTE PAR ORDINATEUR

I. CADRE OU CHASSIS
   1. Cadre latérale
   2. Cadre inférieur et supérieur

II. ACCESSOIRES
   1. La porte-œuf
   2. Les séparateurs
   3. Les supports du cadre

CHAPITRE II : METHODES ET FABRICATION

I. CHASSIS
   1. Méthode
   2. Fabrication
   3. Matériels employés

II. ACCESSOIRES
   1. Méthode
   2. Fabrication
   3. Matériels employés

III. INSTALLATION DES EQUIPEMENTS
   1. Equipement électrique
   2. Matériels de régulation

CHAPITRE III : SUIVI DE L'EXPERIMENTATION

I. TEST TEMPERATURE
   1. Actions effectuées
   2. Mesures prises

II. TESTS D'HUMIDITE
   1. Tests effectués
   2. Mesure prise

III. TESTS RETOURNEMENTS
   1. Tests effectués
   2. Rectifications apportées

CHAPITRE IV : INTERPRETATIONS ET PROJET D'AMELIORATION

I. INTERPRETATIONS
   1. Température
   2. Humidité
   3. Ventilation
   4. Retournements

II. CONCRETISATION DU PROJET
   1. Température
   2. Humidité
   3. Ventilation
   4. Retournements
   5. Récapitulatif du projet

CHAPITRE V : COUT DE FABRICATION ET RENTABILITE ECONOMIQUE

I. COUTS DE FABRICATION

1. Coûts des matériels
2. Autres dépenses du châssis
3. Coûts total de fabrication d'une couveuse automatisé

II. COUTS D'ELECTRIFICATION PENDANT L'INCUBATION

1. Quantité d'énergie consommée pendant le préchauffage de la couveuse
2. Quantité d'énergie consommée pendant le fonctionnement
3. Quantité totale des énergies consommée pendant l'incubation
4. Pratique sur la conduite d'élevage
5. Coût totale des énergies consommées pendant l'incubation CTot Inc

II. COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL D'INCUBATION

CHAPITRE VI : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE

I. AVANTAGES DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE

1. Conditions d'incubation
2. Manipulations et manutentions
3. Domaine économique
4. Résultat d'incubation

II. INCONVENIENTS DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE

1. Fonctionnement et Entretien
2. Electricité
3. Manipulations des commandes

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIES

BIBLIOGRAPHIES ET WEBOGRAPHIES

TABLES DE MATIERES

ANNEXES

I. Prophylaxie médicale

1. Maladies infectieuses
2. Maladies parasitaires

II. Programmes de commande des régulations

1. Programmation de la régulation de l'humidité
2. Programmation de la régulation de la température
3. Programmation de la commande de retournement

RESUME

ABSTRACT

ACRONYMES

- % : pourcentage ;
- h_e : Coefficient de convection externe de l'air ;
- h_i : Coefficient de convection interne de l'air ;
- ϕ_e : Flux de chaleur par convection entre l'air extérieur ;
- ϕ_{in} : Flux de chaleur par de convection entre l'air intérieur ;
- ϕ_r : Flux de chaleur par rayonnement ;
- C_b : La chaleur spécifique du bois de pin ;
- $C_{p\,P}$: La chaleur spécifique du plastique ;
- $C_{p\,a}$: La chaleur spécifique de l'air ;
- C_p : Chaleur spécifique des matériaux ;
- D_e : Débit d'air ;
- N_u : Nombre de Nusselt ;
- $P_{Rés\,C}$: Puissance de la résistance de chauffage de la couveuse ;
- $P_{Rés\,E}$: Puissance de la résistance de chauffage de l'eau ;
- P_r : Nombre de Prandtl ;
- $Q_{élu}$: Quantité d'énergie consommée durant l'incubation ;
- $Q_{P\ éc}$: Quantité d'énergie réelle pour le préchauffage
- $Q_{Rés\,C}$: Quantité d'énergie consommée par résistance chauffante de la couveuse durant l'incubation ;
- $Q_{Rés\,e}$: Quantité d'énergie consommée par résistance chauffante d'eau durant l'incubation ;
- Q_a : Quantité de chaleur absorbée par les accessoires ;
- Q_c : Quantité de chaleur absorbée par le cadre ;
- $Q_{néc}$: Quantité de chaleur nécessaire au chauffage de la couveuse ;
- Q_p : Quantité de chaleur du cadre et des accessoires ;
- Q_u : Quantité de chaleur utile au bon fonctionnement de la couveuse ;
- R_L : Résistance thermique Latérale droite ;
- R_L : Résistance thermique Latérale gauche ;
- R_P : Résistance thermique du plafond ;
- R_d : Résistance thermique derrière ;
- R_e : Nombre de Reynolds ;
- R_f : Résistance thermique du fond
- R_p : Résistance thermique de la porte ;

- R_{thp} : Résistance thermique en parallèle ;
- R_{ths} : Résistance thermique en série ;
- R_{th} : Résistance thermique par conduction ;
- S_L : Surface latérale droite ;
- S_L : Surface latérale gauche ;
- S_P : Surface du plafond [m²];
- S_d : Surface du derrière du cadre ;
- S_f : Surface du fond ;
- S_p : Surface de la porte vitrée ;
- S_t : Surface d'un trou ;
- S_v : Surface de la vitre ;
- $T_1 - T_2$: Différence de température entre deux surfaces ;
- $T_{e\ t}$: Température extérieur ;
- T_B : Température cadre en bois extérieur.
- -T_B : température cadre en bois intérieur ;
- $T_{c\,in}$: Température de la surface du corps ;
- $T_{f\,in}$: Température du fluide intérieur ;
- T_f : Température finale ;
- T_i : Température initiale ;
- V_a : Vitesse de l'air ;
- m^* : Débit massique ;
- m_a : Masse molaire de l'air ;
- λ_a : Conductivité thermique de l'air ;
- μ_a : Viscosité dynamique de l'air ;
- ρ_P : Masse volumique du plastique ;
- ρ_a : Masse volumique de l'air ;
- ρ_b : masse volumique du bois ;
- $\Delta\theta$: Différence de température ;
- °C : Degré Celsius ;
- °K : Degré Kelvin ;
- A : Ampère ;
- Ar. : Arary ;
- CFAMA : Centre de Formation et d'Application en Machinisme Agricole
- Ch. : Cheval vapeur ;
- cm : centimètre ;

- cm^3 : centimètre cube ;
- Cons° Couv : Consommation totale de la couveuse ;
- $C_{T\ \ In}$: Coût totale des énergies consommées pendant l'incubation ;
- DAO : Dessin assisté par ordinateur ;
- e : Epaisseur du matériau ;
- g : Gramme ;
- G : Gros ;
- H : Hauteur ;
- h : Heure ;
- h : Coefficient de convection de l'air ;
- J : Joule ;
- J3 : Jours 3 ;
- J5 : Jours 5 ;
- JIRAMA : Jiro sy Rano Malagasy ;
- Kg : Kilogramme ;
- KJ : Kilojoule ;
- KWh : Kilowattheure ;
- l : Largeur ;
- L : Longueur ;
- M : Moyen ;
- m^3 : Mètre cube ;
- ML : Mi-lourd ;
- mm : Millimètre ;
- $P_{Rés\ Couv}$: Puissance de la résistance de chauffage de la couveuse ;
- $P_{Rés\ eau}$: Puissance de la résistance chauffage de l'eau ;
- P : Petit ;
- PR : Poids rapprochés en dessous de 7 livres ;
- P : Puissance ;
- S : Surface totale ;
- t : Temps d'incubation ;
- T_1 : Durée de la période d'étalonnage de la résistance chauffante de la couveuse ;
- t_1 : Temps de marche pendant la période d'étalonnage de la résistance chauffante de la couveuse ;
- T_2 : Durée de la période d'étalonnage de la résistance chauffante d'eau ;

- t_2 : Temps de marche pendant la période d'étalonnage de la résistance chauffante de la couveuse ;
- V : Volt ;
- V : Volume du corps ;
- v : vitesse ou débit d'air ;
- W : Watt ;
- α : Coefficient du fonctionnement par rapport à la période ;
- Cp_a : La chaleur spécifique de l'air ;
- Q : La quantité de chaleur absorbée par les matériaux ;
- S : Surface totale des isolants ;
- T : La température du cadre en bois de pin ;
- m : Masse de matériaux ;
- $\boldsymbol{S}$: La surface du cadre intérieur en bois de pin ;
- $\boldsymbol{T}_f$: La température du fluide ;
- Φ : Flux de chaleur ;
- ε : Émissivité du boisà la surface du matériau ;
- λ : Conductivité thermique du matériau ;
- ρ : Masse volumique du corps ;
- σ : Constante de Stefan-Boltzmann ;
- φ : Densité de flux de chaleur ;

NOMENCLATURE DES TABLEAUX ET FIGURES

I. LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les dimensions moyennes de l'œuf de poule de 60g

Tableau 2: FFOM de la couveuse à chauffage par combustible

Tableau 3: FFOM de la couveuse à chauffage électrique

Tableau 4: FFOM de la couveuse à chauffage hybride

Tableau 5: Dimension intérieur de la couveuse

Tableau 6: Comparaison de l'exactitude des thermomètres

Tableau 7: Prélèvement température dans une poule couveuse

Tableau 8: Résultat du préchauffage de la couveuse

Tableau 9: Premier essai du Thermostat et relevé des temps de marche et arrêt des résistances après préchauffage

Tableau 10: Deuxième essai du thermostat et relevé des temps de fonctionnement des résistances chauffantes après rectification

Tableau 11: Temps de fonctionnement des résistances chauffantes de la couveuse (régulation par ARDUINO)

Tableau 12: Temps de fonctionnement de la résistance chauffante de l'eau (régulation par ARDUINO)

Tableau 13: Test d'humidité sans bac à eau mais avec ventilateur

Tableau 14: Test d'humidité avec deux bacs d'eau et ventilateur

Tableau 15: Test d'humidité avec bac à eau chauffé par une résistance

Tableau 16: Test d'humidité avec résistance bac à eau régulé par ARDUINO

Tableau 17: Dimension de la couveuse

Tableau 18: Matériels et équipements du chauffage

Tableau 19: Matériels et équipements de régulation

Tableau 20: Récapitulatif des coûts des matériels et équipements

Tableau 21: Coûts d'une couveuse automatisée

Tableau 22: Compte prévisionnel d'une incubation dans une couveuse automatisé

II. LISTE DES FIGURES

Figure 1: Le combat de coq 1

Figure 2: Appareil de reproduction génitale de la poule

Figure 3: Coupe longitudinale d'un œuf de poule

Figure 4: Les 20 premières heures d'incubation

Figure 5: Œuf de 20 à 38 heures d'incubation

Figure 6: Œuf de 38 à 96 heures d'incubation

Figure 7: J3 ou œuf de 72 heures d'incubation

Figure 8: J5 ou œuf de 120 heures d'incubation

Figure 9: Œuf de 18-19 jours d'incubation

Figure 10: Début d'éclosion

Figure 11: Mirage d'oeuf à 07 jours d'incubation

Figure 12: Fonctionnement d'un capteur

Figure 13: FFOM de la couveuse à chauffage solaire

Figure 14:Plan général de la conception

Figure 15: Schéma électrique (phase d'étude)

Figure 16: Transfert de chaleur par conduction (association en série)

Figure 17: Transfert de chaleur par conduction (association en juxtaposition)

Figure 18: Transfert de chaleur par rayonnement

Figure 19: Mise en place du servomoteur

Figure 20: Mouvement de retournement avec le servomoteur

Figure 21: Installation des équipements de régulation

Figure 22: Mécanisme de retournement après rectification

Figure 23: Branchement en série des résistances chauffantes

Figure 24: Branchement en dérivation des résistances chauffantes de la couveuse avec celle du Bac à eau

Figure 25: Schéma des résistances équivalentes

NOTATIONS ET UNITES

- C_p : Chaleur spécifique des matériaux en [J. Kg^{-1} . $°C^{-1}$] ;
- D_e : Débit d'air [m^3/h] ;
- N_u : Nombre de Nusselt ;
- P : Puissance [W] ;
- P_r : Nombre de Prandtl ;
- R_e : Nombre de Reynolds ;
- R_{th} : Résistance thermique [°K W^{-1}] ;
- T : Température [°K ou °C] ;
- V : Vitesse [m s-1] ;
- m^* : Débit massique [Kg/s] ;
- μ : La viscosité dynamique [kg m-1 s-1] ;
- ρ : Masse volumique [kg/m^3] ;
- $\Delta\theta$: Différence de température [°C ou °K] ;
- e : Epaisseur du matériau [m] ;
- H : Hauteur du cadre [m] ;
- h : Le coefficient de convection [W m-2 °K-1] ;
- l : largeur [m] ;
- L : longueur [m] ;
- S : Surface [m^2] ;
- t : Période ou temps [s] ;
- v : vitesse ou débit d'air [ms^{-1}];
- V : Volume du corps [m^{-3}] ;
- α : Coefficient du fonctionnement par rapport à la période ;
- Q : La quantité de chaleur absorbée par les matériaux en [J ou KJ]
- m : Masse de matériaux en [Kg]
- Φ : Flux de chaleur [W] ;
- ε : Émissivité du boisà la surface du matériau ;
- λ : Conductivité thermique du matériau [W m^{-1} $°K^{-1}$];
- ρ : Masse volumique du corps [$Kg.m^{-3}$]
- σ : Constante de Stefan-Boltzmann [$W.\ m^{-2}.\ K^{-4}$] ;
- φ : Densité de flux de chaleur [W m^{-2}].

LISTE DES ILLUSTRATIONS

I. LISTE DES FIGURES

Figure 1: Le combat de coq 1 3
Figure 2: Appareil de reproduction génitale de la poule 4
Figure 3: Coupe longitudinale d'un œuf de poule 5
Figure 4: Les 20 premières heures d'incubation 5
Figure 5: Œuf de 20 à 38 heures d'incubation 6
Figure 6: Œuf de 38 à 96 heures d'incubation 6
Figure 7: J3 ou œuf de 72 heures d'incubation.....6
Figure 8: J5 ou œuf de 120 heures d'incubation.....7
Figure 9: Œuf de 18-19 jours d'incubation.....7
Figure 10: Début d'éclosion.....7
Figure 11: Mirage d'oeuf à 07 jours d'incubation 12
Figure 12: Fonctionnement d'un capteur 13
Figure 13: FFOM de la couveuse à chauffage solaire.....18
Figure 14:Plan général de la conception.....21
Figure 15: Schéma électrique (phase d'étude) 22
Figure 16: Transfert de chaleur par conduction (association en série) 29
Figure 17: Transfert de chaleur par conduction (association en juxtaposition) 32
Figure 18: Transfert de chaleur par rayonnement.....36
Figure 19: Mise en place du servomoteur 52
Figure 20: Mouvement de retournement avec le servomoteur 52
Figure 21: Installation des équipements de régulation 53
Figure 22: Mécanisme de retournement après rectification.....60
Figure 23: Branchement en série des résistances chauffantes.....62
Figure 24: Branchement en dérivation des résistances chauffantes de la couveuse avec celle du Bac à eau.....64
Figure 25: Schéma des résistances équivalentes 64

II. LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les dimensions moyennes de l'œuf de poule de 60g.....5

Tableau 2: FFOM de la couveuse à chauffage par combustible.....16

Tableau 3: FFOM de la couveuse à chauffage électrique 17

Tableau 4: FFOM de la couveuse à chauffage hybride 19

Tableau 5: Dimension intérieur de la couveuse.....27

Tableau 6: Comparaison de l'exactitude des thermomètres.....54

Tableau 7: Prélèvement température dans une poule couveuse.....54

Tableau 8: Résultat du préchauffage de la couveuse 55

Tableau 9: Premier essai du Thermostat et relevé des temps de marche et arrêt des résistances après préchauffage 55

Tableau 10: Deuxième essai du thermostat et relevé des temps de fonctionnement des résistances chauffantes après rectification 55

Tableau 11: Temps de fonctionnement des résistances chauffantes de la couveuse (régulation par ARDUINO).....56

Tableau 12: Temps de fonctionnement de la résistance chauffante de l'eau (régulation par ARDUINO) .56

Tableau 13: Test d'humidité sans bac à eau mais avec ventilateur.....57

Tableau 14: Test d'humidité avec deux bacs d'eau et ventilateur.....57

Tableau 15: Test d'humidité avec bac à eau chauffé par une résistance 58

Tableau 16: Test d'humidité avec résistance bac à eau régulé par ARDUINO.....59

Tableau 17: Dimension de la couveuse.....70

Tableau 18: Matériels et équipements du chauffage 70

Tableau 19: Matériels et équipements de régulation.....70

Tableau 20: Récapitulatif des coûts des matériels et équipements 71

Tableau 21: Coûts d'une couveuse automatisée 73

Tableau 22: Compte prévisionnel d'une incubation dans une couveuse automatisé 80

CONTEXTE

De nos jours, les surfaces d'habitation dans les villes et dans leurs périphériques se rétrécissent cruellement. Or beaucoup de personnes vivent de l'élevage de volailles ou néanmoins essaient de les élever.

De plus, le combat de coq tient toujours de grandes places dans les cultures et divertissement des Malagasy qui habitent dans ces zones. Pour ces derniers, il est primordial de réussir à produire des poussins en bonne santé, et de qualités issues de croisements recherchés.

Certaines poules refusent de couver même après l'arrêt de sa période de ponte ou même quittent leurs nids avant les termes de leurs temps de couvaison, ceci oblige l'éleveur à chercher d'autre mère couveuse pour achever la tâche de ces dernières.

Les revendeurs de jeunes poussins de chair et de pondeuse ont eu du mal aujourd'hui à satisfaire les besoins des éleveurs de ces catégories de volailles. Leurs problèmes se trouvent notamment dans insuffisance des capacités de machines qu'ils emploient et qui s'y trouvent notamment dans la capitale de Madagasikara.

Face à ces problématiques, les chercheurs ont conçu un matériel pouvant remplacer la couve d'une poule-mère et ainsi contrôler tous les facteurs limitant de la réussite de la couvaison. Ces inventions n'ont cessées d'évoluer jusqu'à nos jours, même si nous ne pouvons en trouver que rarement auprès des revendeurs de matériels/ intrants de l'élevage dans l'île.

Il est donc opportuniste de maitriser les conditions favorables de la couvaison des œufs de poules, puis de concevoir un matériel y afférent, et ensuite d'en multiplier au profit de tous les intéressés.

Nos recherches se trouvant sur cet ouvrage s'orientent donc sur ce sujet.

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'accomplissement de ces études, les élèves de l'université, parcours MECANISATION AGRICOLE, niveau MASTER doivent faire une recherche de fin d'étude en cinquième année. Dans notre cas, notre recherche était axée sur la conception et la fabrication d'une couveuse entièrement automatisée.

En effet, le domaine de l'aviculture était, reste, et aura toujours une grande potentialité sociale et économique au niveau des populations Malagasy. Presque toute la population possède tous quelques têtes de volailles dans sa petite ferme.

Or, de nos jours, les surfaces d'habitation surtout dans les zones urbaines et périphériques de la ville commencent à se rétrécir alors que la demande des consommateurs est insatiable.

De plus pour les autres, moyens ou grands éleveurs, le problème est que l'intensification de leur élevage est déjà en marche, tel que les espaces destinées à la couvaison ne leurs suffisent plus.

En outre pour certaines personnes éleveurs de coqs sportifs, il est crucial de produire des jeunes talents de coqs de race combative. Il est primordial pour eux de faire le meilleur croisement. Or, des fois les mères poules couveuses ne veulent pas couver ses œufs. Quelques fois, des opportunités de prêt de coqs de race se présentent afin ensemencer certaines de ces poules, il est donc très important de profiter de ces occasions pour améliorer les races de ses collections en couvant le plus tôt possible ces œufs.

C'est donc pour répondre à tous ces attentes que nous avons choisi d'accès notre recherche sur les conditions favorables à la couvaison des œufs, et aussi décider de concevoir et fabriquer une couveuse prototype par rapport à cette étude.

Ainsi, notre thème s'intitule : « CONCEPTION ET FABRICATION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE ».

Afin de mieux approfondir ce thème, cet ouvrage se comporte trois grandes parties qui sont :

- ✓ Le cadre de l'étude et méthodologie ;
- ✓ La phase de conception d'une couveuse automatisée ;
- ✓ La phase de réalisation.

2018

PARTIE I :

CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

PARTIE I : CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

CHAPITRE I : CADRE DE L'ETUDE

I. LE COQ DE COMBAT

1. Définition sur le combat de coqs

- Le *combat de coqs* séculier[1] est une discipline qui consiste à faire s'affronter deux coqs préparés aux combats sur une aire prévue à cet effet appelée *gallodrome*.
- Il consiste à mettre deux coqs dans une sorte de ring circulaire au centre d'une salle appelée *gallodrome*. Les deux coqs, suivant leur instinct, se battent, des paris étaient faits sur le vainqueur. Dans un espace plus grand, les coqs qui ne sont pas des coqs de combats, donc de basse-cour, fuiraient dès qu'une blessure importante leur est infligée par leur adversaire, mais dans le ring, les coqs de combats, issus de sélection génétique rigoureuse, se battent longtemps, ce qui peut entraîner de graves blessures ou la mort.

2. Historique[2]

Le combat de coqs est aussi vieux que la domestication du coq sauvage. Le coq sauvage Gallus gallus aurait été domestiqué en Asie pour ses qualités belliqueuses. Il défend sa famille contre les prédateurs et combat aussi avec les semblables de son sexe pour s'approprier un territoire et une ou des femelles.

En organisant des combats de coqs, les premiers agriculteurs trouvaient un moyen de réguler les conflits entre eux par l'intermédiaire de leurs coqs.

De l'Asie, la pratique s'est répandue en Europe grâce aux Grecs, aux Romains et aux Phéniciens. Il eut beaucoup de succès en Grande-Bretagne, en Irlande, en Espagne, dans les Flandres (belge et française). Il fut tellement populaire en Angleterre, notamment dans l'aristocratie que Cromwell décida de l'interdire pour éviter les rassemblements des royalistes autour des "pits", arènes. De l'Europe, il fut exporté aux États-Unis par les Anglais et Irlandais, au Brésil par les Portugais et dans le reste de l'Amérique latine par les Espagnols. Il fut pratiqué par les premiers présidents et fut tellement populaire que l'aigle américain fut préféré de justesse au coq de combat comme symbole national. L'Afrique l'a moins connu, mis à part Madagascar où il fut amené par les Merina de Malaisie et par les commerçants arabes.

Figure 1: Le combat de coq 1
Source :Jérôme, J. L. (1947). Péinture néoclassique. *http://fr.wikipedia.org/wiki/N%C3%A9oclassicisme.*

II. L'ŒUF ET SON INCUBATION

1. L'œuf

L'œuf est à la fois le support du développement embryonnaire des oiseaux et un aliment pour l'homme.

Pour les œufs à incuber, les critères sanitaires sont souvent les premiers considérés suivis du poids, de l'intégrité de la coquille et de porosité gouvernant les échanges gazeux de l'embryon.

1.1. Les étapes de la formation de l'œuf[3]

a. Formation du jaune ou vitellus

Le jaune d'œuf ou vitellus est formé de la couche déposée durant les phases d'accroissement de l'ovule. Les constituants des couches sont synthétisés au niveau du foie et transportées directement par le sang vers le jaune. Lorsque l'ovule atteint sa maturité, le follicule se déchire et libère ainsi le jaune. Celui-ci est ensuite capté par l'infundibulum.

b. Formation de l'albumen ou blanc de l'œuf

La sécrétion de l'albumen a lieu dans le magnum. Nous distinguons trois parties qui sont les chalazes, le blanc liquide interne et externe. Les chalazes sont formées d'une torsion de fibres d'albumine, diamétralement opposés à la surface du jaune et qui tendent à maintenir celui-ci en position centrale. A la sortie du magnum, l'albumen se présente sous forme de masse gélifiée épaisse renfermant 15g d'eau.

c. Formation des membranes coquillières

Elles sont élaborées dans un segment relativement court (10 cm) appelé isthme. Elles sont constituées de fibres protidiques et adhérentes l'une à l'autre sauf au niveau de la chambre à air. Les membranes coquillères confèrent à l'œuf sa forme finale. Elles constituent une barrière protectrice à l'égard des contaminations.

d. Formation de la coquille

La formation de la coquille a lieu dans l'utérus (entre 20 heures du soir et 08 heures du matin chez la poule). Elle est constituée de cristaux de carbone de calcium recouverts d'une cuticule organique.

Les résultats de l'activité de l'ovaire et l'oviducte (infundibulum, magnum, isthme, utérus et vagin) aboutissent à la formation de l'œuf et à son expulsion à l'extérieur du tractus génital. Nous parlons d'oviposition ou ponte. Elle intervient en moyenne 24 à 26 heures après l'ovulation.

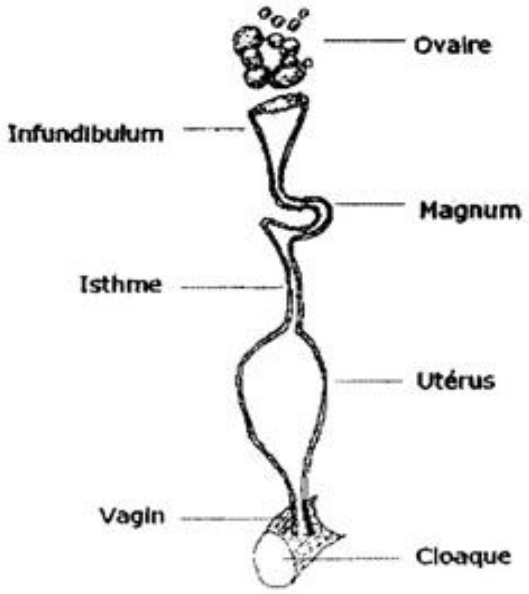


Figure 2: Appareil de reproduction génitale de la poule
Source:[4]

1.2. Caractéristique et constitution de l'œuf

La structure anatomique de l'œuf est composée de l'extérieur vers l'intérieur de :

- Le jaune ou vitellus ;
- Le blanc ou albumen ;
- Les membranes coquillères ; et
- La coquille.

Les parts pondérales relatives de ces constituants de l'œuf de poule sont :

- Coquille (9,5%) ;
- Albumen (61,5%) ; et
- Le vitellus (20%).

Le poids de l'œuf de poule est variable en fonction de la souche, de l'âge, et des rations des poules. En général, il est de 30 à 70g

Tableau 1: Les dimensions moyennes de l'œuf de poule de 60g

Partie de l'œuf	Grand axe	Petit axe	Grands circonférence	Petite circonférence	Volume	Surface
Dimensions	5,8 cm	4,2 cm	16 cm	13 cm	55 cm^3	70 cm^2

Source : Auteur

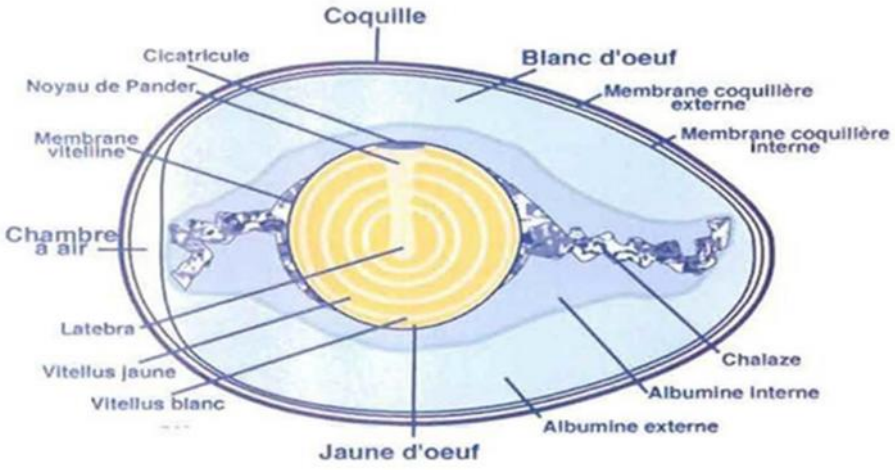
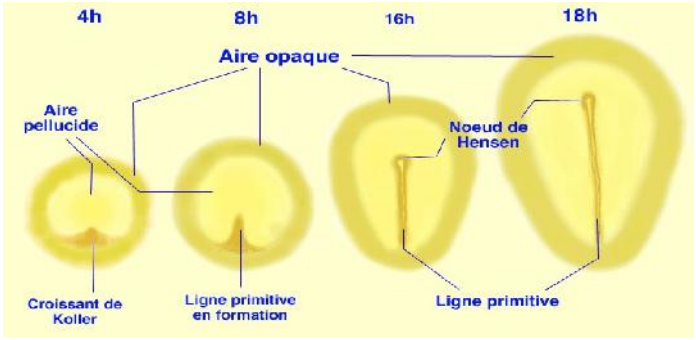
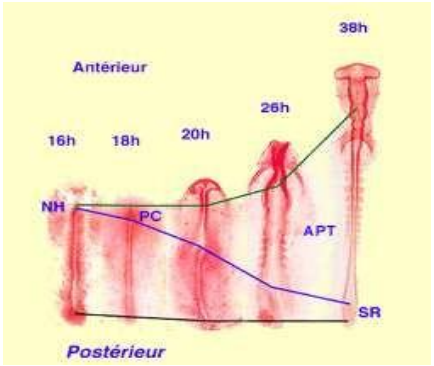


Figure 3: Coupe longitudinale d'un œuf de poule
Source :[4]

2. L'Incubation





L'œuf à incuber est au stade ***blastula***

Gastrulation :

- Orientation de l'embryon
- Ectoderme, mésoderme, endoderme

Figure 4: Les 20 premières heures d'incubation

Source: http://www.snv.jussieu.fr

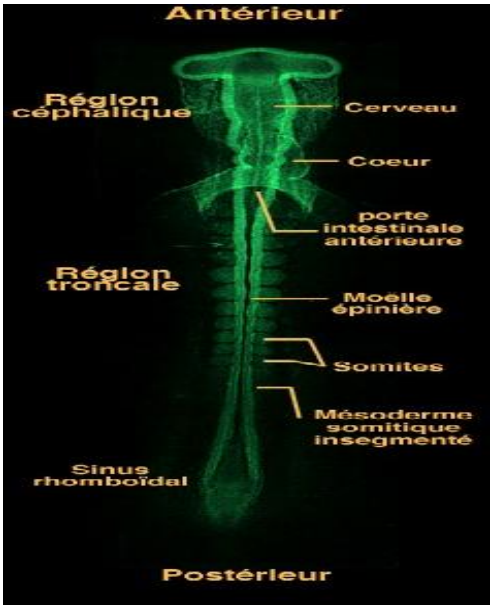


Figure 5: Œuf de 20 à 38 heures d'incubation
Source: http://www.snv.jussieu.fr

Neurulation

- Somites
- Tube digestif
- Cœur

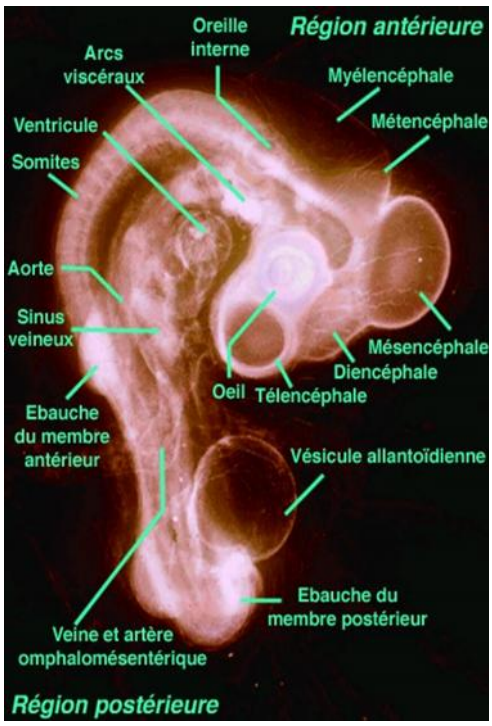


Figure 6: Œuf de 38 à 96 heures d'incubation
Source: http://www.snv.jussieu.fr

- Précision des grandes régions
- Ebauche des membres
- Formation de la cavité amniotique
- Organisation de la circulation sanguine

Figure 7: J3 ou œuf de 72 heures d'incubation
Source: http://www.snv.jussieu.fr

Mise en place de la vascularisation

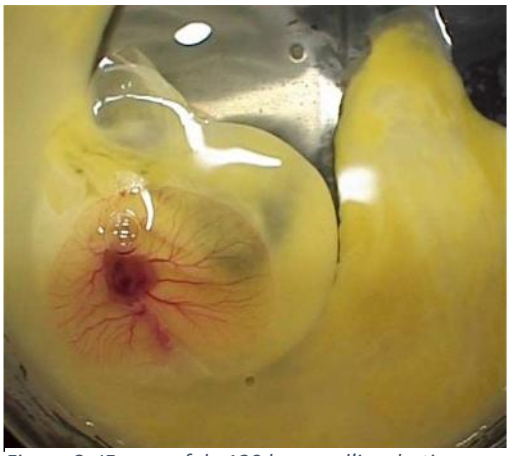


Figure 8: J5 ou œuf de 120 heures d'incubation

Source: http://www.snv.jussieu.fr

Mise en place des annexes

Figure 9: Œuf de 18-19 jours d'incubation

Source: http://www.snv.jussieu.fr

Bêchage :

Transition vers la respiration

Figure 10: Début d'éclosion

Source: http://www.snv.jussieu.fr

Eclosion

III. LA COUVEUSE

1. Définition

La couveuse est un matériel conçu par l'homme pour intervenir dans l'incubation d'un œuf afin d'éclore des jeunes poussins. On l'appelle aussi incubateur artificiel.

La couveuse est un appareil utilisé autrefois pour faire éclore les œufs sans l'intervention de la poule. Elle est aussi une enceinte fermée destinée à isoler des nouveau-nés fragiles et à

le maintenir dans les conditions proches d'une poule couvée tout en complétant les conditions utiles.

Un incubateur est une enceinte qui contrôle la température, l'humidité et la ventilation.

2. Principes de fonctionnement des couveuses existantes

Pour devenir poussin, l'embryon contenu dans l'œuf a besoin de 4 ingrédients :

- de la chaleur
- de l'air
- de l'humidité
- du mouvement (retournement des œufs)

De façon simplifiée, au cours de l'incubation et sous l'effet de la chaleur, l'embryon va se développer jusqu'à devenir poussin en se nourrissant des substances contenues dans le blanc et le jaune de l'œuf.

Durant cette incubation, l'embryon va respirer grâce aux pores de la coquille : l'oxygène va lui parvenir grâce à un réseau de vaisseaux sanguins qui va se développer jusqu'à envahir toute la surface intérieure de la coquille.

Durant cette incubation, l'œuf va également perdre en moyenne 13 % de son poids en eau entre le 1er et le 19ème jour. Cette perte d'eau s'effectue par les pores de la coquille. L'eau perdue va être remplacée, au fur et à mesure de l'incubation, par de l'air qui va venir augmenter le volume de la chambre à air. Le volume de cette chambre à air est vital pour le poussin au moment de l'éclosion : pour respirer et pour découper la coquille.

La défaillance de la couveuse artificielle peut cependant conduire aux résultats suivants :

- ⇨ Si l'embryon n'a pas eu assez de chaleur, au mieux cela retardera son éclosion de quelques jours, au pire elle n'aura jamais lieu ;
- ⇨ Si l'œuf n'a pas assez d'air, l'embryon sera asphyxié et mourra ;
- ⇨ Si l'œuf ne perd pas assez d'eau, la chambre à air sera trop petite et le poussin trop gros n'aura pas assez de place pour découper la coquille et il mourra à l'intérieur ;
- ⇨ Si l'œuf perd trop d'eau, le volume de la chambre à air sera trop important et le poussin sera trop chétif pour sortir et même s'il arrive à sortir, il pourra ne pas survivre longtemps.

3. Conditions de réussite d'une couveuse artificielle

Il y a quatre conditions à bien respecter afin de garantir une bonne éclosion des œufs : le respect de la température, de l'humidité, de l'oxygénation (air), et enfin le retournement des œufs. Donc pour l'invention des incubateurs artificielles, des recherches et expérimentations ont été réalisées et ont abouties aux résultats suivant :

3.1. Température

a. Température du local

De façon optimale, le matériel doit être mis dans un local ayant une température comprise entre 19° et 25 °C. Il faut évitez les fortes variations, et l'exposition de la couveuse aux rayons du soleil. La station météorologie a publié que la température moyenne annuelle dans un local à Antsirabe est de 20°C.

b. Température intérieure de la couveuse

Pour le bon fonctionnement de la couveuse et le bon être/ développement de l'embryon, il est préférable de garder une température comprise entre **37,5 à 39,3 °C** dans une couveuse à **ventilation dynamique** (avec un ventilateur électrique qui brasse l'air à l'intérieur de la couveuse).

Dans le cas d'une couveuse à **ventilation statique** (sans ventilateur) : suivre les recommandations du fabricant car la température à respecter dépend de la localisation de la pointe du thermomètre dans la couveuse. En effet, si dans une couveuse à air pulsé la température est la même dans toute la couveuse, dans une couveuse à ventilation statique la température pourra être de 45 °C à proximité de la résistance chauffante, de 39 °C au sommet des œufs, de **37,5°C au niveau des œufs** et de 36 °C à l'opposé de la place de la résistance.

⇨ Préparation de la couveuse

Afin d'éviter la brusque variation de température des œufs à incuber qui porte atteinte à la viabilité de ces derniers, il faut faire chauffer la couveuse et effectuer les réglages pour que la température soit totalement stabilisée au moment où nous déposerons les œufs. La durée de cette action peut varier selon la caractéristique et spécification de chaque matériel.

⇨ Variations de température durant l'incubation

Des variations de température peuvent être observées durant l'incubation :

- Une baisse de la température, au moment des retournements (pour les couveuses à retournement manuel) et mirage des œufs : cette action n'est pas toujours préjudiciable pour les œufs car la poule en fait autant lors des assouvissements de ses besoins naturels durant les 21 jours d'incubation (elle s'alimente, se dégourdie les ailes, se taille une bavette avec ses copines, …).
- Panne d'électricité de quelques heures : les œufs ne sont pas toujours jetables, les embryons peuvent être encore vivants. A titre indicative, la poule lors de sa sortie peuvent gaspiller plusieurs minutes ou même une heure et plus sans couver ses œufs. Toutefois, pour en être sûre, il faut toujours vérifier à la mire à œuf, le développement des embryons aux environs des huitièmes et quatorzièmes jours.

- En revanche un excès de température (40 °C et plus pendant quelques heures) peut rapidement être préjudiciable (poussins présentant des malformations) voire fatal aux embryons. Donc, il ne faut jamais dépasser la température préconisée.

3.2. Humidité et aération

a. Taux d'humidité à respecter à l'intérieur de la couveuse

Durant l'incubation, du 1er au 19ème jour, il faut un taux d'humidité d'environ 40 %.

Durant l'éclosion, les jours 20, 21 et parfois 22 et 23 (si l'éclosion a pris du retard), le taux d'humidité doit être de 65 % minimum.

Le réglage du taux d'humidité durant l'incubation doit permettre le développement de la chambre à air en faisant perdre à l'œuf 13 % de son poids en eau entre le 1er et le 19ème jour. Cependant, au moment de l'éclosion, il est indispensable d'avoir un taux d'humidité important pour empêcher que la membrane intérieure de la coquille ne se dessèche et n'adhère au poussin, l'empêchant ainsi de s'extraire de la coquille. Il est vital pour le poussin que cette membrane reste souple et non collante.

Les facteurs de variation du taux d'humidité sont : l'évaporation de l'eau des bacs à eau de la couveuse, l'évaporation de l'eau des œufs (qui dépend aussi de la plus ou moins grande porosité des coquilles), le taux d'humidité de l'air ambiant et le niveau d'aération de la couveuse.

b. Réglages pour faire varier le taux l'humidité

Pour faire varier le taux d'humidité au sein d'une couveuse, on peut agir sur deux paramètres :

- sur la quantité d'air que l'on fait entrer dans la couveuse, et
- sur la quantité d'eau présente dans les bacs à eau de la couveuse.

Pour obtenir le taux d'humidité minimum, il faut que les bacs à eau soient vides et que la trappe d'aération soit ouverte au maximum.

Pour obtenir le taux d'humidité maximum, il faut remplir tous les bacs à eau, ajouter s'il y a de la place une ou deux éponges gorgées d'eau, et fermer la trappe d'aération indiqué par le constructeur. Néanmoins, Il ne faut jamais fermer totalement l'aération, les poussins ont besoin d'air pour respirer, même ils sont encore dans leurs œufs.

Donc d'après ces réglages, il est nécessaire d'ouvrir la trappe d'aération durant toute la période d'incubation. Nous pouvons aussi mettre un peu d'eau dans le bac à eau lors des 19 premiers jours et y ajouter pendant le vingtième et vingt et unième jour afin d'assouplir la coquille des œufs.

Pour faire monter alors l'humidité au maximum, il est nécessaire de remplir les bacs d'eau avec de l'eau à 37,5 °C, et en ajoutant si possible au moins une éponge pleine d'eau à 37.5°C (l'eau déjà tiède évitera à la couveuse d'avoir à la réchauffer).

L'ouverture fréquente de la couveuse fait chuter énormément le taux d'humidité et il faut mettre beaucoup de temps afin de le remonter.

3.3. Retournement des œufs

Le retournement est nécessaire lors de l'incubation des œufs afin d'éviter le tassement du jaune d'œuf et d'empêcher aussi qu'il ne colle à sa coquille et afin de permettre un bon développement de l'embryon.

Cette action ne commence qu'à partir du 3ème jour et jusqu'au 19ème jour inclus, les œufs doivent être retournés au minimum 02 fois par jour

Actuellement, nous observons plusieurs couveuses qui se diffèrent par leur mode de retournement. Ce sont :

a. La couveuse à retournement manuel

C'est l'opérateur qui retourne manuellement chaque œuf, l'un après l'autre ;

b. La couveuse à retournement semi-automatique

L'opération de retournement s'effectue en une fois pour tous les œufs et c'est encore l'opérateur qui l'exécute tous les fois (deux fois par jour) ;

c. La couveuse à retournement automatique

Un dispositif ou mécanisme spécialement conçu pour le retournement est incorporé dans le système de la couveuse. Ce mécanisme retourne les œufs à intervalles réguliers. L'opérateur n'intervient plus et ne fait que de surveiller le bon déroulement des opérations.

3.4. Le mirage et le développement à l'intérieur de la couveuse

Le mirage des œufs consiste à éclairer l'intérieur de l'œuf et à observer par transparence ce qui s'y trouve. Plus la coquille de l'œuf est claire, meilleure est la visibilité. Le mirage permet ainsi de déterminer si un œuf est fêlé avant la mise en incubation et s'il est fécond à compter du 7ème jour. Nous pouvons également observer le bon développement de la chambre à air les 7ème, 14ème et 19ème jours d'incubation, et éliminer les œufs contenant des embryons morts en cours d'incubation, le 19ème jour.

a. Le 7ème jour d'incubation :

A cette période, nous pouvons déjà séparer les œufs féconds de ceux qui ne le sont pas. Si l'œuf est fécondé, nous y observerons les vaisseaux sanguins, signe que l'embryon a commencé son développement. En scrutant bien l'intérieur de l'œuf, nous y apercevrons une petite masse plus sombre avec un point noir qui est l'embryon et l'un de ses yeux.

Si au contraire, nous ne distinguons rien du tout, et/ou l'intérieur de l'œuf est uniformément jaune et lumineux, l'œuf est dit "clair" et n'est pas fécond. Dans ce dernier cas, nous pouvons les retirer de la couveuse. S'il y a le moindre doute, nous devrons encore les garder dans la couveuse et en préciser lors du prochain mirage.
Au moment du mirage du 7ème jour, observez également le volume de la chambre à air afin d'en ajuster le taux d'humidité si besoin.

Figure 11: Mirage d'oeuf à 07 jours d'incubation

Source :[4]

b. Le 14ème jour d'incubation :

Lors de cette période, nous devrons déjà constater que la formation des plumes est terminée et celle du bec débute. Dans ce cas, nous devrons observer une vague forme opaque. Comme pour le premier mirage, nous devrons aussi *vérifier le volume de la chambre à air et corriger le taux d'humidité si nécessaire.*

c. Le 18 ou 19ème jour d'incubation :

Nous approchons du terme de l'incubation, l'éclosion est proche. Nous pouvons voir une forme totalement opaque occupant ainsi les 2/3 du volume de l'œuf : c'est déjà le poussin. A ce stade, la chambre à air doit occuper idéalement environ 1/3 de l'œuf.

REMARQUE :

Dans le cas d'un excellent mirage, nous pouvons éliminer le deuxième mirage et de se contenter des mirages au 7ème et 18ème jour. Cette action limitera ainsi les pertes de chaleur et d'humidité du à leurs dégagements lors de l'ouverture de la couveuse.

IV. REGULATION ELECTRONIQUE

1. Les capteurs

1.1. Définition

a. Mésurande :

C'est une grandeur physique à connaître, c'est-à-dire la valeur réelle est à déterminer.

b. Capteur :

C'est l'élément qui va permettre sous l'effet du mesurande d'en délivrer une image exploitable. Il s'agit aussi d'un transducteur, la grandeur physique d'entrée étant transformée en signal électrique à la sortie. Son principe de fonctionnement est indiqué sur la figure suivante :

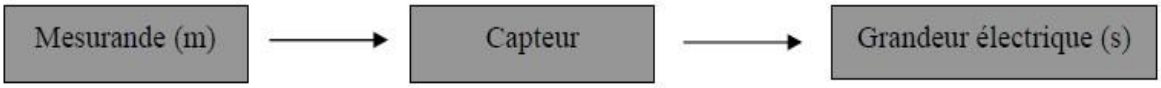


Figure 12: Fonctionnement d'un capteur

Source:[5]

1.2. Utilisation des capteurs

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle.

Différents types de capteurs sont utilisés en fonction de la nature du produit et des propriétés physiques, chimiques et exploités pour une mesure par seuil ou continue.

1.3. Principales caractéristiques des capteurs

a. L'étendue de la mesure Ž

C'est la différence entre le plus petit signal détecté -- et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.

b. La sensibilité S

C'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

Elle détermine l'évolution de la grandeur de sortie en fonction de la grandeur d'entrée en un point donné.

c. La rapidité

C'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information est prise en compte par la partie commande.

d. La précision

C'est l'écart entre la valeur réelle et la valeur obtenue à la sortie du capteur.

2. La régulation

2.1. Définitions

a. La régulation :

C'est l'action de régler automatiquement une grandeur de telle sorte que celle-ci garde constamment sa valeur ou reste proche de la valeur désirée, quelles que soient les perturbations qui peuvent subvenir.

b. La grandeur réglée :

C'est la grandeur physique que l'on désire contrôler. Elle donne son nom à la régulation. Exemple : une régulation de température.

c. La consigne:

C'est la valeur que doit prendre la grandeur réglée.

d. La grandeur réglant :

C'est la grandeur physique qui a été choisie pour contrôler la grandeur réglée. Elle n'est généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

e. Les grandeurs perturbatrices :

Ce sont les grandeurs physiques qui influencent la grandeur réglée. Elles ne sont généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

2.2. Différents types de régulation

Il y a 4 types de régulation tel que :

a. Régulation Proportionnelle :

La régulation à action proportionnelle est une fonction qui fait varier le signal de sortie du régulateur (grandeur réglant) proportionnellement à l'écart e(t) entre la mesure M et la consigne C.

Le rôle de l'action proportionnelle est d'accélérer la réponse de la mesure, ce qui a pour conséquence de réduire l'écart entre la mesure et la consigne.

b. Régulation Proportionnelle Intégrale (PI) :

L'action intégrale répète l'effet de l'action proportionnelle jusqu'à ce que l'écart entre la mesure et la consigne soit quasiment nul. Elle intègre cet écart en fonction du temps.

A l'action proportionnelle, on ajoute donc une action égale à l'intégrale de l'écart à la consigne divisée par une constante de temps Ti.

c. Régulation Proportionnelle Intégrale Dérivé

L'action dérivée fait intervenir la notion de dérivée de l'écart, c'est-à-dire la vitesse de variation de celle-ci. La régulation PID est donc l'assemblage de trois actions Proportionnelle,

Intégrale et dérivée afin d'obtenir une régulation optimale, c'est à dire précise et ayant une bonne dynamique stable et rapide.

Elle est principalement utilisée pour des systèmes présentant des inerties relativement importantes.

d. Régulation Tout ou Rien :

Le principe de fonctionnement est de comparer l'écart « e » qu'il y a entre la valeur de consigne C et la valeur de sortie M (C-M).

- si C>M alors le correcteur va imposer une grandeur réglant R au système. La grandeur réglée M va donc être modifiée. Par l'intermédiaire du capteur, le comparateur va alors effectuer une nouvelle mesure; si C reste supérieure à M on ne modifie rien. Seule la sortie continue d'évoluer.
- si C<M alors le correcteur va imposer une nouvelle grandeur réglant R au système. La grandeur réglée va donc être modifiée.

Par l'intermédiaire du capteur, le comparateur va alors effectuer une nouvelle mesure et ainsi de suite.

Dans ce type de régulation, c'est la loi de commande qui impose "Tout ou Rien". La grandeur réglant R ne pourra alors prendre que deux valeurs :

- si C> M R = 1 (Tout = 100 %)
- si C < M R = 0 (Rien = 0 %)

3. Les différents types de couveuse artificielle

3.1. La couveuse à chauffage par combustible

Le principe consiste à allumer de divers combustibles (bois, charbon, sciure, gaz, pétrole,…) à l'intérieur d'un cadre bien isolé appelé couveuse. Deux façons se distinguent sur ce procédé :

- Pour le premier, le feu du combustible réchauffe directement l'air dans la couveuse et de ce fait dissipe la chaleur vers toute l'étendue de la surface du cube et évidemment sur les œufs à incuber aussi ;
- Deuxièmement, les éléments combustibles servent tout d'abord à réchauffer un liquide (eau ou huile) contenu dans un quelconque récipient placé dans la couveuse. La chaleur de ce liquide se dissipe ensuite dans toute l'enceinte de la couveuse et réchauffe par la suite les œufs.

Tableau 2: FFOM de la couveuse à chauffage par combustible

	Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
Accessibilité	Facile à fabriquer	Technique difficile à maitriser	Beaucoup de marge d'évolution	Existence d'autres techniques différentes
Intrants	Disponible dans tous marchés	- Dégage beaucoup d'impureté dans l'air (odeur, fumée) ; - Nécessite d'être renflouer continuellement.	- Diversification des intrants disponibles ; - Coût d'intrant très abordable.	- Les sources naturelles des combustibles (bois, gaz,…) commencent à se faire rare de la terre.
Manipulation	Facile à utiliser	Source de dégât (brûlure, …) des habitations.	---	Engage trop de main d'œuvre.
Efficacité	Arrive à éclore des œufs	Pourcentage d'éclosion faible (70%)	Besoin de poussin très élevé.	Autres matériels de meilleur taux d'éclosion.

Source: Auteur

3.2. La couveuse à chauffage électrique

Comme son nom l'indique, son chauffage est de source électrique. Une électricité venant de quelconque origine vient alimenter une résistance électrique (ampoule, résistance chauffante, etc…) et à son tour ces dernières dissipent l'énergie au sein de la couveuse afin de déclencher le phénomène d'incubation des œufs. Les couveuses à chauffage électrifié sont équipés en générale d'un thermostat et quelques fois aussi d'hygrométrie afin d'y réguler le système de chauffage et la mesure de l'humidité circulant au sein du matériel.

Ces couveuses peuvent être déjà classées dans la catégorie de couveuse moderne car leurs conceptions requièrent quelque compétence en équipement électrique et nécessitent plusieurs matériels électriques plus ou moins sophistiqués. Par contre, leur utilisation est plus facile et engendre de gains en main d'œuvre par rapport au premier système de chauffage.
De ce fait, plusieurs types de couveuse à chauffage électrique existent de nos jours. Ce sont :

a. Couveuse électrique simple :

Le système de chauffage est assuré par une ou plusieurs résistances à alimentation électrique. Il est équipé en général par un thermostat et humidimètre (hygrométrie) pour la vérification de l'humidité et de la température. On y trouve aussi un système de ventilation composé d'un ventilateur et/ou trous d'aération pour l'approvisionnement de nouvel air et de son évacuation, en sus d'un bac à eau. Le retournement se fait manuellement ;

b. Couveuse électrique à régulation automatique et à retournement manuel :

Le système de chauffage est assuré par une ou plusieurs résistances à alimentation électrique. Ce dernier est régulé par un thermostat et l'humidité par un système d'aération et de bac à eau et de l'hygrométrie. Par contre, le retournement se fait encore manuellement ;

c. Couveuse électrique automatisé :

Le système de chauffage est assuré par une ou plusieurs résistances à alimentation électrique. La température et l'humidité est régulé par un autre système qui commande l'alimentation ou l'arrêt de la résistance, du ventilateur, du système d'aération, aération et aussi du mécanisme de retournement des œufs. Ce matériel est muni aussi de bac à eau ou de mécanisme de pulvérisation de vapeur d'eau.

Tableau 3: FFOM de la couveuse à chauffage électrique

	Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
Accessibilité	Facile à assembler pour les préfabriquées.	- Disponibilité du courant très rare dans toute l'île ; - Couteuse.	- Développement incessante de l'aviculture.	Existence d'autres matériels ne dépendant pas de l'électricité.
Intrants	- Complet pour le bon fonctionnement du matériel ; - Existe sur les marchés.	- Difficile à trouver ; - Nécessite certaines connaissances technique ; - Coûteux.	- Diversification des intrants disponibles.	---
Manipulation	Facile à utiliser.	---	---	Défaillance totale système s'il y a erreur de manipulation.
Efficacité	Taux d'éclosion élevée.	---	Besoin de poussin très élevé.	Innovation incessante.

Source: Auteur

3.3. La couveuse à chauffage solaire

Le système de chauffage pour cette couveuse se fait aussi par le biais d'un ou plusieurs résistances électriques. Tous les principes et diversifications sont les même que celles à source électrique. La différence pour celle-ci est que l'alimentation de ce système vient du captage d'énergie de source solaire.

De ce fait, ce matériel nécessite plusieurs équipements de captage solaire ainsi que de la transformation de son énergie. Des matériels tels que cités ci-après sont donc requis :

- Matériels de captage (ex : panneau solaire, …) ;
- Accumulateurs ;
- Transformateur ;
- Stabilisateur.

Figure 13: FFOM de la couveuse à chauffage solaire

	Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
Accessibilité	Facile à fabriquer	- Difficile à trouver ; - Couteuse.	- Mode de transformation énergétique en vogue.	Existence d'autres matériels innovateurs
Intrants	- Complet pour le bon fonctionnement du matériel ; - Existe sur les marchés.	- Nécessite certaines connaissances technique ; - Coûteux.	- Diversification des intrants disponibles.	- Fragiles ; - Beaucoup trop de modèle usurpateur
Manipulation	- Facile à utiliser ; - Existence de notice d'utilisation.	- Nécessite un bon ensoleillement toute la journée.	- Notre pays possède de très bons ensoleillements toute l'année.	---
Efficacité	Taux d'éclosion élevée.	---	Besoin de poussin très élevé.	Innovation incessante.

Source: Auteur

3.4. La couveuse à chauffage hybride

Pour cette couveuse, son système de chauffage est identique à celles des deux dernières couveuses précitées dessus, c'est-à-dire par le biais d'un ou plusieurs résistances électriques. Tous les principes et diversifications sont les même que celles à source électrique. Sa spécificité est que son alimentation se fait respectivement par l'énergie de source solaire et d'électricité usuelle (par JIRAMA ou moteur).

Cette combinaison a été réalisée pour éviter une coupure du chauffage plus long de cause d'une coupure de courant. De ce fait, l'énergie accumulée de source solaire prend en relève l'alimentation des résistances chauffantes du matériel.

Tableau 4: FFOM de la couveuse à chauffage hybride

	Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
Accessibilité	Commence à être disponible dans le marché mondial.	- Difficile à trouver à Madagascar; - Couteuse.	- Machine à alimentation énergétique en vogue.	Existence d'autres matériels innovateurs
Intrants	- Complet pour le bon fonctionnement du matériel ; - Existe sur les marchés.	- Coûteux.	- Diversification des intrants disponibles.	- Fragiles ; - Beaucoup trop de modèle falsifié.
Manipulation	- Facile à utiliser ; - Existence de notice d'utilisation.	- Nécessite certaines connaissances techniques.	- L'utilisation des appareils de même type se repend de plus en plus dans notre vie quotidienne.	---
Efficacité	Taux d'éclosion élevée.	---	Besoin de poussin très élevé.	Innovation incessante.

Source: Auteur

CHAPITRE II : METHODOLOGIE

I. DOCUMENTATION

1. Documentation bibliographique

Durant la recherche, nous avons feuilleté divers documents et livres. Pour cela, nous sommes allés dans la bibliothèque du CFAMA et puis aussi consultés nos cahiers de cours depuis la première année jusqu'à la cinquième.

2. Recherche sur l'internet

A part les consultations des livres, nous avons passé beaucoup de temps à la recherche sur l'internet pour nous aider à bien assimiler le contexte de l'étude. Durant toute la période de recherche, la conception et fabrication, et même pendant les expérimentations, nous avons beaucoup eu recours à l'internet.

II. CONSULTATION D'UNE COUVEUSE

Après des enquêtes, nous étions arrivés à voir une couveuse auprès d'un coqueleux habitant à Antsirabe. Le problème est que le matériel est vieux et n'est plus en état de

fonctionnement. Néanmoins, nous avons pu constater vaguement ces composants en équipement et ainsi pu analyser son mode de fonctionnement.

III. EXPERIMENTATIONS

Lors de nos expérimentations, nous sommes axés sur trois domaines.

1. Le retournement

C'est une expérimentation dans laquelle nos tests ont été faits pour évaluer et rectifier le niveau de fonctionnement du servomoteur qui actionne à son tour les mécanismes de retournement.

Il est donc nécessaire de savoir exactement l'angle de réglage du servomoteur pour tirer la plateforme d'œuf sur la distance exigée pour le retournement.

2. La température

L'expérimentation sur ce domaine consiste à réguler la température au sein de la couveuse. Mais auparavant, il faut faire des étalonnages des températures pour vérifier l'authenticité du thermomètre inclus dans la couveuse avec la réalité.

Pour confirmer alors les résultats dans cette expérimentation, nous avons dû relever les évolutions de la température.

3. L'humidité

Dans ce domaine, il est question de garder un pourcentage d'humidité homogène de 55% environ au sein de la couveuse.

Et comme pour la température, nous avons relevé la variation de l'humidité au sein de la couveuse et apportés quelques améliorations au système et au matériel.

2018

PARTIE II :

PHASE DE CONCEPTION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE

PARTIE II : PHASE DE CONCEPTION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE

CHAPITRE I : ETUDES TECHNIQUES

I. DESCRIPTION TECHNIQUE DU MATERIEL

1. Schémas

1.1. Schéma général

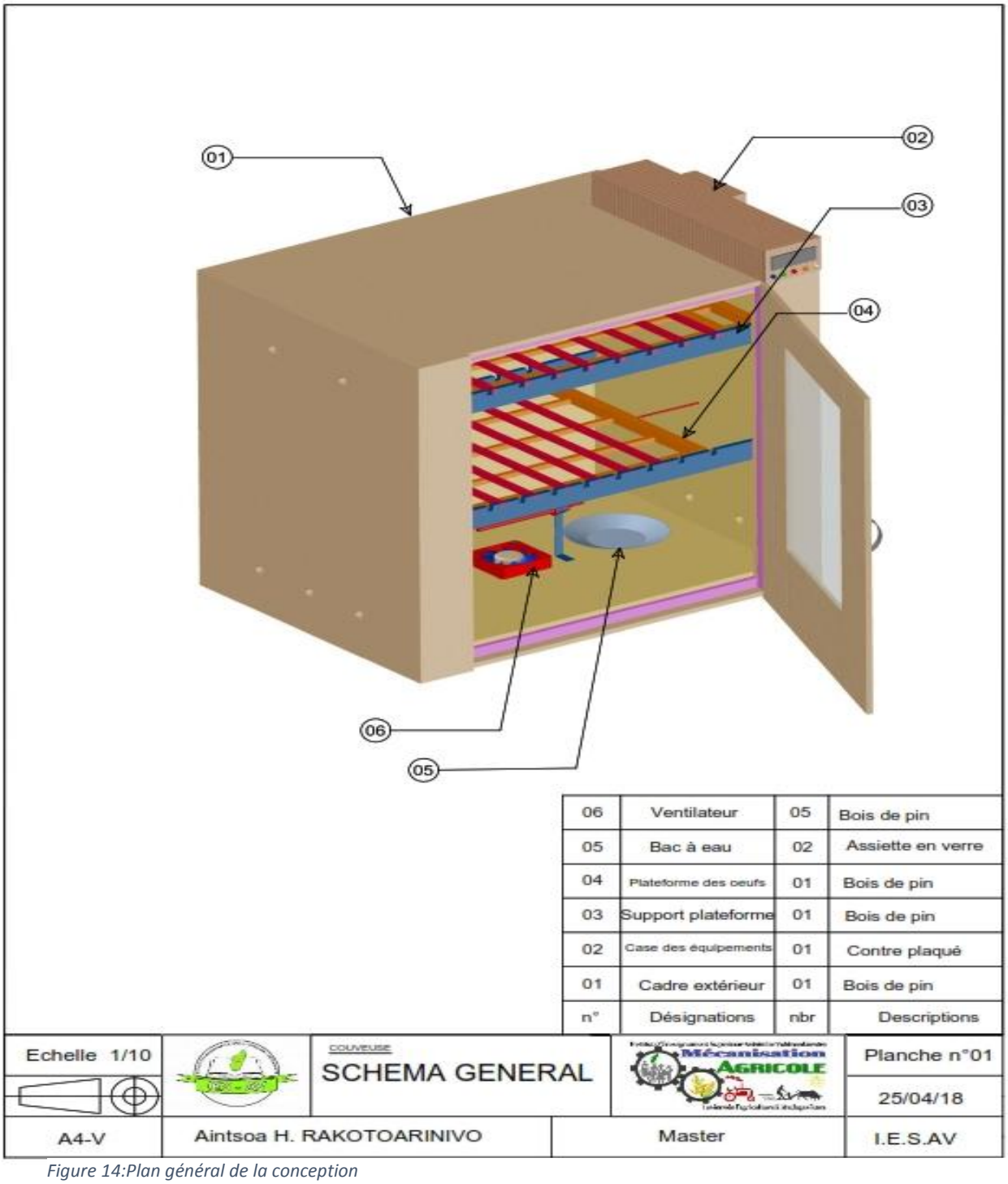
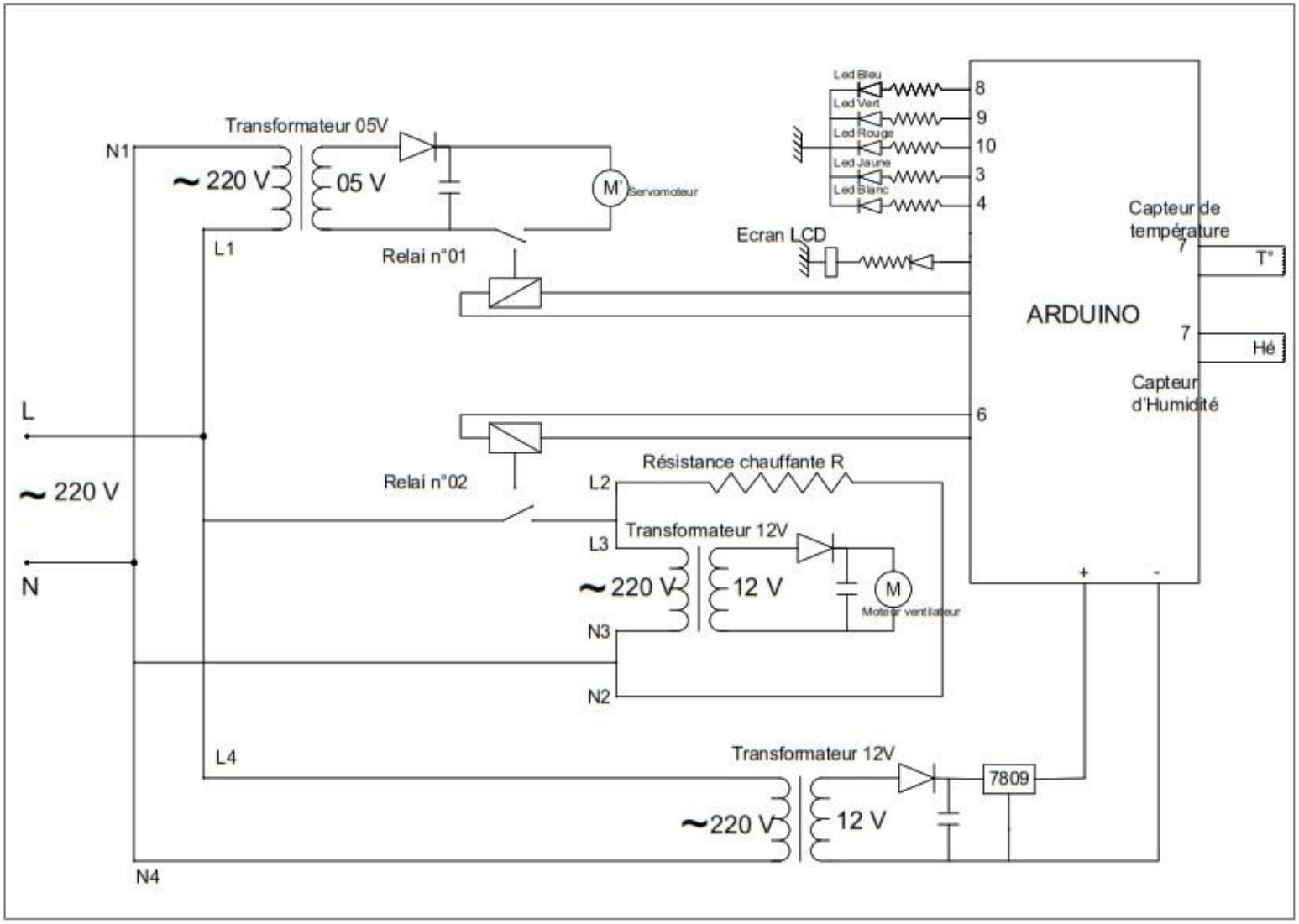


Figure 14:Plan général de la conception

1.2. Schéma électrique



LEGENDE :

L, N = Source d'alimentation

L_1, N_1 = Alimentation servomoteur

L_2, N_2= Alimentation résistance chauffante

L_3, N_3= Alimentation ventilateur

L_4, N_4= Alimentation Arduino UNO

T°= Capteur de température

H^{é}= Capteur d'humidité

M= Moteur du ventilateur

M*= Moteur du servomoteur

R= Résistance chauffante

Relai n°01= Relai du servomoteur

Relai n°02= Relai de la résistance chauffante et du ventilateur

7809= Régulateur

Figure 15: Schéma électrique (phase d'étude)

2. Description et caractéristique du projet

2.1. Description

Le projet a pour but d'incuber des œufs de coq de combat au nombre d'une quatre vingtaine d'œuf.

Ainsi, ce matériel est un des moyens de développement et d'amélioration de l'élevage de ces coqs. De plus, il n'accapare que de petit espace dans un local familial et donc adaptable pour tous les ménages.

Néanmoins, ce matériel peut générer aussi de revenu pour son détenteur car il peut être aussi employé pour l'incubation d'autres genres d'œufs et ne consomme que peu d'énergie.

2.2. Caractéristique de la couveuse

La couveuse dans ce projet est faite pour le châssis par des isolants bien choisis composé de : bois de pin + polystyrène + bois de pin.

Son alimentation est faite par de l'énergie électrique qui alimente à son tour des résistances électriques chauffantes afin de fournir de la chaleur nécessaire pour l'incubation des œufs.

Le système d'aération est composé d'un ventilateur et de plusieurs trous d'aération de sortie et d'entrée d'air.

L'humidité est alimentée par un bac à eau rempli d'eau et véhiculé par l'air dans la couveuse et tempéré par la température qui y réside.

Ces trois systèmes sont régulés par une pièce électronique appelée HUMIDIMETRE (régulateur de température et d'humidité) et le tout ajouté au ventilateur est commandé par un programme incorporé dans un ARDUINO.

Les supports d'œufs sont conçus avec du bois de pin et une moustiquaire en plastique. Et le retournement des œufs se fait deux fois par jours et son système est automatisé par le biais d'un servomoteur et un mécanisme de transmission.

L'incubation se fait sur 21 jours environ comme celle d'une poule couveuse et l'espérance d'éclosion serait de plus de 95% des œufs fécondés.

II. CHOIX DES MATERIAUX POUR LA CONSTRUCTION

1. Cadre ou châssis

Composée de deux matières isolant placés en trois couches différentes :

- 1ere couche intérieure : Planche en bois de pin d'épaisseur de 01cm ;
- 2ème couche au milieu : Polystyrène d'épaisseur de 02cm;
- 3ème couche extérieure : Planche en bois de pin d'épaisseur de 01cm ;

Le choix de ces matières se portait sur leurs conductivités très faibles qui favorisent leurs capacités d'isolation très efficaces.

2. Système de chauffage

Le système de chauffage est électrique et par le biais de résistance chauffante de puissance : 288W/ 220 - 240V. En effet, par expérience, nous avons pu observer par le biais de plusieurs projets de divers constructeurs que les différents chauffages que ce soit par lampe ou autres sont plus difficiles à réguler alors que le chauffage électrique (résistance) procure beaucoup plus d'homogénéité sur la répartition de chaleur. Donc pour notre projet, nous avons employé :

- Résistance électrique de puissance : 288W/ 220V ;
- 01 ventilateur de : 1.62 m^3/ h de dédit d'air avec une alimentation de 15A/ 12V ;
- 01 régulateur de température/ humidité automatique commandé par un ARDUINO

3. Support des œufs (plateforme)

Comme support des œufs, nous avons préféré employer un matériel isolant afin d'éviter la possibilité de brûlure des œufs :

- Une moustiquaire en plastique dont son cadre s'est fait en bois de pin. Leur dimension est de :
    - Moustiquaire : Longueur : 55cm, largeur : 44cm ;
    - Cadre en pin : Longueur : 55cm, largeur : 46cm, épaisseur : 01cm, hauteur : 01cm.

4. Système de retournement

Le retournement se fait automatiquement tous les 02 heures d'où l'utilisation d'un servomoteur de capacité de 10 Kg et est alimenté par un courant de 15A/12V. Néanmoins afin de bloquer les œufs sur place, nous avons créé un système composé de plusieurs séparateurs fabriqués en bois de pin :

- Nombre de colonne ou case : 07 ;
- Nombre de baguette en bois : 08 avec la longueur : 46cm, largeur : 01 cm et épaisseur : 01cm, écartement : 05cm.

Le cadre est installé au-dessus d'un support pour faciliter son pose et son coulissement. Ce dernier est de dimension suivant :

- Nombre : 02 étages et gauche-droite par étage ;
- Longueur : 67cm, Hauteur : 04cm, épaisseur : 01cm, pose : 0.6cm x 01cm.

Un mécanisme de transmission liée aux extrémités gauche et droite de la cage actionné par le servomoteur assure donc le retournement tous les 12 heures.

5. Système de ventilation

5.1. Entrée d'air

Pour l'entrée d'air nous avons mis 03 trous sur chacune des 02 faces latérales en bas du cadre :

- Nombre : 03 ;
- Diamètre : 02cm ;
- Emplacement : repartie sur la largeur de chaque face latérale et son centre se trouve à 06 cm au-dessus du fond du bâti.

5.2. Sortie d'air

Pour la sortie de l'air, nous avons mis 02 trous sur chacune des 02 faces latérales en bas du cadre :

- Nombre : 02 ;
- Diamètre : 02cm ;

Emplacement : repartie sur la largeur de chaque face latérale et son centre se trouve à 06 cm au-dessous du plafond du cadre.

6. Système d'humidification

Un petit bac à eau qui sert à contenir de l'eau afin de garantir l'humidification nécessaire à l'intérieur de la couveuse. Son dimension est du : 22 cm de circonférence et 06.2 cm de profondeur.

III. DIMENSIONNEMENT

1. Objectif

L'objectif est de pouvoir éclore les œufs d'une dizaine de poules de combat en vue d'obtenir le maximum de jeunes poussins de combat sains et vigoureux sans autant nuire à la bonne production et développement de ces reproducteurs.

2. Dimension

En général, une poule de combat pond des œufs au nombre de 06 à 12 œufs par tête. Si nous considérons alors qu'un éleveur de coq sportif possède 10 poules, nous aurons alors pour objectif d'éclore 80 œufs issus de poules de combat tous les 44 jours (15jours : ponte + 14 jours : repos + 15 jours : ponte). Donc nous pouvons aussi incuber d'autres œufs issus d'autres races pour les jours intervalles entre les deux incubations des œufs provenant de coqs sportifs.

D'après la mesure des œufs d'une pondeuse, un œuf occupe au maximum une surface de 0.0035m² (0.05m X 0.07m), son circonférence est de 16cm, et il pèse environ 50g.

2.1. Calcul de la dimension de la plateforme support d'œufs

Par calcul au préalable, nous avons trouvé que pour 42 œufs, nous avons besoin de 07 colonne de séparation pouvant recevoir chacune 06 œufs, donc :

{[(07 séparation + 01) x0.01 x ((0.07x06) + 0.02)] + [02 x 0.02 x ((07 x 0.05) + (08 x 0.01)] + [0.0035 x 42]} = 0.1994m² pour 42 œufs et correspond avec notre dimensionnement de la couveuse car ceci =0.45m x 0.4431m< 0.44m x 0.46m. Donc pour avoir de marge d'erreur, nous allons prendre pour la plateforme support d'œufs la dimension de : 0.44m x 0.46m.

2.2. Calcul de la dimension intérieure du cadre

Etant donné que la grille de support d'œufs ne peut contenir que 42 œufs à la fois, il est nécessaire d'installer une deuxième étagère de grille de support d'œufs afin de satisfaire le besoin d'incuber 80 œufs environs au minimum.

Pour notre réalisation, nous avons besoin de 15cm/ 02 ⎦ 08cm pour le retournement et une marge d'espace de 06cm pour les accessoires de ce mécanisme. Donc,

- La longueur intérieur L= (0.46 + (0.08 x 2) + 0.06) m = 0.68m ;
- La largeur intérieur l= (0.44 + (0.02 x 2)) m = 0.48m (0.02m est l'épaisseur du cadre et des supports des grilles) ;
- La hauteur H= (0.25 + 0.20 + 0.15) m = 0.6m (0.25m est l'écart du fond est la 1^{ére} grille, 0.20m est celui des 02 supports, 0.15m est celui du 2èmesupport est du plafond du cadre).

D'où la dimension intérieure est :

Tableau 5: Dimension intérieur de la couveuse

Longueur (en m)	Largeur (en m)	Hauteur (en m)
0.68	0.48	0.6

Source: Auteur

CHAPITRE II : OPTIMISATION DU MATERIEL

I. QUANTITE DE CHALEUR REQUIS POUR LE PRE-CHAUFFAGE DE LA COUVEUSE

Dans cette chapitre, nous allons calculer la quantité de chaleur utile à injecter dans la couveuse et par la suite la puissance nécessaire de la résistance chauffante à employer.

$Q_u = Q_{néc} + Q_p$

Q_u = Quantité de chaleur utile au bon fonctionnement de la couveuse

$Q_{néc}$= Quantité de chaleur nécessaire au chauffage de la couveuse

Q_p = Déperdition de chaleur du cadre et des accessoires

$Q_p = Q_{cha} + Q_a$

Q_{c} = Quantité de chaleur absorbée par le cadre

Q_a = Quantité de chaleur absorbée par les accessoires

1. Quantité de chaleur nécessaire au chauffage de la couveuse

$$Q = \sum m_i \times C_i \times \Delta\theta \quad \{01\}$$

$$Q_{néc} = m_a \times C_{p\,a} \times \Delta\theta \quad \{1.1\}$$

Avec : $m_a = \rho_a \times V_{c}$ [1.2] et $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$ {1.3}

A.N : ρ_a = 1.25 kg m^{-3}, $C_{p\,a}$ = 1005 J kg^{-1} $°K^{-1}$[6], hauteur= 60cm, Longueur= 68cm, largeur= 48cm, θ_f= 39°C et θ_i= 20°C (supposons que c'est la température moyenne à Antsirabe).

m_a = 1.25 x (0.6 x 0.68 x 0.48) = 0.2448 kg et

$\Delta\theta$= 39 – 20 = 19°C = (273.15 + 19) °K= 292.15°K

D'où,

$Q_{néc}$= 71.876 KJ

2. Quantité de chaleur par déperdition au niveau du cadre et de ses accessoires

2.1. *Quantité de chaleur absorbée par le cadre ou* Q_{cha}

Le cadre de la couveuse absorbe de l'énergie, deux modes de transfert se trouvent donc être la cause de ce dernier, la ***conduction*** et la ***convection***.

Dans cette étude, la source de chaleur est installée à l'intérieur du cadre. Elle est installée dans la face inférieure de la couveuse juste au-dessus du ventilateur à 06 cm près.

La puissance dégagée par la résistance, sous forme de flux de chaleur, chauffe l'air intérieur puis l'air exerce un phénomène de ***convection*** à la surface du cadre en bois de pin.

Ce phénomène est dû à la différence de températures entre l'air intérieur et du cadre en bois. Il y a aussi un échange de chaleur par ***rayonnement*** entre les faces qui constituent les surfaces intérieures du cadre.

Puis, le flux de chaleur traverse le cadre constitué avec les couches : en bois (à l'intérieur), en polystyrènes (au milieu) et en bois (à l'extérieur) par le phénomène de ***conduction***.

Enfin, la ***convection*** de l'air extérieur à la surface externe du cadre en bois.

a. Calculons la résistance thermique

C'est la résistance thermique qui caractérise le ralentissement du transfert de chaleur par conduction

Le transfert de chaleur par conduction est régi par la loi de Fourier :

$$\Phi = \varphi . S \qquad \{2\}$$

Et

$$\varphi = -\lambda . \frac{\partial}{\partial} \qquad \{2.1\}$$

D'où

$$\Phi = -\lambda . \frac{\partial}{\partial} . S \qquad \{2.2\}$$

$$\Phi = -\lambda . \frac{T_1 - T_2}{e} . S \qquad \{2.2.1\}$$

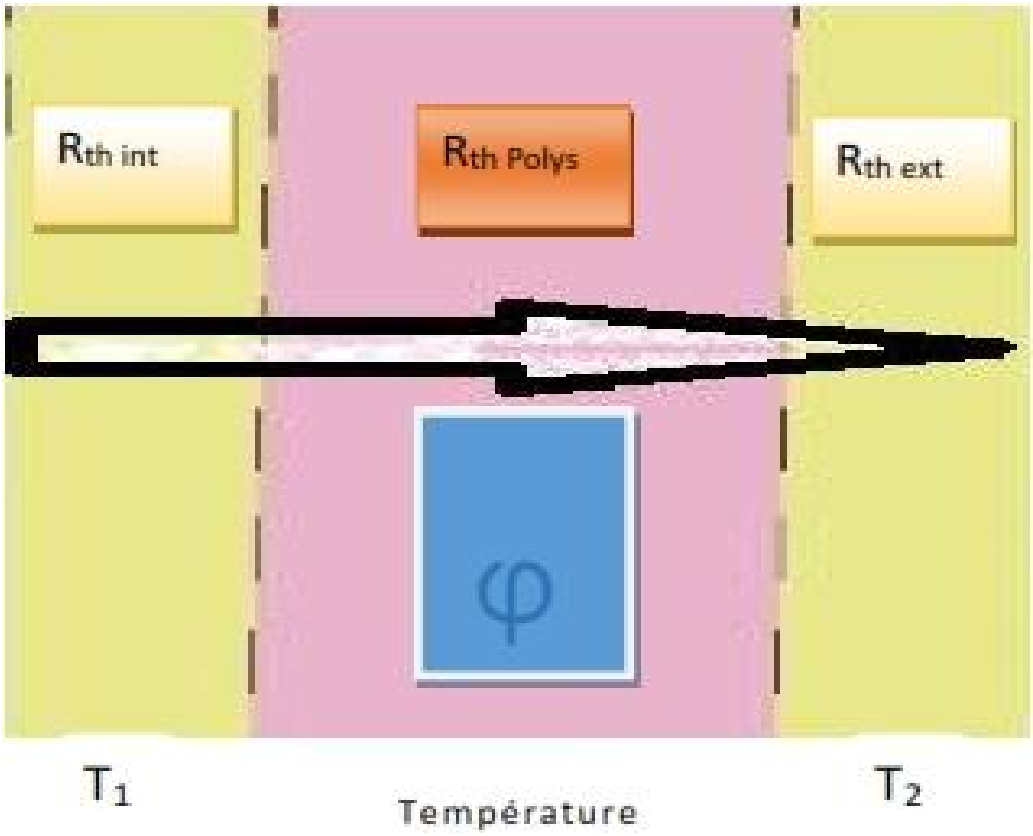


Figure 16: Transfert de chaleur par conduction (association en série)

Or

$$T_1 - T_2 = \Phi R_{th} \quad \{3\}$$

D'où

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda . S} \quad \{3.1\}$$

Avec :

- R_{th} : Résistance thermique par conduction [°K W^{-1}];
- Φ : Flux de chaleur [W] ;
- φ : Densité de flux de chaleur [W m^{-2}] ;
- E : épaisseur du matériau [m];
- λ : Conductivité thermique du matériau [W m^{-1} °K^{-1}];
- $T_1 - T_2$: Différence de température entre deux surfaces [°K];
- S : Surface totale [m²].

Décomposons tout d'abord la surface :

S= S_L + S_L + S_F + S_P + S_f + S_p – (S_v + S_t) en [m²] {4}

D'où :

- S_L : Surface latérale gauche ;
- S_L : Surface latérale droite ;
- S_d : Surface du derrière du cadre ;
- S_P : Surface du plafond ;
- S_f : Surface du fond ;
- S_p : Surface de la porte vitrée ;
- S_v : Surface de la vitre ;
- S_t : Surface d'un trou.

Calculons alors ces surfaces :

S= L x H {5}

® S_L = 0.288m²

® S_L = 0.288m²

® S_d= 0.408m²

® S_P = 0.3264m²

® S_f= 0.3264m²

® S_p= 0.408m²

® S_v= 0.12m²

® S_t= 3.14.10^{-4}m²

Donc :

S= 1.92166 m² dont :

- La surface des isolants en série (S_s) :

S_s = 1.26886 m² et

- La surface de l'isolant en parallèle (S_p $_{èl}$) :

S_p $_{èl}$ = 0.6528 m²

Pour les calculs de la résistance thermique, nous avons les principes suivants :

- L'association en série de nos parois est caractérisée par la formule suivante :

$R_{th\,s}$ = R_L + R_L + R_d + R_p {7}

Or:

Pour les cadres latérales :

✓ $R_L = R_L = \frac{\left(\frac{2e_b}{S_L \; x \lambda_b} + \frac{e_p}{S_L \; x \lambda_p}\right) x \, R_t}{\left(\frac{2e_b}{S_L \; x \lambda_b} + \frac{e_p}{S_L \; x \lambda_p}\right) + R_t}$ {8}

R_t = 26 539.2781 [°K W^{-1}]53 078.5562 [°K W^{-1}]

D'où:

$R_L = R_L$ = 2.2345 [°K W^{-1}]

Pour la porte d'ouverture :

✓ $R_p = \frac{R_{p\,i.} \; x \, R_v}{R_{p\,i.} + R_v}$ {9}

⇨ R_p = 0.4882 [°K W^{-1}]

Pour la cadre derrière :

✓ $R_d = \frac{2e_b}{S_d x \; _b} + \frac{e_p}{S_d x \; _p}$ = 1.5756[°K W^{-1}] {10}

D'où:

$R_{th\,s}$ = [(2 x 2.2345) + 0.4882+ 1.5756] [°K W^{-1}] = 6.5328 [°K W^{-1}]

$R_{th\,s}$ = 6.5328[°K W^{-1}]

- L'association en juxtaposée de nos parois (plafond et fond) est régie par la formule suivante :

$R_{th\,p} = \frac{R_P \; x \, R_f}{R_P + R_f}$ {9} f : bas-fond

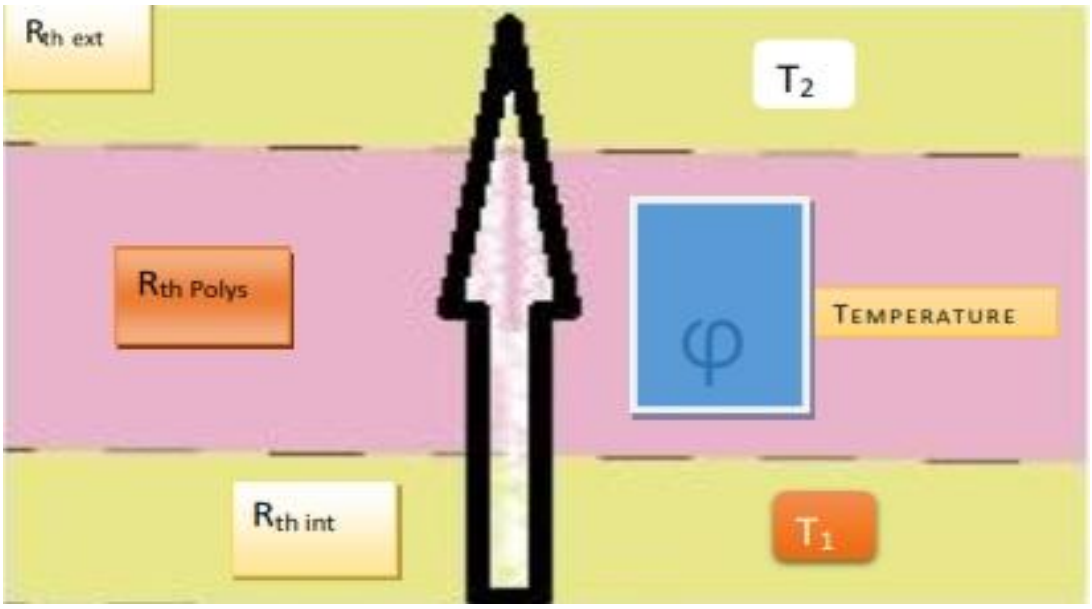


Figure 17: Transfert de chaleur par conduction (association en juxtaposition)

Avec :

$R_P = R_f$ = 1.9695 [°K W^{-1}]

D' où:

$R_{th\,p}$ = 0.9847[°K W^{-1}]

Avec :

- $R_{th\,s}$: Résistance thermique en série ;
- R_L : Résistance thermique Latérale gauche ;
- R_L : Résistance thermique Latérale droite ;
- R_d : Résistance thermique derrière ;
- R_p : Résistance thermique de la porte ;
- $R_{th\,p}$: Résistance thermique en parallèle ;
- R_P : Résistance thermique du plafond ;
- R_f : Résistance thermique du fond.

b. Calculons le flux de chaleur par conduction

$$\Phi = -\lambda . \frac{T_1 - T_2}{e} . S \qquad \{2.2.1\}$$

Equivalent à :

$$\Phi = \frac{T_1 - T_2}{R_{...}}$$

✓ Flux Φ_1 des parois en série :

Φ_1 = 2.9084 [W]

✓ Flux Φ_2 des parois en juxtaposition :

Φ_2= 19.2952 [W]

Donc le flux total de chaleur par conduction est

$$\Phi_{C_i} = \Phi_1 + \Phi_2 \quad \{11\}$$

Φ_{C_i} = 2.9084 + 19.2952

Φ_{C_i} = 22.20361 [W]

c. Calculons le flux de chaleur de chaleur par convection entre l'air intérieur et du cadre en bois intérieur (ϕ_{ci})

C'est le processus de déplacement des particules du fluide (transport macroscopique de matière) qui provoque le transfert de chaleur.

$$\phi_{ci} = h \times S \times (T_f - T) \quad \{12\}$$

Avec :

h: Le coefficient de convection de l'air

T_f: La température du fluide

T: La température du cadre en bois de pin

S: La surface du cadre intérieur en bois de pin

⇨ Calculons ϕ_{ii} le flux de chaleur par de convection entre l'air intérieur et le cadre en bois intérieur

$$\phi_{ii} = h_i \times S \times (T_f - T_{C_i}) \quad \{12.1\}$$

$$h_i = \frac{\lambda_a \ x N_u}{H} \quad \{13\}$$

Et $$R_e = \frac{H \ \rho_a x \ a}{\mu_a} \quad \{14\}$$

AN R_e= 38.71 10^3

R_e=38.71 10^3<R_e critique= 3.5 10^3 d'où le régime est laminaire[7]

Donc :

$$N_u = 0.664 \times R_e^{0.5} \times P_r^{1/3} \quad \{15\}$$

Avec $P_r = \frac{c_p \quad x\mu_a}{\lambda_a}$ {16}

P_r=0.6231

D'où N_u= 0.664 x $(38.71\ 10^3)^{0.5}$ x $(0.6231)^{1/3}$

N_u= 27.134

Nous avons alors :

h_i= 1.3567 [W m^{-2} $°K^{-1}$]

Avec :

- ϕ_{ii} = flux de chaleur par de convection entre l'air intérieur et le cadre en bois intérieur ;
- N_u= Nombre de Nusselt ;
- R_e= Nombre de Reynolds ;
- P_r= Nombre de Prandtl ;
- h_i=Coefficient de convection interne de l'air [W m-2 °K-1]
- λ_a = conductivité thermique de l'air [W m-1 °K-1] ;
- H= Hauteur du cadre [m] ;
- ρ_a= Masse volumique de l'air : 1.20 [kg m-3][8] ;
- V_a = Vitesse de l'air : 01 [m s-1][6] ;
- μ_a= La viscosité dynamique de l'air : $18.6\ 10^{-6}$[kg m-1 s-1][9] ;
- S= Surface totale du cadre intérieur.

ϕ_{ii} = h_i x S x (T_f -T_c) {12.1}

Vérifions tout d'abord les températures sur les cadres ou chaque isolant :

-T_B = température cadre en bois intérieur ;

- T_B = température cadre en bois extérieur.

Prenons alors par la valeur du flux de chaleur total par conduction qui est encore caractérisé par les températures à l'intérieur et extérieur de la couveuse pour faciliter les calculs.

$\Phi = -\lambda . \frac{T_{ii} - T_e}{e} . S$= h_i x S x (T_f -T_c)

- Pour la température cadre en bois intérieur T_B :

$\Phi = h_i$ x S x (T_f - T_B) {12.1}

$T_B = T_f - \frac{\Phi}{h_i \text{ x S}}$ {12.2}

AN:

T_B = 303.63[°K] ⌋33.48[°C]

- Pour la température cadre en bois extérieur T_B :

$\Phi = h_i$ x S x (T_B - $T_{e\ t}$)

$T_B = T_{e\ t} + \frac{\Phi}{h_i \text{ x S}}$

$S_{B\,e}$ = 3.072935 m²

D'où:

T_B = 298.47 [°K] ⌋ 25.32[°C]

Avec :

- $T_{f\,in}$ = Température du fluide intérieur ;
- T_B = Température du bois intérieur ;
- T_B = Température du bois extérieur ;
- $T_{e\ t}$= Température extérieur.

D'où pour le calcul du flux de chaleur, nous obtenons pour celui de la convection entre l'air intérieur et le cadre en bois intérieur :

ϕ_{in} = 22.2126 [W]

⇨ Calculons aussi ϕ_e , le flux de chaleur par convection entre l'air extérieur et le cadre en bois extérieur

$\phi_e = h_e$ x S x (T_B - $T_{e\ t}$) {12.1}

Supposons que le matériel va être bien installé dans un bâtiment bien protéger de tous (vent violent, ensoleillement, …), l'air à l'extérieur du matériel devra donc être calme, d'où

h_e = 2.8 à 23 et nous allons prendre 03 [W m^{-2} °K^{-1}].

Donc :

ϕ_e =49.044 [W]

Avec :

- ϕ_e = flux de chaleur par convection entre l'air extérieur et le cadre en bois extérieur ;
- h_e = Coefficient de convection externe de l'air [W m-2 °K-1] ;
- S= Surface totale des isolants [m²]

Ainsi pour les flux de chaleur par convection, nous avons :

$\phi_{ci} = \phi_{ii} + \phi_e$ {17}

ϕ_{ci} = 71.2566 [W]

d. Calculons le flux de chaleur de chaleur par rayonnement entre les surfaces planes du cadre en bois intérieur (ϕ_r)

C'est un transfert d'énergie électromagnétique entre deux surfaces séparées par le vide ou par l'air. Dans notre cas, c'est le rayonnement entre les surfaces planes du bois de pin.

La puissance rayonnée par un corps est exprimée par la loi de *Stefan-Boltzmann*:

$\phi_r = \sigma \times \varepsilon \times S \times (T_f^4 - T_{ci}^4)$ {15}

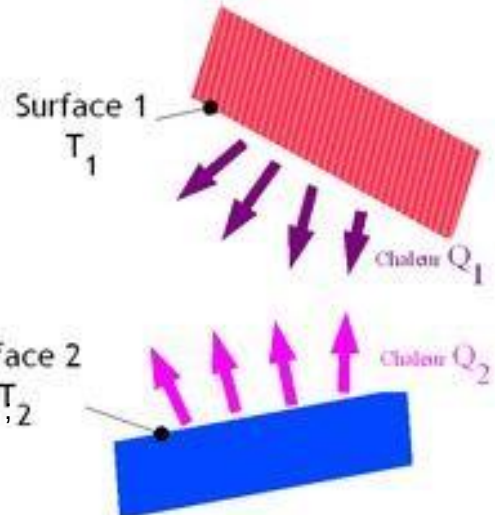


Figure 18: Transfert de chaleur par rayonnement

Source:*[10]*

Avec :

S= Surface intérieur du corps [m²];

ϕ_r= Flux de chaleur par rayonnement [W]

σ= Constante de Stefan-Boltzmann (5,6703. 10−8 [$W.m^{-2}.K^{-4}$])

ε= Émissivité du boisà la surface du matériau 0.79 ;

T_{fii} = Température du fluide loin de la surface du corps [°K] ;

T_{cii} : Température de la surface du corps [°K]

A.N :

ϕ_r = 80.4979 [W]

Par conséquent, la quantité de chaleur totale absorbée par le châssis est :

$Q_{Cha} = (\Phi_C + \phi_C + \phi_r) \times t$ {18}

Avec t : temps de chauffage = 01h

Q_{Cha} = 626 249.16 [J]

2.2. Quantité de chaleur absorbée par les accessoires ou Q_a

Nous calculerons la quantité de chaleur absorbée par les accessoires par la formule suivante:

$$Q_a = m \times C_p \times \Delta\theta$$ {01.1}

Avec $m = \rho \times V$ et $\Delta\theta = T_f - T_i$ {01.2} & {01.3}

Q : La quantité de chaleur absorbée par les matériaux en [J]

m : Masse de matériaux en [Kg]

ρ : Masse volumique du corps [Kg.m^{-3}]

V : Volume du corps [m^{-3}] ;

C_p : Chaleur spécifique des matériaux en [J. Kg^{-1} . °C^{-1}] ;

T_i : Température initiale en [°C] ;

T_f : Température finale en [°C].

a. La grille de support d'œufs

⇨ Cadre :

- Longueur : (0.46 x 02) + (0.44 x 02) [m] ;
- Largeur : (0.01) [m] ;
- Hauteur cadre de la grille : 0.02 [m] ;
- ρ_b : masse volumique du bois : 540 [kg/m^3][11] ;
- C_b : La chaleur spécifique du bois de pin: 2400 [J/ Kg/ °C][11] ;
- T_{il} :T_B : Température ambiante à Antsirabe : 20 [°C] ;
- T_f : Température finale : 39 [°C].

Q_c = m x C_p x $\Delta\theta$

Q_c = 8 864.64 [J]

⇨ Moustiquaire en plastique :

- Dimension : 0.44 [m] x 0.46 [m] ;
- Epaisseur cadre de la grille : 0.001 [m] ;
- ρ_P : masse volumique du plastique : 1190 [kg/m^3][11] ;
- $C_{p\,P}$: La chaleur spécifique du plastique: 930 [J/ Kg/ °C][11] ;
- $T_{il} = T_B$: Température ambiante à Antsirabe : 20 [°C] ;
- T_f : Température finale : 39 [°C].

Q_m = m x C_p x $\Delta\theta$

Q_m = 4 255.92552 [J]

D'où la quantité de chaleur absorbée par la grille de support d'œuf

$Q_g = Q_c + Q_m$ {19}

Q_g = 8 864.64 [J] + 4 255.92552 [J] =13 120.56552 [J]

Q_g = 13 120.56552 [J]

b. Le support de la grille

⇨ Support :

- Longueur : (0.67 + 0.67) [m] ;
- Largeur : 0.02 [m] ;
- Hauteur support du cadre de la grille : 0.04 [m] ;
- ρ_b : masse volumique du bois : 540 [kg/m^3][11] ;
- C_b : La chaleur spécifique du bois de pin: 2400 [J/ Kg/ °C][11] ;
- T_{il} :T_B : Température ambiante à Antsirabe : 20 [°C] ;
- T_f : Température finale : 39 [°C].

Q_s = m x C_p x $\Delta\theta$

Q_s = 26 396.928 [J]

D'où la quantité totale de chaleur absorbée par les accessoires est :

Q_a =(Q_g + Q_s) x 2

Q_a = 79 034.98704 [J] {20}

Nous obtenons alors la quantité totale (déperdition) de chaleur par la relation suivante :

$Q_p = Q_{cha} + Q_a$ {21}

Q_p = 705 284.147[J]= 705.284 [KJ]

Ainsi, nous en déduisons alors la quantité de chaleur utile pour le bon déroulement et fonctionnement de notre couveuse :

$Q_u = Q_{néc} + Q_p$ {22}

Q_u = 777160.0586 [J] = 777.160 [KJ]

3. Puissance de la résistance chauffante requise pour le préchauffage de la couveuse P_R

$P_R = \frac{Q_u}{t}$ {23}

Avec t : temps de préchauffage = 01 heure

$$P_R = \frac{7 \quad .0 \quad [J]}{3 \quad [s]}$$

P_R = 215.8777 [W]

Donc pour le projet, nous prendrons une résistance d'une puissance entourant le 250 W.

4. Puissance dissipée par l'air du ventilateur

$P_v = D_e \times C_{p\,a} \times (T_{a\,i} - T_{a\,e})$ {24}

Avec :

D_e est le débit d'air qui est donnée numériquement par D_e= 1,62 [m^3/h][5].

Ce débit a été conçu par le constructeur du ventilateur. Donc il est fixé quel que soit le volume de la couveuse, or 1m^3 d'eau≈ 1000 kg donc D_e= 1620 [kg/h].

Cp_a: La chaleur spécifique de l'air : 1005 [J. Kg^{-1}. °C^{-1}][12]= 0.2792 [Wh. Kg^{-1}. °C^{-1}];

$T_{a\,i}$: Température de l'air intérieur= 39 [°C] ;

$T_{a\,e}$: Température de l'air intérieur= 20 [°C].

A.N :

P_v = 8593.776[W]

II. QUANTITE DE CHALEUR NECESSAIRE PENDANT L'INCUBATION (21jours)

La sensibilité de la température est de : 0.5°C, c'est-à-dire que la variation de la température est comprise entre 38.5 à 39 °C.

1. Hypothèses

- Ce système est isolé thermiquement du fait de la présence des isolants qui lui sert de châssis (bois de pin et polystyrène) ;
- C'est un système ouvert car il y a présence d'ouverture de aération (entrée et sortie d'air) ;
- La variation de température (sensibilité) est de $\pm$ 0.5°C

2. Calcul

$$Q = m\ c\ \Delta\theta \qquad \{1.1\}$$

En dérivant, nous avons :

$$Q^* = m^* \text{ x c x } \Delta\theta \qquad \{25\}$$

Avec :

$$m^* = \frac{d}{d} \qquad \{25.1\}$$

D'où

$$m^* = \text{v } \rho \text{ s} \qquad \{25.2\}$$

Avec

- Q^*= Puissance thermique
- v : vitesse d'air : 01 [ms^{-1}];
- ρ : Masse volumique de l'air : 1.2 [Kg m^{-3}] ;
- s : section des trous d'entrée d'air : 3.14 .10^{-4} x 06 [m²].

A.N :

m^*= 22.608 .10^{-4} Kg s^{-1}

D'où:

Q^*=11 360.52 .10^{-4}[J s^{-1}]= 1.136052 [J s^{-1}]

Pour t_{ji} = 21 js = 1 814 400 [s]

Donc pour 21 jours d'incubation, l'énergie consommée Q_{ji} :

$$Q_{ji} = Q^* \text{ [J s}^{-1}\text{]} \times t_{ji} \text{ [s]} \quad \{23.1\}$$

A.N :

$$Q_{ji} = 2\,061.253 \text{ [KJ]}$$

Donc, la consommation requise pendant 21 jours est égale P_{ji} :

$$P_{ji}\ [K\ h] = \frac{Q_{ji}}{3} \quad \{23\}$$

$$P_{ji}\ [K\ h] = \frac{20\ .2\ [\text{K}]x\ 0\ [K\ h]}{3\ [\text{K}]} = 0.572570 \text{ [KWh]}$$

$$P_{ji} = 0.572570 \text{ [KWh]} = 573 \text{ [Wh]}$$

2018

PARTIE III :

PHASE DE REALISATION

PARTIE III : PHASE DE REALISATION

CHAPITRE I : DESSIN ASSISTE PAR ORDINATEUR

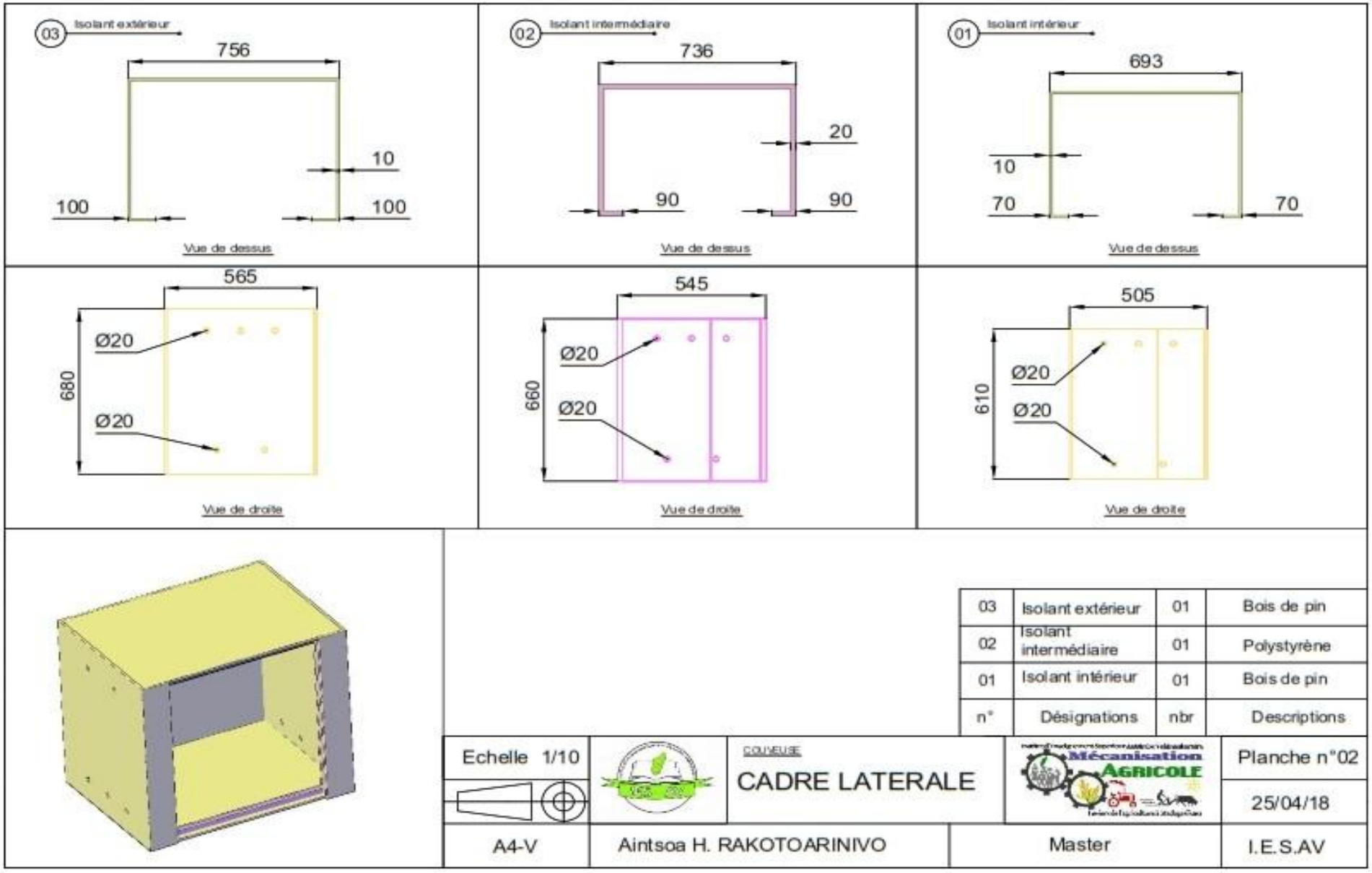
I. CADRE OU CHASSIS

La dimension du châssis jaillissait toujours du point de vue dessin technique de cause des petits écarts entre les mesures requises d'après le calcul et de la faisabilité d'après ceux observés dans le dessin.

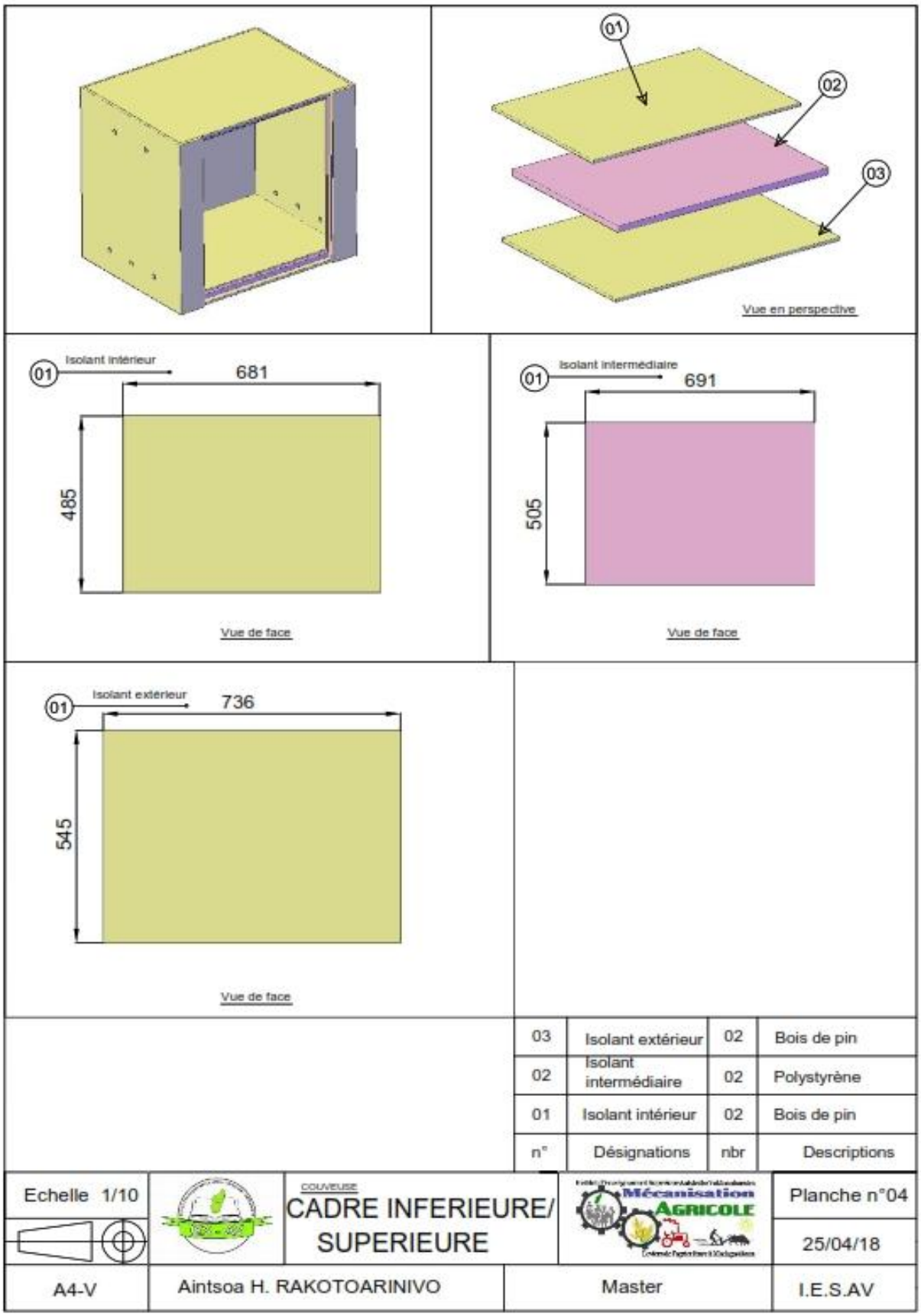
Dans cet ordre aussi, au terme du dessin, nous pouvons déjà constater sur les différentes vues la faisabilité du projet même.

Donc des corrections ont été faites tout au long de la réalisation du dessin que ce soit du point de vue forme ou aussi de mesure.

1. Cadre latérale


03 Isolant extérieur
756
10
100
100
Vue de dessus
02 Isolant intermédiaire
736
20
90
90
Vue de dessus
01 Isolant intérieur
693
10
70
70
Vue de dessus
565
Ø20
680
Ø20
Vue de droite
545
Ø20
660
Ø20
Vue de droite
505
Ø20
610
Ø20
Vue de droite
03 Isolant extérieur 01 Bois de pin
02 Isolant intermédiaire 01 Polystyrène
01 Isolant intérieur 01 Bois de pin
n° Désignations nbr Descriptions
Echelle 1/10
COUVEUSE
CADRE LATERALE
Mécanisation AGRICOLE
Planche n°02
25/04/18
A4-V
Aintsoa H. RAKOTOARINIVO
Master
I.E.S.AV

2. Cadre inférieur et supérieur



II. ACCESSOIRES

L'accessoire garantie le nombre d'œuf incubable dans la couveuse. Ces dernières sont : la porte-œufs muni d'une cadre, le support de la porte-œuf, et les séparateurs. Il existe encore d'autres composantes des accessoires mais ce sont ces dernières, stipulés ci-avant qui nous intéressent pour le dimensionnement de notre projet. En effet, c'est par ces pièces que partent le dimensionnement principale de la couveuse d'où l'intérêt de sa définition dès le début.

1. La porte-œuf

Elle sert à supporter le poids de l'œuf. Son volume doit alors suffire à englober celles des œufs à incuber;

2. Les séparateurs

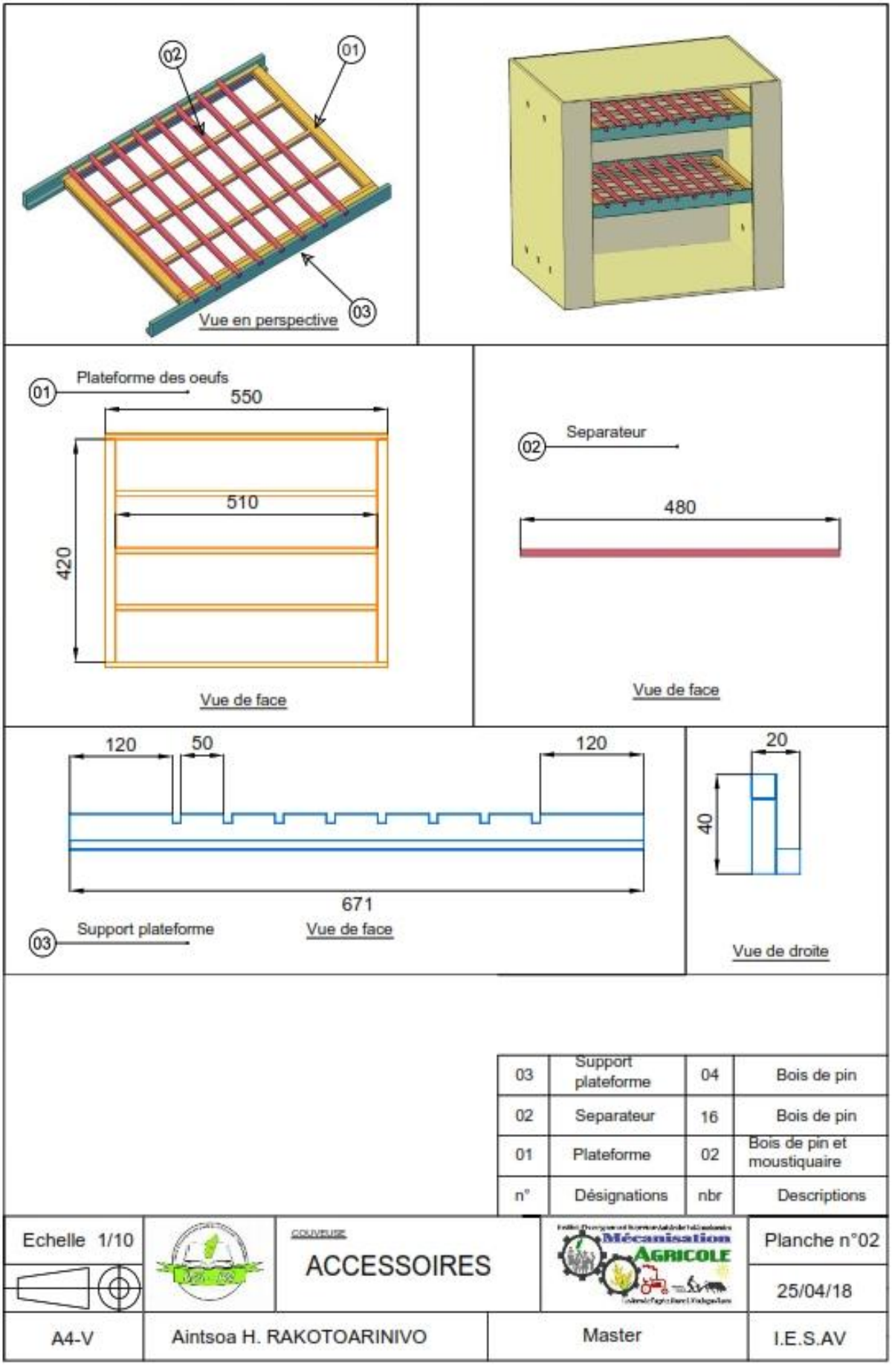
Ils servent uniquement à séparer distinctement les œufs sur différentes colonnes. En même temps, ils bloquent aussi les œufs d'une colonne pour ne pas ruer sur d'autre colonne lors des retournements ;

3. Les supports du cadre

Ils servent à supporter tout d'abord tous les poids des équipements (cadre, séparateur,…), ceux des œufs à incubés et ensuite à faire coulisser le tout lors des retournements.

Ces accessoires ont été étudiés selon leur ordre de définition précité ci-dessus. Toutes les épaisseurs des cadres et supports ont été fixés à 01cm. Apres avoir matérialisé les portes-œufs, et les séparateurs, nous avons placé leurs supports afin de voir son aspect sur le dessin. Les formes et dimensions lors de l'étude de départ ont été donc modifiées pendant la capitalisation des supports sur le dessin du châssis intérieur de la couveuse.

Donc la réalisation du dessin technique du matériel a permis de mieux préciser les dimensions requises pour la fabrication de la couveuse et de ces accessoires.



03	Support plateforme	04	Bois de pin
02	Separateur	16	Bois de pin
01	Plateforme	02	Bois de pin et moustiquaire
n°	Désignations	nbr	Descriptions

Echelle 1/10	COUVEUSE ACCESSOIRES		Planche n°02
			25/04/18
A4-V	Aintsoa H. RAKOTOARINIVO	Master	I.E.S.AV

CHAPITRE II : METHODES ET FABRICATION

I. CHASSIS

Le châssis est le foyer où nous allons incuber les œufs. Il doit être compact, ferme, et surtout capable de retenir et en même temps empêcher les mouvements de la chaleur, que ce soit de l'intérieur vers l'extérieur et vice versa. Ainsi, nous pouvons maitriser les conditions thermiques au sein de la couveuse.

1. Méthode

Le principe est d'obtenir une boite composé de 03 couches isolantes qui sont :

- 1ère couche isolante (face intérieure) : un morceau de planche de bois de pin assemblé en une seule plaque ;
- 2ème couche isolante (face intermédiaire) : une plaque de polystyrène venant des restes des emballages des produit vendus auprès des grands magasins;
- 3ème couche isolante (face extérieure) : un morceau de planche de bois de pin assemblé en une seule plaque.

2. Fabrication

2.1. Constitution des plaques (destinées pour les faces intérieur et extérieur) en bois

Pour les plaques de bois de pin, nous avons exécutés plusieurs opérations :

- 1ere opération : raboter la planche jusqu'à obtenir une épaisseur de 01cm ;
- 2ème opération : faire une cannelure de 08mm de profondeur et 03mm de largeur tout au long de la planche ;
- 3ème opération : former une petite languette de 03cm d'épaisseur, 01.5 cm de large et avec une longueur variable ;
- 4ème opération : couper les planches selon les longueurs voulues ;
- 5ème opération : coller et assembler les planches par le biais des languettes selon les dimensions (largeur) rechercher. Donc divers matériel ont été aussi nécessaires comme de la colle à bois, des clous (pointe 2 et 3), des presses, et d'autres.

Après ces cinq opérations, nous sommes passés à l'étape de découpage selon les dimensions stipulées dans le dessin (DAO) pour continuer avec la pré-finition (polissage avec du papier verre grossiers) des plaques finies.

2.2. Morcellement des plaques en polystyrène

Les plaques en polystyrène sont destinées à être place entre les deux plaques en bois de pin. Nous avons alors choisi d'employer des grandes plaques ayant une largeur minimum de 40 cm avec une épaisseur de 02 cm.

Ils ont subis une opération de découpage avec quelques millimètres de près des mesures stipulées dans le dessin en prenant compte des épaisseurs des plaques en bois des deux faces.

2.3. Constitution du cadre

Pour l'assemblage des isolants du cadre, nous avons commencé par celui de faces intérieures. Puis les polystyrènes et bois de face extérieure ont été tout de suite assemblé à chaque face y correspondante.

Les isolants assemblés, nous avons percé à l'aide d'une perceuse électrique le châssis pour faire les trous d'aération qui serviront d'entrée et de sortie d'air.

3. Matériels employés

Lors de la fabrication du châssis nous avons utilisé plusieurs matériels afin de faciliter notre tâche et de perfectionner notre travail :

- Raboteuse électrique équipé d'un moteur de 03 Ch. : affiner chaque planche de bois de pin jusqu'à ce que leurs épaisseurs atteignent 01 cm ;
- Scie/ circulaire équipé d'un moteur électrique 02 Ch. : faire les cannelures de 08mm dans chaque planche en bois de pin et tracer aussi les languettes pour assembler les différentes planches, couper chaque face à leurs dimensions finales respectives ;
- Presse métallique : presser les planches rassemblées pour minimiser les écartements et garder ces dernières immobile pendant un certain d'accolage ;
- Marteau et maillet : aider à assembler les plaques en bois ;
- Scie manuelle, lames à rabot : couper/ enlever les petits imperfections ;
- Rabot manuel : planer les côtés de chaque planche à assembler, enlever les petits débordements de mesure finale ;
- Meule électrique : faire la finition des bois assemblés.

II. ACCESSOIRES

Les accessoires sont des petits matériels qui participeront directement à supporter les œufs. Ils sont composés de :

- Porte-œufs ;
- Séparateurs ;
- Support de la porte-œuf.

1. Méthode

Pour la bonne marche et fonctionnement de la couveuse, ses accessoires sont vraiment nécessaires. Ils participent à la fois aux supports des œufs et à leurs retournements aussi.

Les intrants utilisés pour leurs fabrications ont été assemblés un à un selon les mesures relevés dans l'étude et des dessins techniques.

2. Fabrication

Nous avons fabriqué plusieurs tiges de 01cm de large et d'épaisseur avec diverses longueurs. Ces tiges ont été coupées selon les mesures adaptées aux cadres et aux séparateurs. Trois tiges ont été aussi mises en place au-dessous de chaque cadre afin de mieux supporter les poids des œufs.

Lors de la fabrication, nous avons employé de la moustiquaire en plastique comme grilles-support des œufs à l'intérieur de la cadre.

Dans la réalisation de son support (cadre), nous avons dû modifier son largeur (hauteur de 04cm au lieu de 03cm) afin de respecter l'écartement en hauteur du cadre et des séparateurs.

Nous avons aussi diminué l'épaisseur de 0.5cm du support pour affaiblir les frottements entre la cadre, le support, et les séparateurs.

3. Matériels employés

Pour la conception des tiges de 01cm d'épaisseur et de largeur, nous avons utilisé une machine circulaire actionnée par un moteur de 02 Ch.

Pour le retournement, nous avons utilisé : des séparateurs en tige de 01cm de large et d'épaisseur à fixer sur le support de la plateforme. Puis la plateforme est attachée avec des fils connecteurs fixé au servomoteur.

Divers petits matériels/ outils tels que les marteaux, les scies, couteaux, ciseaux, et autres ont été utilisés pour la fabrication de ces accessoires.

III. INSTALLATION DES EQUIPEMENTS

1. Equipement électrique

Les équipements électriques ont eu pour objectifs de conduire l'énergie électrique aux matériels à alimentation électrique au sein de la cadre de la couveuse afin de la chauffer.

Nous avons donc assemblé plusieurs éléments à alimentation ou conducteurs d'électricités :

- Résistance chauffante (288W/ 220V) ;
- Ventilateur ;
- Fil conducteur (2 x 2.5) ;
- Adapteur 12V ;
- Adapteur 09V ;
- Adapteur 05V ;
- Relais 220 – 240V/ 12V ;
- Relais 220 – 240V/ 05V ;

- 05 LED de couleur : Blanc, Jaune, Bleu, Vert, et Rouge ;
- Attaches ;
- Prise mâle, ...

REMARQUE :
La recherche de :

- *la résistance chauffante environnant la puissance qui nous est requise, est vraiment très difficile et même inaccessible à l'état neuf à Madagascar. D'où notre achat de matériel d'occasion qui se fait rare aussi dans l'île ;*
- *De ventilateur assez puissant pour satisfaire la convection d'air dans la couveuse est assez rude dans les marchés à Antsirabe. Il en est de même pour les adapter qui conviennent à leurs alimentations. Un seul magasin en dispose mais leurs prix restent chères (40 à 120 milles Ar pour le ventilateur et 30 à 80 milles Ar pour les adapter).*

2. Matériels de régulation

2.1. Arduino

L'Arduino est un microcontrôleur qui est employé pour contrôler (programmer) diverses conditions nécessaires au bon fonctionnement d'un matériel utilisé.

L'Arduino est un matériel de programmation qui consiste à commander et à contrôler les consignes bien stipulés au préalable selon les fonctionnements requis.

L'Arduino est un élément essentiel aux programmations des équipements et de divers matériels nécessaires aux bons fonctionnements de la couveuse même. Nous parlons ici des divers matériels suscités dessous :

- Matériels de régulations de la température ;
- Matériels de régulations de l'humidité ;
- Matériel de ventilation ;
- Matériels de régulations du servomoteur.

Lors de la mise en marche d'un Arduino, c'est lui qui transforme les informations de commande de l'opérateur et envoi ces ordres vers les équipements/ matériels destinataires qui les exécutent.

Nous allons donner ci-après quelques exemples sur son fonctionnement :

- C'est par la commande que transmette l'Arduino qui allume ou non les relais selon les directives bien précisées auparavant selon l'ordre donné par l'opérateur et suivant les conditions techniques exigées ;
- En outre, c'est lui aussi qui envoie les informations nécessaires pour les commandes du servomoteur. En effet c'est lui qui actionne par ses commandes les transmissions nécessaires aux retournements des œufs à incubés.

L'Arduino entant que logiciel de commande de nouvelle génération a besoin de beaucoup de savoir-faire, et aussi d'appui du niveau mises à jour des logiciels de commande car tous ces domaines d'interventions possèdent en elles-mêmes ces propres organismes concepteurs. D'où la nécessité de minimum de compétence pour la recherche sur la manipulation du logiciel-même et des équipements y afférents.

2.2. Servomoteur

Le servomoteur a pour principale rôle de participer activement aux retournements des œufs à incuber. Le principe est tel que le servomoteur a pour rôle de tirer les portes-œufs sur une distance de 06.5 à 07 cm de son emplacement d'origine. Par ce transmission, ce matériel fait un mouvement de va et vient sur une trajectoire longitudinale de son support qui se trouve le long de la couveuse. Les séparateurs de 01 cm de large, et qui se positionnent tous les 05cm le long de la porte-œuf bloquent les œufs de chaque colonne et de ce fait participe aux retournements de chaque œuf.

Les principales actions en corrélations avec les équipements rattachés au servomoteur ont été donc de :

- Chercher un engrainage compatible avec la sortie du servomoteur, donc rechercher un accessoire capable de satisfaire notre besoin par rapport aux mouvements du matériel. Pour notre cas, nous avons cherché un disque d'environ 16 cm de diamètre, compatible avec l'engrainage de notre servomoteur de capacité de 13Kg. Son diamètre est requise pour tirer un câble d'espacement de 08cm qui correspond au retournement de l'œuf à environ le demi de son circonférence c'est-à-dire à 180° de son emplacement d'origine ;
- Alléger le noyau du disque pour faciliter sa fixation au servomoteur ;
- Adapter les engrainages à un fil de canne à pêche raccordé aux portes œufs qui va afin de tirer ces derniers à une distance environnante de 07 à 08cm. Notons bien que ces fils sont couverts avec de gaine en plastique vers l'extérieur du châssis pour minimiser leur amortissement d'utilisation ;
- De pièces ont été ajouté pour améliorer le parallélisme des mouvements des fils avec le disque incorporé avec le servomoteur ;
- Les gaines contenant les fils ont été fixées avec des attaches.

Tout au long de ces installations et adaptations, nous avons toujours essayé en même temps de tester le fonctionnement du servomoteur :

- Au début, le matériel a eu besoin de petit rodage pour bien optimiser son fonctionnement ;
- A chaque mise en place, des essaies ont été faites pour améliorer la tension le plus favorable du câblage et du degré de rotation du matériel ;
- A la fin et après de tous les essais, nous avons satisfait le parallélisme du mouvement des câbles par rapport au matériel et constatés que ses angles de rotation sont de 180° et de 15°.

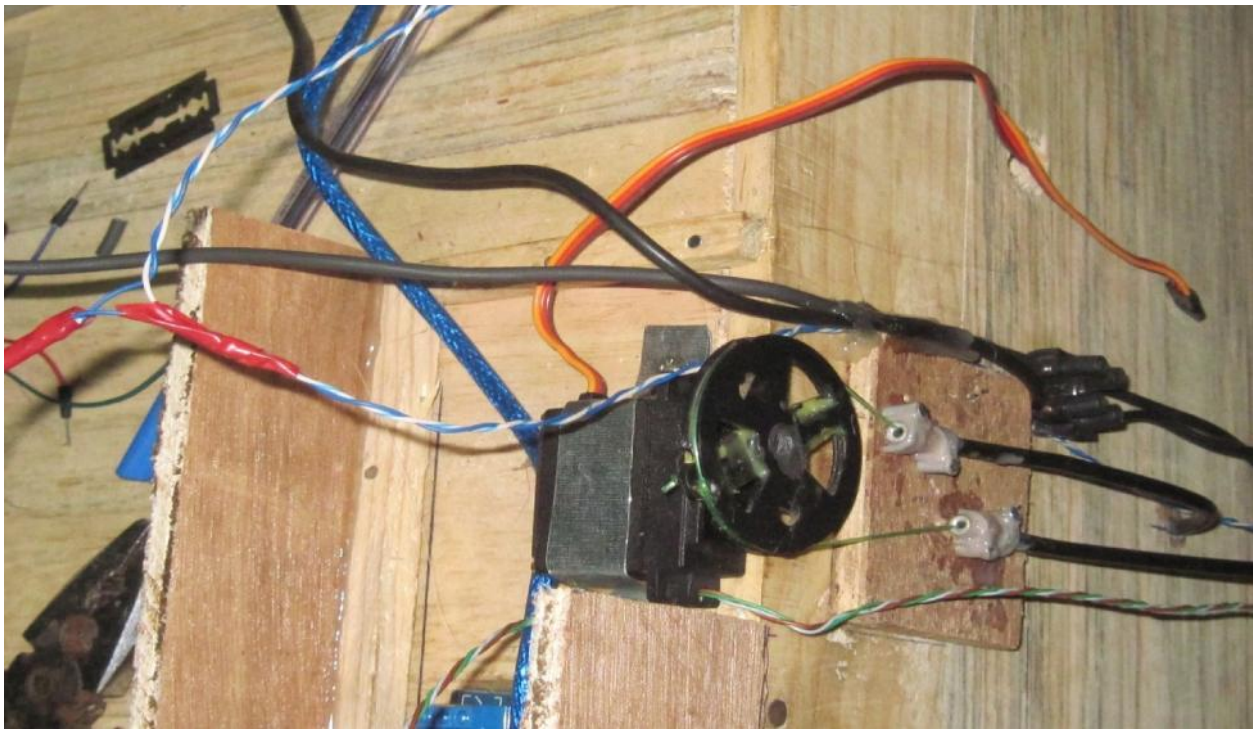


Figure 19: Mise en place du servomoteur

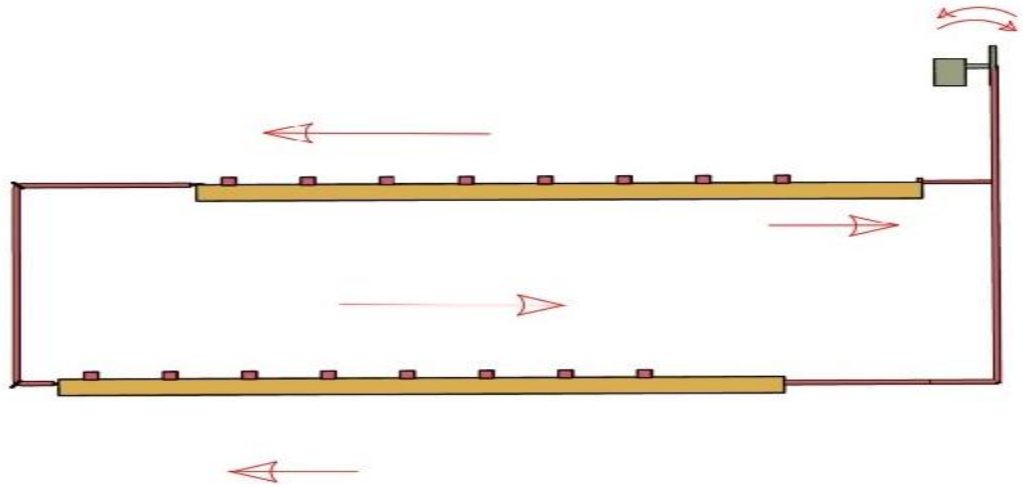


Figure 20: Mouvement de retournement avec le servomoteur

2.3. Le capteur d'humidité et de température

Cette pièce/ équipement est vraiment primordiale pour les suivis et contrôles de la température ainsi que du pourcentage de l'humidité relative à l'intérieur de la couveuse.

Dans notre pays, il est difficile sinon très rare de trouver une telle pièce dans les marchés. Celle que nous avons tout au moins trouvé et disponible a été celle qui incorpore les deux capteurs. Nous avons donc été obligé de nous adapter avec ce matériel et ainsi de raccorder ces deux capteurs afin d'en rallonger leurs portés. Ceux-ci ont été donc effectués avec des fils venant des câbles de fils réseaux internet occasion et ont été placés à l'intérieur de la couveuse entre les deux portes-œufs.

Afin de suivre l'évolution de la température et de l'humidité au sein de la couveuse, nous avons rattaché à l'humidimètre un écran LCD à double ligne et de 16 caractères. Pour l'installation et fonctionnement de ces deux matériels, nous leurs avons incorporé une autre module appelée I2C. Ce dernier module est nécessaire afin de l'adapter aux 08 ports de sortie de l'écran vers l'Arduino et afin de bien gérer les ports d'entrée de ce dernier.

En sus de ces installations matérielles, ils n'ont pas encore fonctionné correctement car pour leurs programmations, il est encore nécessaire d'installer plusieurs logiciels et mises à jour y afférents. Nous avons donc été obligés de faire plus de recherche sur ces problèmes sur l'internet et enfin installés tous les éléments manquant.

2.4. Les équipements/ matériels de régulation

Pour le bon fonctionnement de l'automatisation voulue, plusieurs matériels et équipements sont nécessaires :

- Arduino UNO ;
- Bread Board ;
- Capteur de température et d'humidité : DHT 11-12 ;
- Servomoteur 180° de type SG 90 ;
- Ecran LCD ;
- Adapter LCD I2C ;
- Les LEDs ;
- Les résistances ;
- Adapter 05V ;
- Les câbles connecteurs.

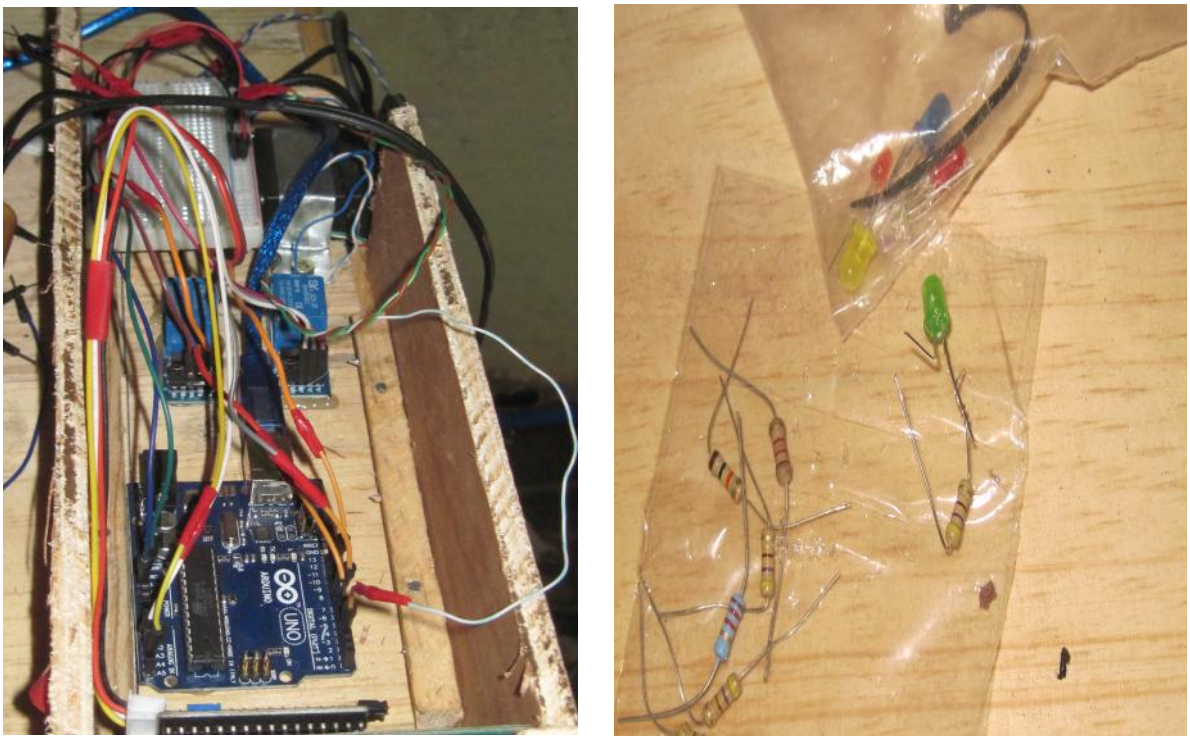


Figure 21: Installation des équipements de régulation

CHAPITRE III : SUIVI DE L'EXPERIMENTATION

I. TEST TEMPERATURE

1. Actions effectuées

Après avoir fait l'installation des matériels/ équipements de son commande, nous avons réalisé plusieurs tests afin d'obtenir les meilleures conditions d'incubation :

1.1. Vérification de la véracité des donnés du capteur

Nous avons fait une comparaison des températures captées par trois types de thermomètre : thermomètre du capteur électronique, un thermomètre à affichage numérique (digital display thermomètre), thermomètre à mercure (utilisation sanitaire).

Tableau 6: Comparaison de l'exactitude des thermomètres

Lieux de prélèvement ➡	Centre couveuse	Résistance et Ventilateur	Plateforme 1	Plateforme 2
Thermomètre couveuse	38.7	38.9	38.0	38.1
Thermomètre à sonde	40.7	44.6	38.7	38.3
Thermomètre à mercure	38.1			

Source: Auteur

1.2. Relevé des températures d'une poule couveuse

Pour vérifier la fidélité de notre capteur de température, nous avons fait un prélèvement de température sur une poule couveuse. Pour cela, nous avons donc prélevé la température au centre des œufs qu'elle couve. Ces prélèvements ont été effectués cinq (05) fois par jour : le matin, le midi, le soir (18 heures), et les intervalles de trois heures du matin et de l'après-midi.

Tableau 7: Prélèvement température dans une poule couveuse

	Jour 01					Jour 02					Jour 03				
Heures	06h	09h	12h	15h	18h	06h	09h	12h	15h	18h	06h	09h	12h	15h	18h
T°	35.3	33.9	34.5	35.2	35.9	35.9	34.8	36.9	34.2	35.0	30.9	32.7	34.2	34.6	35.1

Source: Auteur

1.3. Essai sur le fonctionnement de la couveuse

Durant le fonctionnement de la couveuse, notre constatation est que la variation de flux d'énergie (électricité) venant de la JIRAMA (surtension et sous-tension) porte atteinte au bon fonctionnement des matériels de régulation. Ainsi nous avons observé que dès qu'il y a variation de flux, l'ordre venant de la commande de l'Arduino est erroné d'où une montée excessive de la

température allant quelque fois jusqu'à 45 °C. Lors des deux jours d'essais, nous avons observé 06 (six) défaillances du programme de régulation :

- L'affichage a été erronée : température 0.1 °C ;
- Le programme ne démarre pas ;
- Le nouveau programme ne peut être téléversé.

1.4. Constatation des temps de fonctionnement des résistances chauffantes

Lors de ce test, les résistances chauffantes de la couveuse et celle du bac à eau ont été branchées en dérivation afin d'augmenter la tension de chacun. Le temps de préchauffage de la couveuse n'a plus duré qu'une demi-heure. Les résultats du préchauffage étaient les suivants :

Tableau 8: Résultat du préchauffage de la couveuse

	Heures	Températures	Humidité
Début	10 heures 43 minutes	24.6	84
Fin	11 heures 10 minutes	38.9	56.9

Source: Auteur

Ensuite, quand la couveuse atteint la température de préchauffage (la température était de 38.9°C), nous avons prélevé les intervalles des durées de marche et arrêt des résistances chauffantes afin d'avoir une idée des totales des temps de marche de ces dernières et ainsi avoir une estimation de la consommation énergétique de la couveuse pendant toute de la durée de l'incubation.

Tableau 9: Premier essai du Thermostat et relevé des temps de marche et arrêt des résistances après préchauffage

Température	37.2	43.9	37.3	43.7	35.3	40.9
Heures de marche		13h19		13h 47		14h 30
Heures d'arrêt	13h 15		13h 43		14h 27	

Source: Auteur

Tableau 10: Deuxième essai du thermostat et relevé des temps de fonctionnement des résistances chauffantes après rectification

Température	31.3	38.2	30.9	39.2	31.9	39.3
Heures de marche		19h 23		19h 40		19h 59
Heures d'arrêt	19h 19		19h37		19h 55	

Source: Auteur

Après avoir vu les temps de fonctionnement des résistances en utilisant le thermostat, nous avons aussi vérifié ces temps en utilisant le matériel de régulation ARDUINO.

Tableau 11: Temps de fonctionnement des résistances chauffantes de la couveuse (régulation par ARDUINO)

Etat	Temps de fonctionnement en seconde (s)						Total (s)
Marche	-	61	-	59	-	53	173
Arrêt	275	-	269	-	265	-	809
DUREE TOTALE DE L'ESSAI							982

Source: Auteur

Tableau 12: Temps de fonctionnement de la résistance chauffante de l'eau (régulation par ARDUINO)

Etat	Temps de fonctionnement en seconde (s)					Total (s)
Marche	-	149	-	122	-	271
Arrêt	224	-	196	-	194	614
DUREE TOTALE DE L'ESSAI						885

Source: Auteur

2. Mesures prises

Nous avons changé la résistance chauffante (rigide) de la couveuse en résistance spirale soupe au nombre 04 en 1000 W chacune qui sont montées en série.

Pour prévenir les risques de sur chauffage de la couveuse à cause des variations du flux d'électricité du JIRAMA, nous avons préféré commander les résistances chauffantes de la couveuse par une pièce de commande appelé THERMOSTAT.

A la fin, vu les trop d'écart entre les températures (de 30.9 à 39.3) aux arrêts et mise en marche du thermostat, nous sommes revenus améliorer l'exploitation de l'ARDUINO UNO pour la régulation de température. Pour y parvenir, nous avons changé son alimentation de 05V avec une alimentation plus grande qui est de 09V car son plage peut varier et accepter une tension de 05 à 09 V.

II. TESTS D'HUMIDITE

1. Tests effectués

Lors des deux premiers jours, nos essais ont porté ces fruits : la température et l'humidité évoluent très bien et correspondent aussi avec les conditions requises pour l'incubation d'œuf.

1.1. Tests d'humidité avec un Bac à eau

Nous avons fait des tests d'humidité sans bac à eau associé à la mise en marche du ventilateur en même temps. Ceci a pour but de savoir si l'existence de bac à eau dans la couveuse influe sur le pourcentage de l'humidité à l'intérieur.

Tableau 13: Test d'humidité sans bac à eau mais avec ventilateur

Temps	Humidité (%)	Température (°C)
13 heures 06	52.40	38.7
13 heures 14	51.90	38.6
13 heures 40	49.00	38.5
13 heures 54	48.00	38.4
14 heures 06	46.90	38.7
14 heures 27	46.40	38.7
14 heures 41	46.20	38.7
14 heures 54	46.30	38.4
15 heures 14	45.70	38.7
15 heures 38	45.20	38.4
15 heures 55	44.60	38.6
16 heures 18	44.00	38.5
16 heures 40	43.80	38.7
16 heures 49	43.60	38.7
17 heures 02	43.40	38.6

Source: Auteur

1.2. Tests d'humidité avec deux Bac à eau

Puis nous avons donc mis deux bacs à eau lors de cette expérimentation dans l'espérance d'augmenter l'humidité dans la couveuse.

En principe, l'humidité devra pour cette expérience augmenter par rapport à celle au-dessus

Tableau 14: Test d'humidité avec deux bacs d'eau et ventilateur

Heures	Humidité (%)	Température (°C)
15 heures 59	54.10	26.3
16 heures 25	46.80	36
16 heures 36	46.00	37.6
16 heures 53	45.60	39.2
17 heures 16	43.70	38.8

Source: Auteur

1.3. Test d'humidité avec l'utilisation d'une résistance chauffante dans un Bac à eau

Dans ce test, nous avons changé la résistance chauffante de la couveuse par 04 résistances chauffantes spirales de 1000 Watt chacune branché en série et la résistance chauffante employée auparavant a été utilisée pour chauffer l'eau de la BAC à EAU. Cette

dernière a aussi été branchée en série avec les résistances spirales. Les résultats obtenus sont les suivants

Tableau 15: Test d'humidité avec bac à eau chauffé par une résistance

Statut chronomètre				
Durée en seconde	Durée en minute	Durée en heure	Humidité (%)	Température (C)
5,16	0,09	0,00	65.3	23.6
50,01	0,83	0,01	65.5	23.8
1 234,61	20,58	0,34	74.1	27.7
1 640,33	27,34	0,46	75.6	28.6
2 015,49	33,59	0,56	76.7	29.4
2 419,15	40,32	0,67	77.3	30.1
14 689,33	244,82	4,08	79.0	39.1
15 170,51	252,84	4,21	78.9	39.2
15 515,06	258,58	4,31	78.8	39.1
15 649,62	260,83	4,35	78.8	39.2
15 784,18	263,07	4,38	78.8	39.2
15 920,79	265,35	4,42	78.8	39.2
15 994,19	266,57	4,44	78.6	39.2
16 039,04	267,32	4,46	78.6	39.2
16 085,94	268,10	4,47	78.7	39.3

Source: Auteur

1.4. Test d'humidité en régulant le fonctionnement de la résistance chauffante dans le Bac à eau

Pour cette dernière expérimentation sur l'humidité, nous avons branché en dérivation la résistance chauffante de l'eau et celles de la couveuse, et régulé par l'ARDUINO la première quand l'humidité atteint la valeur de 46%. Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 16: Test d'humidité avec résistance bac à eau régulé par ARDUINO

Statut chronomètre				
Durée en seconde	Durée en minute	Durée en heure	Humidité (%)	Durée en minute
1,08	0,02	0,00	56.9	39.8
1 791,19	29,85	0,50	53.4	39.4
1 836,04	30,60	0,51	54.1	39.2
1 868,66	31,14	0,52	54.7	39.4
1 901,29	31,69	0,53	54.6	39.7
1 921,68	32,03	0,53	54.5	39.9
1 929,83	32,16	0,54	54.4	39.9
1 954,30	32,57	0,54	54.1	39.8
1 962,45	32,71	0,55	54.1	39.8
1 986,92	33,12	0,55	53.9	39.7
2 033,81	33,90	0,56	53.2	39.4
2 035,85	33,93	0,57	53.2	39.4
2 041,97	34,03	0,57	53.2	39.3
2 050,12	34,17	0,57	53.3	39.3
2 058,28	34,30	0,57	53.5	39.3
2 066,43	34,44	0,57	53.6	39.2
2 074,59	34,58	0,58	53.8	39.2
2 082,74	34,71	0,58	54.0	39.2
2 090,90	34,85	0,58	54.2	39.3
2 099,06	34,98	0,58	54.3	39.3
2 101,09	35,02	0,58	54.4	39.4

Source: Auteur

2. Mesure prise

Pour la peine, nous avons pensé que le ventilateur n'est pas assez puissant pour dissiper convenablement l'air dans la couveuse donc nous avons cherché et remplacer celui d'auparavant par un autre plus grand et plus puissant.

Par la suite, nous avons installé et ajouté dans la couveuse un BAC À EAU d'un volume de 0.0023 m^3 dont l'eau qu'il contient est chauffée par intermittences par une résistance chauffante.

III. TESTS RETOURNEMENTS

1. Tests effectués

Lors de ce test, nous avons raccordé le servomoteur et les plateformes d'œufs avec un câble connecteur issu d'un fil d'une ligne. Sur cette opération, les plateformes font des mouvements de va et vient et les œufs se tournent sur lui-même car leurs déplacements sont empêchés par les séparateurs.

Le mécanisme est bon mais le servomoteur présentait de petite défaillance. Le servomoteur même avec une capacité nominative de 15Kg n'arrivait pas à tracter les deux plateformes porteuses d'œufs.

Nous avons aussi fait un test de mesure d'angle afin d'obtenir la distance ou écartement voulu pour le mouvement des plateformes d'œufs. Les résultats que nous avons obtenus dans nos essais sont :

- La distance du déplacement nécessaire des plateformes est de 08 cm ;
- Le mouvement de rotation du servomoteur est de 180° mais lors de nos essais, il suffit de le programmer de 10° à 180°.

2. Rectifications apportées

Nous avons donc changé le servomoteur et aussi ajouté des petites roulettes issues de radio cassettes les plateformes afin d'alléger ses mouvements et aussi affaiblir les forces de frottement.

Nous avons aussi employé un fil de ligne plus fin et l'a protégé par une gaine en plastique afin d'améliorer la fluidité de mouvements de va et viens. Ainsi les forces de frottement qu'exercent les plateformes à leurs supports s'allègent considérablement.

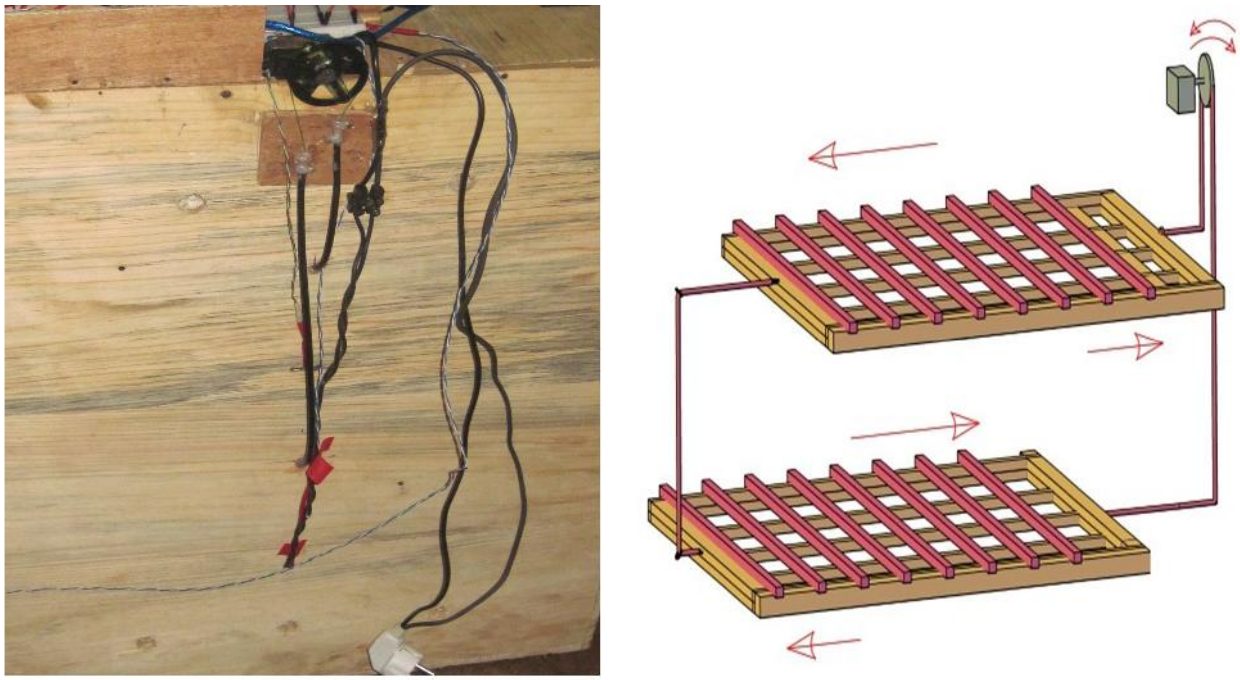


Figure 22: Mécanisme de retournement après rectification

CHAPITRE IV : INTERPRETATIONS ET PROJET D'AMELIORATION

I. INTERPRETATIONS

1. Température

Après avoir fait l'installation des matériels/ équipements de son commande, nous avons réalisé plusieurs tests afin d'obtenir les meilleures conditions d'incubation :

1.1. Vérification de la véracité des donnés du capteur

Lors de cette expérimentation, nous constatons que les affichages sur chaque thermomètre diffèrent selon leurs degrés de sensibilités. Donc, nous ne pouvons pas savoir avec certitude le plus fidèle des trois pour en rectifier les autres. Ce résultat nous conduit alors dans une autre expérimentation afin de bien assurer nos incubations à avenir.

1.2. Relevé des températures d'une poule couveuse

Dans les théories sur l'incubation des œufs de poules, nous savons que les températures adéquates varient entre les 36,5 °C et 39 °C. La température nocive pour l'embryon est de 40,3 sur une durée d'une heure. Or lors de nos relevés de température chez une poule couveuse aux environs de la troisième semaine de couvaison, nous constatons que les températures à l'intérieur ne dépassent jamais le 37 °C et ne descendent pas du 30 °C. Donc, nous pouvons alors se référer avec les données affichées par ce thermomètre digital à sonde que nous avons utilisé pour diriger et rectifier les températures affichées par le thermomètre incorporé dans notre couveuse.

1.3. Essai sur le fonctionnement de la couveuse

Durant les deux jours de suivi sur le fonctionnement, nous observons sur les résultats qu'il y a défaillance du matériel de régulation dès qu'il y a variation des flux de l'électricité. Donc nous pouvons en déduire que, l'emploi de ce matériel a besoin de l'utilisation d'un autre matériel de régulation de tension électrique ou de stabilisation de ce dernier pour ne pas nuire au bon fonctionnement de la régulation de notre couveuse et ainsi de l'automatisation complète de la couveuse même.

Pour rectifier alors ce problème, nous avons essayé de changer le matériel de commande de la température en employant un THERMOSTAT. Mais face aux problèmes de reprise de ce dernier (variation trop grande de la commande d'arrêt et de reprise de la résistance chauffante), nous n'avons pas eu le choix qu'améliorer le système d'alimentation et de stabilisation de l'ARDUINO. Pour ce faire, nous avons changé son alimentation de 05V en employant un adapteur réglable plus puissant pouvant convertir une tension de 220V en 03 jusqu'à 12V.

1.4. Efficacité du chauffage des résistances

D'après les résultats obtenus dans le tableau n°08, nous pouvons dire que le temps de préchauffage réel pour ce branchement est plus rapide pour la couveuse que celui d'après l'étude théorique qui est d'une heure. Nous observons aussi que pour ce type de branchement (résistance chauffante couveuse et bac à eau en dérivation) préchauffe plus rapidement la couveuse que celui du branchement en série comme nous pouvons le voir sur le tableau n°13.

Ce fait est expliqué par les différences entre les intensités de courant traversant ces 02 circuits différents. En effet voici les démonstrations :

⇨ Branchement en série des 05 résistances chauffantes

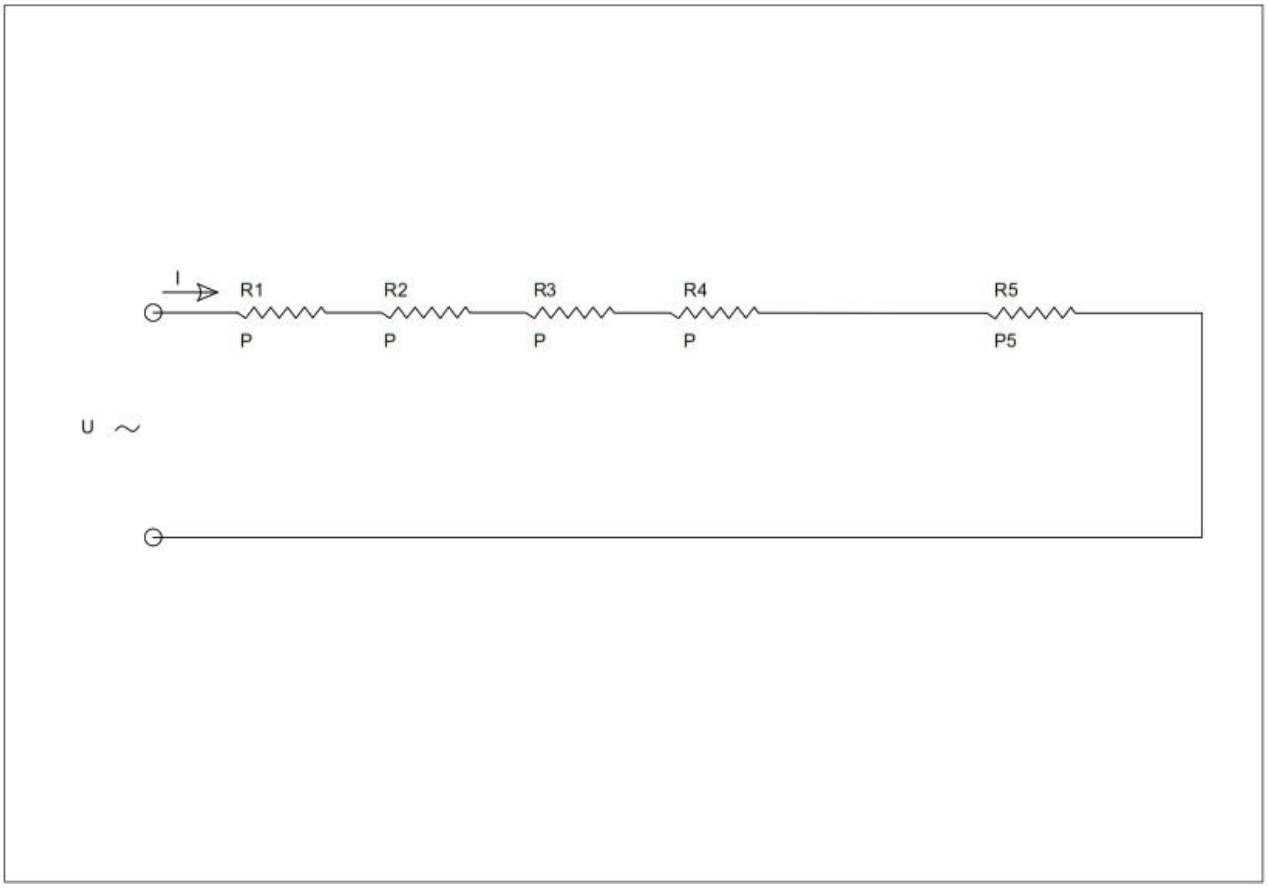


Figure 23: Branchement en série des résistances chauffantes

<u>Données :</u>

$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 1000$ W

$P_5 = 200$ W

Branchement en séries, donc:

$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5$

Or, I= $\frac{U}{R}$ {26}

Mais calculons tout d'abord les résistances R_1, R_2, R_3, R_4, R_5

Avec:

R= $\frac{P}{I^2}$ {27} et I= $\frac{P}{U}$ {28}

I_1= $\frac{1}{2}$= 4.54 A

D'où

R_1= R_2= R_3= R_4= $\frac{P}{I^2}$ = $\frac{1}{4.5^{\ 2}}$ =48.4Ω

Et

I_5= $\frac{P_5}{U_5}$= $\frac{2}{2}$= 0.9 A

R_5= $\frac{P_5}{{I_5}^2}$= $\frac{2}{0{,}9^2}$= 242Ω

D'où ∑R= 242 + 4(48.4) = 435.6Ω

I= $\frac{U}{\sum R}$ = $\frac{2}{3}$= 0.5 A

I = 0.5 A

⇨ Branchement en série des 04 résistances chauffantes et en dérivation avec la cinquième

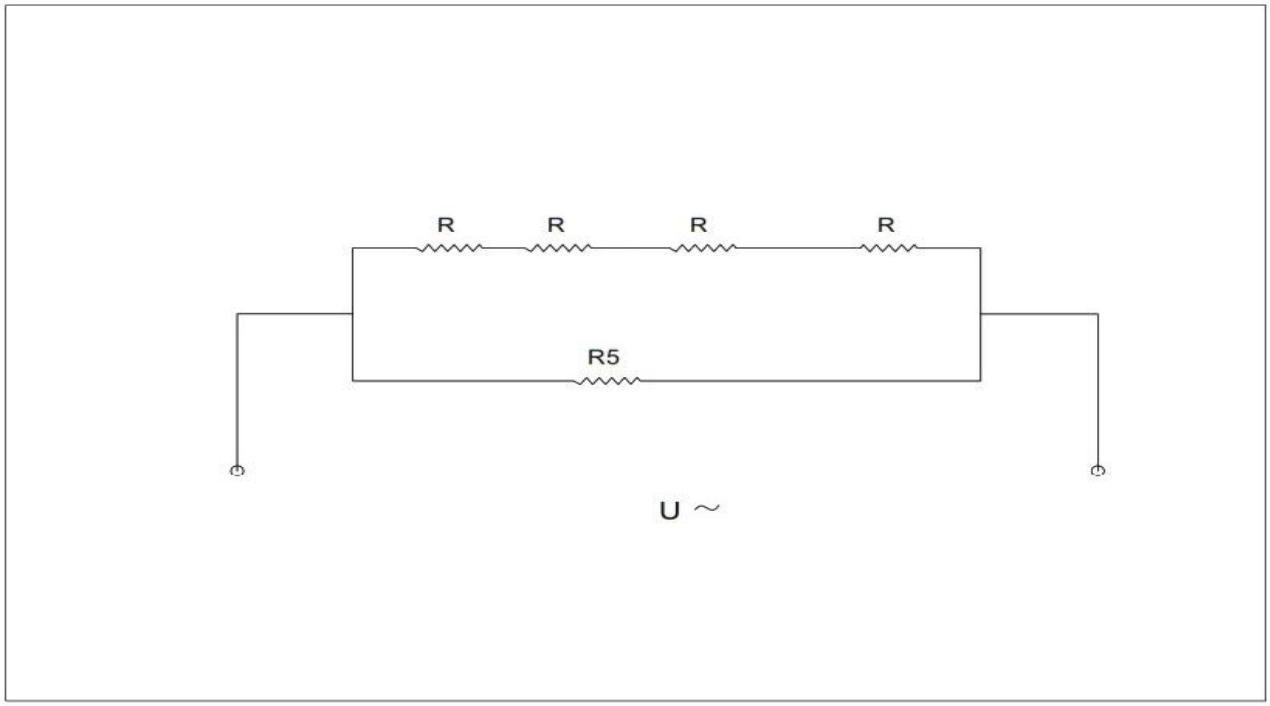


Figure 24: Branchement en dérivation des résistances chauffantes de la couveuse avec celle du Bac à eau

Données :

- 04 résistances chauffantes branchées en série de 1000W/ 220V/ 48.4Ω ;
- 01 résistance chauffante de 288W/ 220V/ 242Ω

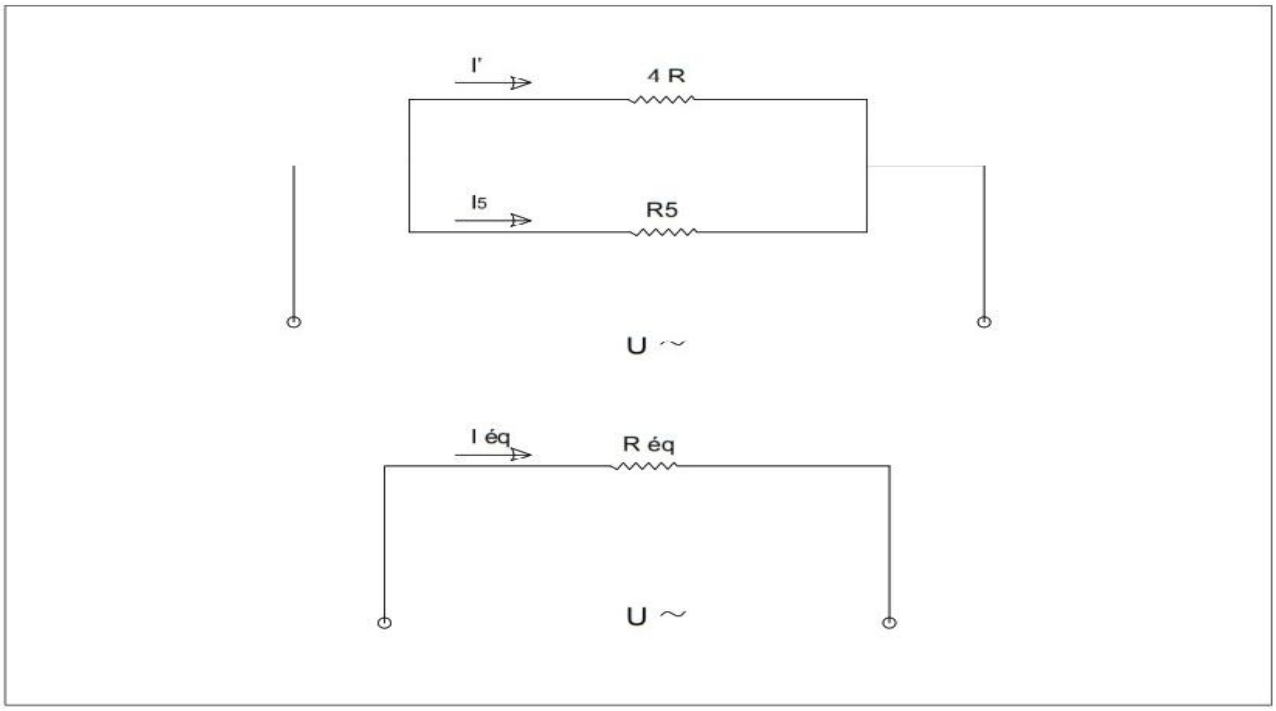


Figure 25: Schéma des résistances équivalentes

$$\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{R_5} \qquad \{09\}$$

$$R_{éq} = \frac{4R\,R_5}{4R + R_5} = \frac{4(4\ .4)(2\ \ )}{4(4\ .4)+2} = 107.55\Omega$$

é = 107.55Ω

D'où la valeur efficace du courant :

$$I = \frac{U}{R_{éq}}$$

$$I = \frac{2}{1\ \ .5} = 2.04\ A$$

I = 2.04 A

⇨ Verification

$$I_5 = \frac{U}{R_5} = \frac{2}{2} = 0.9\ A$$

$$I_{éq} = \frac{U}{4R} = \frac{2}{4*4\ \ .4} = 1.14\ A$$

$I = I_{éq} + I_5 = 1.14\ A + 0.9\ A = 2.04\ A$, *ce qui est vérifié*

⇨ Conclusion

Nous pouvons donc constatés par ces calculs qu'il est parfaitement logique d'attendre plusieurs heures pour le préchauffage de la couveuse dans le cas d'un branchement en série de tous les 05 résistances chauffantes alors qu'à peine 27 minutes suffisent par celui du branchement en dérivation. En effet, de grande différence y est sur l'intensité du courant traversant ces deux circuits, celui en série est de 0.5 A alors que pour celui en dérivation 2.04 température adéquate. Néanmoins, nous pouvons dire aussi que plus l'intensité est faible, moindre est la variation de la température.

Pour le cas de régulation de la température, le thermostat est adaptable mais son degré de sensibilité aux variations des températures est très faible, d'où une possibilité d'avortement de notre incubation dans le cas d'une baisse de température trop délicate et trop lente (05mn et allant jusqu'à 30 °C).

Pour le rehaussement de l'alimentation du matériel de régulation qui est l'ARDUINO, son plage peut accepter jusqu'à une tension de 09 V, alors que nous ne l'avons alimenté jusqu'à présent qu'avec du 05V. Il est donc possible que la tension qu'il reçoit, ne lui suffit plus car il alimente aussi des divers capteurs et modules nécessaires à son bon fonctionnement. Ceci pourra-t-être alors la cause de ces défaillances lors de plusieurs variations des flux du courant de la JIRAMA.

⇨ Calcul des puissances exactes des résistances

$$P = U\ I \qquad \{28.1\}$$

$P_{Rés\ C}$ = Puissance de la résistance de chauffage de la couveuse ;

$P_{Rés\ E}$ = Puissance de la résistance de chauffage de l'eau.

Donc :

$P_{Rés\ C} = U \times I_{éq}$

$P_{Rés\ C} = 220 \times 1.14 = 250.8\ W$

$P_{Rés\ C} = 250.8\ [W]$

Et :

$P_{Rés\ E} = U \times I_5$

$P_{Rés\ E} = 220 \times 0.9 = 198\ W$

$P_{Rés\ E} = 198\ [W]$

2. Humidité

Pour l'humidité, nous savons d'après les théories sur les incubations des œufs de poules que les pourcentages de l'humidité idéale pour les 18 premiers jours d'incubation varient entre 50 et 55, mais pour les 03 derniers jours, il faut les augmenter jusqu'à 65 ou même 70. C'est pour cela qu'il est primordial de faire des tests sur l'humidité selon des différents critères.

2.1. Tests d'humidité avec un Bac à eau

D'après les résultats obtenus dans le tableau n°09, nous pouvons constater que l'humidité ne cesse de baisser. Dans un intervalle de temps environnant les 04 heures, l'humidité est réduite de 09 % (52,40 à 43,40). Donc, nous en déduisons alors que l'eau contenue dans le bac à eau ne suffit même pas à garder le taux d'humidité de départ au sein de la couveuse et en plus elle décroit de plus en plus. Ce résultat pourrait porter atteinte au bon développement des embryons et aux taux d'éclosion.

2.2. Tests d'humidité avec deux Bac à eau

Les résultats stipulés dans le tableau n°10 montrent que même avec deux bacs à eau, le taux d'humidité ne cesse de chuter. Au bout d'une heure dix-sept minutes, l'humidité a baissé de 10,40%(54,10 à 43,70). Nous en concluons alors que :

- Même avec deux bacs à eau, le taux d'humidité décroît encore ;

- La mise en marche du ventilateur porte atteinte aux taux d'humidité. Ceci explique la diminution du taux d'humidité car l'air refoulé par le ventilateur dégage l'air humide contenu au sein de la couveuse ;
- L'eau contenue dans les bacs à eau ne s'évapore pas assez et la température dans l'enceinte de la couveuse n'arrive pas à évaporer l'eau dans les bacs à eau ;
- Les essais déjà réalisés auparavant ont asséché complètement le châssis isolant à l'intérieur de la couveuse. Ce fait peut être aussi interprété qu'une partie de l'humidité est absorbée par le châssis.

2.3. Test d'humidité avec l'utilisation d'une résistance chauffante dans un Bac à eau

Pour cette expérimentation, nous pouvons observer dans les résultats contenus dans le tableau n° 11 que l'humidité a augmenté au fur et à mesure que le temps passait. Les taux d'humidité ont augmenté de 13,4% au bout de 04 heures et 28 minutes. Ces résultats peuvent être interprétés par faits suivants :

- L'installation d'une résistance chauffante dans le bac à eau accélère l'évaporation de l'eau contenue dans ce dernier et augmente le taux d'humidité au sein de la couveuse ;
- L'humidité s'amplifie de plus en plus avec l'accroissement de la température. Donc, plus la température augmente, plus il y a évaporation de l'eau, plus l'air au sein de la couveuse s'échauffe et porte l'humidité.

Par rapport aux conditions requises sur l'humidité, les résultats obtenus dans cette expérimentation sont nettement supérieurs à la norme recherchée.

2.4. Test d'humidité en régulant le fonctionnement de la résistance chauffante dans le Bac à eau

Pour pallier aux résultats obtenus ci-dessus, cette dernière expérimentation a été réalisée en termes de rectification. La mise en marche et arrêt de la résistance chauffante d'eau ont été régulés comme suit :

- On : si l'humidité est inférieure à 53% (H < 53) ;
- Off : si l'humidité est supérieure à 55% (H > 55).

Donc avec un matériel de régulation, nous pouvons contrôler l'humidité au sein de la couveuse sur un écart de 01% près.

Sur un temps de 35 minutes, l'humidité varie de 53,2 à 56,9. Le surplus d'humidité de 56,9 au lieu de 55 peut être expliqué car quand la résistance est en OFF, elle reste chaude pendant quelques secondes et continue à chauffer par la même occasion l'eau dans le bac à eau, et l'évaporation se poursuit.

Dans l'interprétation ci-dessus dans 1.2.3., nous avons dit que l'augmentation de la température entraine aussi avec ce fait, l'augmentation de l'humidité. Or, sur les résultats lors de cette expérimentation, l'humidité ne s'interfère pas avec l'augmentation de la température. Donc, la régulation de la mise en marche et arrêt de la résistance chauffante est une solution adéquate pour avoir une meilleure condition sur l'humidité au sein de la couveuse. Mais pour plus de précaution, nous avons opté pour les commandes suivantes sur les mises en marche et les arrêts :

- On : si l'humidité est inférieure à 50% (H < 50) ;
- Off : si l'humidité est supérieure à 51% (H > 51).

3. Ventilation

La ventilation de l'air dans la couveuse est destinée à brasser l'air chauffé par les résistances chauffantes de la couveuse. Cette action est nécessaire afin de favoriser le phénomène de transfert de chaleur par convection. Donc pour notre couveuse, nous avons aussi programmé la mise en marche du ventilateur au même moment que le fonctionnement des résistances chauffantes de la couveuse et son arrêt avec celui de ces dernières

4. Retournements

Les retournements des œufs sont des opérations essentielles à l'incubation des œufs. Ils devront être exécutés au moins deux fois par jours.

Dans le cas de notre couveuse, nous avons eu recours à un mécanisme de retournement qui tire les plateformes porteuses des œufs par le biais de l'utilisation d'un servomoteur. Par la défaillance de ce dernier, nous en concluons que :

- Le servomoteur même neuf peut présenter un défaut d'origine qui intervient dans la limitation de sa capacité ;
- Les forces de frottement qu'exerçaient les plateformes sur leurs supports ne sont pas négligeables et peuvent entraîner le blocage du mouvement du servomoteur ;
- L'installation des petits roulettes de radio cassette en dessous des plateformes dans leurs extrémités allègent considérablement ses mouvements et diminuent les forces de frottement qu'elles exercent.

Pour le cas de l'angle de rotation du servomoteur, son commande dépend essentiellement du mouvement de déplacement de notre mécanisme de retournement. Il est variable aussi avec la distance recherchée et la longueur des fils reliés aux plateformes et ceux autours du servomoteur. Si le fil est bien tendu, la distance de déplacement pourrait être considérable et sinon, cette dernière sera moindre.

La distance de déplacement obtenue est aussi fonction du diamètre de l'engrainage fixé au servomoteur. Pour la nôtre, nous avons trouvé un engrainage possédant un diamètre de 08 cm correspondant exactement à la distance recherchée.

II. CONCRETISATION DU PROJET

1. Température

Dans le cadre de la température, nous avons donc employé 04 résistances de 1000 W/ 220V reliées en série. Donc l'intensité de courant qu'elles déploient est de 1.14 A. Ce branchement est essentiel pour alléger la consommation en énergie électrique et aussi limiter les variations brusques des températures qu'elles génèrent.

Afin de bien assurer la régulation de température à l'intérieur de la couveuse, nous avons décidé d'employer un THERMOSTAT à sonde car les variations possibles des flux de tension de l'électricité ne peuvent s'interférer avec son commande. Donc, son utilisation garantira l'obtention de meilleure variante de températures durant l'incubation.

Or, la variation de température très large lors de ses mises en marche et ses arrêts pourrait porter préjudice aux embryons, donc nous avons amélioré l'exploitation de l'ARDUINO en augmentant la tension de son alimentation. D'où l'alimentation de l'ARDUINO possède une tension de 09V. Lors de la dernière programmation de ce matériel de régulation, nous l'avons régulé à une température de 33.9°C au maximum car d'après nos étalonnages de température. Cette dernière captée par le capteur interne de l'humidimètre correspond à une valeur de 36.7 au thermomètre que nous avons employé aux prélèvements effectués sur une poule couveuse.

2. Humidité

Pour favoriser une bonne condition adéquate sur l'humidité, nous sommes parvenus à utiliser une résistance chauffante d'eau dans un bac. La capacité du bac est de 0.0023 m^3. La résistance est la résistance précédemment employée pour le chauffage de la couveuse : résistance chauffante de 288W/ 220V/ 242Ω/ 0.9 A.

Pour le fonctionnement (marche et arrêt) de cette résistance, nous l'avons régulé comme suit :

- Marche : si l'humidité < 50% ;
- Arrêt : si l'humidité > 60%.

3. Ventilation

Pour la convection de l'air à l'intérieur de la couveuse, nous utilisons un ventilateur de tension 220V/ 0.14 A.

4. Retournements

Pour le mécanisme de retournement, nous employons un servomoteur de 180° de capacité de 13Kg. Il est alimenté par une tension de 05V fois 02. Les engrenages sont composées de deux plateformes munis de quatre roulettes chacune qui sont tirées à leurs tours par un fil de canne à pêche.

5. Récapitulatif du projet

5.1. Description

Capacité d'incubation des œufs de poules : 98 œufs ;

Nombre de plateforme d'œufs : 02 avec 07 colonnes chacune.

Tableau 17: Dimension de la couveuse

Dimension	***Longueur (mm)***	***Largeur (mm)***	***Hauteur (mm)***
Intérieur	693	505	610
Extérieur	756	565	680
Plateforme	550	420	20

Source: Auteur

5.2. Matériel et équipement de chauffage

Tableau 18: Matériels et équipements du chauffage

Matériels/ équipements	***Quantité***	***Unité***	***Caractéristique***
Résistance souple	04	U	1000W/ 220V, spirale
Résistance rigide	01	U	288W/ 220V
Ventilateur	01	U	220V/ 0.14 A
Bac à eau	01	U	0.0023m ^{3}, en inox

Source: Auteur

5.3. Matériel et équipement de régulation

Tableau 19: Matériels et équipements de régulation

Matériels/ équipements	***Quantité***	***Unité***	***Caractéristique***
ARDUINO UNO	01	U	
BREAD BOARD	01	U	
Humidimètre	01	U	Capteur d'humidité et de température (02 en 01)
Ecran LCD	01	U	02 rangées et 16 caractères
Module I2C	01	U	16 broches
Relai	02	U	

Source: Auteur

5.4. Caractéristique de la régulation

- Le système est commandé par ARDUINO et par le biais des relais. C'est une commande de tout ou rien ;
- Les principales commandes sont :
    - Température : > 33.9, la résistance et le ventilateur sont arrêtés ; <33.9, la résistance et le ventilateur sont en marche ;
    - Humidité : > 51%, la résistance s'éteigne ; < 50, la résistance s'allume ;
    - Afficher les températures en °C et l'humidité en %.

CHAPITRE V : COUT DE FABRICATION ET RENTABILITE ECONOMIQUE

I. COUTS DE FABRICATION

Œufs issus de croisement entre poules pondeuses et coq de race locale : 800 Ar.

Poussin d'un (01jour) de race pondeuse: 4 000 Ar.

Poussin d'un jour de race poulet de chair : 3 100 Ar.

1. Coûts des matériels

Tableau 20: Récapitulatif des coûts des matériels et équipements

Désignations	***Quantité***	***Unité***	***Prix unitaire (Ar.)***	***Montant (Ar.)***	***Observations***
1- Châssis					
Planches	15	U	5 000	75 000	
Polystyrènes	10	Planque	4 000	40 000	
Colle	1	Boîte 1/2 kg	6 000	6 000	
Vitre (30 cm X 40 cm)	1	U	12 000	12 000	
Colle joint vitre	1	Tube	9 000	9 000	
Poignet	1	U	4 000	4 000	
Contre-plaqué de 03 (01m X 02m)	1	U	10 000	10 000	
Clous					
Pointes 03	0,25	Kg	8 000	2 000	
Pointes 05	0,125	Kg	8 000	1 000	
Pointes 02	0,125	Kg	8 000	1 000	
	Sous-total 1:			***160 000***	

Désignations	*Quantité*	*Unité*	*Prix unitaire (Ar.)*	*Montant (Ar.)*	*Observations*
2- Matériels et Equipements électriques					
Résistances					
Rigide 200W/ 220V	1	U	30 000	30 000	
Souple 1000W/ 220V	4	U	2 000	8 000	
Adapteur					
12V	1	U	15 000	15 000	
05V	3	U	6 000	18 000	
09V	1	U	7 000	7 000	
Fils connecteurs					
Equipement électrique	3	m	2 000	6 000	
2 X 1,5	5		1 500	7 500	
Attache	2	Boîte	2 000	4 000	
Prise	1	U	1 500	1 500	
Dominos	1	Barrette	1 000	1 000	
	Sous-total 2:			***98 000***	
3- Matériels et Equipements de régulation					
ARDUINO UNO	1	U	50 000	50 000	
BREAD BOARD	1	U	10 000	10 000	
Ecran LCD	1	U	12 000	12 000	
Module I2C	1	U	7 000	7 000	
Module Relais	2	U	6 000	12 000	
	1	U	10 000	10 000	
Fils connecteurs	1	Paquet	8 000	8 000	
Servomoteur 180°	1	U	30 000	30 000	
Disque d'engrenage	1	U	3 000	3 000	
Fils de canne à pêche	4	m	300	1 200	
Colle Epoxy	3	Boîte	3 000	9 000	
Roulette	8	U	1 000	8 000	
LED	6	U	100	600	
	Sous-total 3:			***160 800***	
	GRAND TOTAL:			**418 800**	

Source: Auteur

2. Autres dépenses du châssis

Main d'œuvre pour la fabrication du châssis	: 80 000 Ar.
Coût de transport du châssis	: 12 000 Ar.
Coût des installations des équipements	: 60 000 Ar.
Coût des Téléchargements des logiciels de programmation et mises à jour	: 15 000 Ar.
TOTAUX	***: 167 000 Ar.***

3. Coûts total de fabrication d'une couveuse automatisé

Tableau 21: Coûts d'une couveuse automatisée

Désignation	***Coûts(Ar.)***
Matériels	418 800
Autres dépenses	167 000
Total coût d'une couveuse	585 800

Source: Auteur

II. COUTS D'ELECTRIFICATION PENDANT L'INCUBATION

1. Quantité d'énergie consommée pendant le préchauffage de la couveuse

D'après l'essai dans le titre 1.1.4, tableau n°08, le temps de préchauffage de la couveuse est de 27min.

Et la quantité réelle pour le préchauffage $Q_{P\ éc}$

$$Q_{P\ éc} = P \times t \quad \{23\}$$

Avec :

$P_{Rés\ C}$ = Puissance réelle des résistances de chauffage de la couveuse

$Q_{P\ éc}$ = Quantité d'énergie réelle pour le préchauffage

A.N :

$Q_{P\ éc}$ = 250.8 x 1620 = 406 296 [J] = 406 [KJ]

$$Q_{P\ éc} = 406\ [KJ]$$

2. Quantité d'énergie consommée pendant le fonctionnement

Données :

- $Q_{éle}$: Quantité d'énergie consommée durant l'incubation ;
- $Q_{Rés\ C}$: Quantité d'énergie consommée par résistance chauffante de la couveuse durant l'incubation ;
- $Q_{Rés\ e}$: Quantité d'énergie consommée par résistance chauffante d'eau durant l'incubation ;
- $P_{Rés\ Couv}$: Puissance de la résistance de chauffage de la couveuse= 250.8 W ;
- $P_{Rés\ eau}$: Puissance de la résistance chauffage de l'eau=198 W ;
- T_1 : Durée de la période d'étalonnage de la résistance chauffante de la couveuse = 982 [s] ;
- T_2 : Durée de la période d'étalonnage de la résistance chauffante d'eau = 885 [s] ;
- α : Coefficient du fonctionnement par rapport à la période ;
- t : Temps d'incubation : 21jours = 75 600 [s] ;
- t_1 : Temps de marche pendant la période d'étalonnage de la résistance chauffante de la couveuse = 173 [s];
- t_2 : Temps de marche pendant la période d'étalonnage de la résistance chauffante de la couveuse = 271 [s].

$$_{é} = P \times \alpha \times t \qquad \{23.1\}$$

Et

$$_{é} = _{é} + _{é} \qquad \{29\}$$

2.1. Calculons d'abord l'énergie consommée par la résistance chauffante de la couveuse

$$Q_{Rés\ C} = P_{Rés\ Couv} \times \alpha \times t$$

$$= P_{Rés\ Couv} \times \frac{t_1}{T_1} \times t \qquad \{23.2\}$$

A.N : $Q_{Rés\ C} = 3\ 340\ 288{,}22\ [J] \approx 3\ 340\ [KJ]$

2.2. Calculons l'énergie consommée par la résistance chauffante d'eau

$$Q_{Rés\ E} = P_{Rés\ Eau} \times \alpha \times t \qquad \{23.1\}$$

D'où $Q_{Rés\ E}$ = P Rés Eau x $\frac{t_1}{T_1}$ x t {23.2}

A.N : $Q_{Rés\ E}$ = 4 583 666,44 [J] ≈ 4 584 [KJ]

é =4 584 [KJ]

D'où :

é = é + é

$Q_{éL}$ = 3 340 + 4 584 = 7 924 [KJ]

é =7 924 [KJ]

3. Quantité totale des énergies consommée pendant l'incubation

é = é + é {30}

é = 8 330 [KJ]

4. Pratique sur la conduite d'élevage

Pour certains éleveurs, et beaucoup de producteurs résidant dans la banlieue de la ville, l'existence d'une surface appropriée à l'élevage est un facteur limitant même si seulement pour les lieux de couvaison de ces poules. L'utilisation d'une couveuse est donc préférable pour ces catégories de producteurs, car une poule couveuse a besoin d'un espace de 30 cm x 40 cm pour couver ces œufs. D'où la nécessité de plus d'espace pour les coqueleux ayant plusieurs têtes.

Dans le cadre de la conduite d'élevage et la physiologie même de l'animal, si une poule ne couve pas ses œufs, elle peut reprendre beaucoup plus vite sa ponte (02 à 03 semaine après la dernière ponte).

5. Coût totale des énergies consommées pendant l'incubation $C_{T\ \ I_1}$

Données :

- Prix de vente d'énergie venant de la JIRAMA, tarif 14 pour 01KWh :
  - Prix n° :1 = 141 Ar. (1ère tranche) ;

- Prix n° :2 = 764 Ar. (2ème tranche).

- 01 KWh = 3600 KJ ;
- Cons° Couv: Consommation totale de la couveuse
-

$C_{T\ I_1}$ = Cons° Couv x Prix n°1 ou $C_{T\ I_1}$ = Cons° Couv x Prix n°2 {30}

Avec :

$$\text{Cons° Couv} = \frac{\text{é}}{} \times 01\ \text{KWh} \qquad \{31\}$$

D'où : $\text{Cons° Couv} = \frac{8\,3}{3} = 2.31$

Cons° Couv= 2.31 KWh

Donc :

$C_{T\ I_1}$ = 2.31 x 141 [Ar.] ou $C_{T\ I_1}$ = 2.31 x 764 [Ar.]

= 326 [Ar.] ou = 1 765 [Ar.]

II. COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL D'INCUBATION

D'après les prix auprès des revendeurs d'intrant en élevage (UNOH, AVITECH, …), divers prix sont de l'ordre :

- ⇨ Œufs à incuber : 800 Ar. ;
- ⇨ Poussin de chair : 3 100 Ar. ;
- ⇨ Poussin d'une pondeuse : 4 000 Ar.

Tableau 22: Compte prévisionnel d'une incubation dans une couveuse automatisé

Désignations	Référence	Quantité	Unité	Coût unitaire (Ar.)	Montant (Ar.) 1ère incubation	Montant (Ar.) 2ème incubation	Montant (Ar.) 3ère incubation	Montant (Ar.) 4ème incubation	Montant (Ar.) 5ère incubation	Montant (Ar.) 6ème incubation	…	Montant annuel(Ar.)
CHARGES												
	Immobilisation											
Couveuse automatisée												
	Capacité de 98 œufs	1	U	586 000	586 000	-	-	-	-	-		586 000
	Investissement											
Achat d'œufs à incubés												
	Œufs métisse d'une pondeuse	98	Œuf	800	78 400	78 400	78 400	78 400	78 400	78 400		1 176 000
Coût d'électricité												
	Tarif 14, 2è tranche	2,31	KWh	764	1 765	1 765	1 765	1 765	1 765	1 765		26 473
		Sous total Charges			666 165	80 165	80 165	80 165	80 165	80 165		1 788 473
PRODUIT												
Vente de jeunes Poussins												
	01 à 02 jours	90	Poussin	2 500	225 000	225 000	225 000	225 000	225 000	225 000		3 375 000
		Sous total Produit			225 000	225 000	225 000	225 000	225 000	225 000		3 375 000
BENEFICES												
CHARGES - PRODUITS					-441 165	144 835	144 835	144 835	144 835	144 835		1 586 527
BILAN					-441 165	-296 330	-151 495	-6 659	138 176	283 011		

Source: Auteur

D'après ce tableau, nous pouvons voir qu'au bout de la cinquième incubation, nous commençons à pourvoir de bénéfice brut. Donc, si nous comptons 21 jours d'incubation additionnée d'une journée pour le nettoyage de l'intérieur du matériel, nous percevrons déjà de bénéfices après seulement 03 mois et demi d'immobilisation de capital pour la fabrication d'une couveuse automatisée.

Au bout d'une année, c'est-à-dire une quinzaine de fréquence d'incubation, le propriétaire arrivera à atteindre une chiffre d'affaire de 3 375 000 Ar. avec un bénéfice net de 1 586 527 Ar. Inclus les charges de la fabrication de la couveuse.

Donc, le retour sur l'investissement est atteint au bout de la cinquième incubation, c'est-à-dire après trois mois et demi. La fabrication d'une couveuse accompagnée d'un projet d'incubation est donc vraiment rentable pour un éleveur moyen.

CHAPITRE VI : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE

I. AVANTAGES DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE

1. Conditions d'incubation

Les critères les plus délicats pour une bonne couveuse résident dans le respect des conditions thermiques et humidités au sein de la couveuse en sus des retournements périodiques des œufs. Pour notre couveuse automatisée, toutes ces conditions sont garanties du fait de l'utilisation d'un microcontrôleur appelé ADUINO intégré dans la machine afin de contrôler et commander la température, l'humidité, et la fréquence des retournements. Ainsi, un meilleur environnement d'incubation y est installé afin d'obtenir le meilleur résultat d'éclosion (plus de 95% des œufs fécondés).

2. Manipulations et manutentions

Dans le cadre de manipulation, cette couveuse ne réclame pas de maniement plus particulier. Il suffit seulement de brancher son alimentation et attendre qu'elle soit préchauffée, puis entrer les œufs fécondés et patienter et revenir au moment prévu pour l'éclosion (20 à 21 jours après). Toutes autres opérations comme retournement un à un des œufs ou apport de combustion de chauffage ou autres ne sont plus nécessaires. C'est la machine même qui se charge de ces tâches car c'est déjà inclus dans son programme.

Même les vérifications de la température et l'humidité ne sont plus indispensables car elles sont déjà incluses dans les actions de régulation réalisées par le microcontrôleur.

3. Domaine économique

En termes de rentabilité économique, cette machine est vraiment efficace car en seulement 03 mois et demi, elle peut déjà produire de gains économiques supplémentaires après avoir réussi à rembourser son coût de fabrication.

En outre, cette machine ne consomme pas beaucoup d'énergie électrique. Sa consommation durant un cycle d'incubation n'est que de 2.31 KWh. Celle-ci ne coûte que 1 765 Ar., équivalent aux prix de 03 grands bougies et moindre qu'une ampoule de 100 W allumée pendant un mois qui consomme 03 KWh.

Par rapport aux autres types de couveuse, celle-ci se distingue à ses gains en termes de coût de mains d'œuvre à cause de son automatisation. Son opérateur peut faire d'autres activités génératrices de revenu durant toute la période d'incubation sans se préoccuper d'elle.

4. Résultat d'incubation

D'après des résultats théoriques sur l'incubation, nous pouvons prédire que cette couveuse peut espérer éclore plus de 95% des œufs féconds qu'elle incube car elle respecte par son fonctionnement toutes les conditions et environnements essentielles à l'incubation des œufs. Elle excelle même sur certaines de ces conditions comme dans l'élimination de trop de variation de température et de l'humidité.

II. INCONVENIENTS DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE

1. Fonctionnement et Entretien

Pour son fonctionnement, il est essentiel de vérifier au moins une fois par semaine même de manière visuelle par la vitre le niveau de l'eau dans le bac à eau. Quand celui-ci est bas, il faut en faire l'appoint par le biais du tuyau de remplissage d'eau se trouvant dans la face latérale gauche du châssis. Il est préférable de n'entrer que de l'eau plus ou moins tiède pour ne pas bouleverser la température et l'humidité dans l'enceinte.

Comme toutes les machines, cette couveuse a besoin aussi d'entretien. Cette opération est surtout réalisée après un cycle d'incubation ou avant. Ces opérations sont : le nettoyage de l'enceinte et de toutes les accessoires, les désinfections du matériel et de ces accessoires, la vérification des équipements électriques,…

2. Electricité

Le principal inconvénient de cette couveuse automatique réside sur son source d'alimentation. En effet, elle ne peut fonctionner que dans des endroits électrifiés et même il est préférable de l'utiliser seulement dans des zones où l'électrification est continue et stable. Sinon, nous pouvons aussi utiliser d'autre source d'électricité telle que les groupes électrogènes ou autres mais ceci nécessite encore d'autre investissement en sus.

Néanmoins, il faut quand même anticiper contre la coupure trop longtemps de l'électricité, comme le fait de disposer d'une batterie entre autres.

3. Manipulations des commandes

La fidélité et la précision des commandes sont entre-autre la raison de l'efficacité de cette machine. En effet, c'est la véracité des commandes qui ordonne à ces divers équipements de réaliser tous les autres actions primordiales au bon fonctionnement de la machine. Or, la manipulation ou correction des programmes de commande demande surtout de bonne compétence de programmation.

En outre, n'importe quelle défaillance au niveau du mécanisme de régulation et des installations électriques demande de bon niveau de technicité envers l'opérateur. Un mauvais bricolage peut au contraire conduire à destruction même de l'installation ou pour le mieux aux usures de certaines pièces.

CONCLUSION

Pour conclure, la couveuse automatisée est une machine d'incubation artificielle qui possède déjà sa place dans le monde de l'aviculture à Madagasikara.

La raison d'être de ce matériel est la persistance des divers problèmes sur le développement du secteur avicole tel que stipulés dans les problématiques de cet ouvrage. Nous évoquons par ces problèmes le rétrécissement des surfaces destiné à l'aviculture dans les zones urbaines et périphériques de la ville pour les petits et moyens éleveurs, et les problèmes d'incubation dans le cadre de l'intensification de l'élevage pour les grandes fermes.

Face à ces contraintes, les incubateurs artificiels imposent leurs suprématies et distinctivement, la couveuse automatisée s'illustre entre eux du fait de son automatisme qui ne demande plus de beaucoup de manipulation ou autres opérations supplémentaires à part la mise en marche de la machine, l'introduction des œufs à incuber et la vérification des éclosions au terme de l'incubation. A part cela, ce matériel procure beaucoup d'avantage si nous ne citons que son coût d'exploitation très bas, sa capacité à satisfaire toutes les conditions essentielles à l'incubation et autres encore. Donc, cette machine est très efficace pour les éleveurs car elle est simple à manipuler alors qu'elle peut dégager de source de revenu potentielle pour son propriétaire.

Néanmoins, son point faible réside dans la source de son alimentation qui est électrique en sus de sa conception basée sur l'utilisation de matériels et équipements modernes et perfectionnés. Ce dernier nécessite un certain niveau technique afin de faire face à des probables défaillances techniques et matérielles à l'avenir.

C'est à cet encontre que nos perspectives d'avenir s'orientent vers : la recherche d'autres sources d'alimentation pour ce type de couveuse, mais surtout le plus proche c'est l'amélioration de son design, la multiplication de son genre, la diffusion de cette couveuse auprès des éleveurs, et enfin la commercialisation de cet incubateur artificiel.

En outre, son perfectionnement comme l'utilisation de ressources renouvelables pour son alimentation reste un grand défi qu'il faut approfondir dans la future. AVIS AUX AMATEURS !

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIES

BIBLIOGRAPHIES ET WEBOGRAPHIES

[1] Géraldine Bourcier, « La danse des coqs, le jeu des hommes ». .
[2] « Combat de coqs ». .
[3] DELARUE M., 2004, « De l'oeuf à la poule (développement embryonnaire du ploulet Gallus domesticus) ». 09-sept-2010.
[4] Yoda Seydou, « Etude des performances d'une couveuse solaire dans l'incubation des oeufs de poule », Université Polytechnique de BOBO-DIOULASSO, BURKINA FASO, 2011.
[5] N. L. RANDRIANARISOA, *ETUDED'UNE COUVEUSE A CAPACITE MOYENNE*. 2014.
[6] Roger Cadiergues, « LES PROPRIETES DE L'AIR ». .
[7] R.GOUGNOT, « LE NOMBRE DE REYNOLD ». 2002.
[8] « Air ». .
[9] D. Huilier, « Introduction à la viscosité dynamique et cinématique ». 26-févr-2010.
[10] A. H. RANDRIANAIVO, « MODELISATION D'UNE COUVEUSE ARTISANALE », UNIVERSITE D'ANTANANARIVO -FACULTE DES SCIENCES-, 2015.
[11] « Guide des matériaux isolants ». Espace info-énergie.
[12] Y. COUASNET, *PROPRIETES ET CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION*, Le Moniteur. Paris, 2005.
[13] « L'anatomie de la poule et du coq ». LA CATOIRE FANTASQUE, 2004a, 03-août-2010.
[14] « FICHE MEMENTO THERMODYNAMIQUE ». 2005.
[15] J. Y. Messe, « Masse volumique de l'air humide », in *Programme PsychroSI*, .
[16] « EVOLUTION DE LA MASSE VOLUMIQUE DE L'EAU EN FONCTION DE SA TEMPERATURE », in *FICHE MEMENTO*.
[17] Antonio Rota, « Fabriquer et exploiter un mini-couvoir (méthode avec bac à sable) ». Fonds International de Développement Agricole (FIDA), mars-2013.
[18] *Guide pratique du POULAILLER FAMILIAL*. Formation GAFPAM, 2017.
[19] « Température de l'aire humide ». ThermExcel, juin-2001.
[20] « Capacité thermique massique ». .
[21] « Masse volumique de l'air ». .
[22] « PSYCHROMÉTRIE : Équations de l'air humide ». .
[23] « Fiche conseils pour l'incubation d'oeufs fécondés ». .
[24] Université de Technologie Compiègne, « TRANSFERT DE CHALEUR ». Michel Houdé, 13-juin-2013.
[25] « Couveuse maison ». .
[26] « La couvaison artificielle ». .
[27] Géraldine de Dieuze, « Fabriquer une couveuse pour poussins ». .
[28] « Comment fabriquer une couveuse? » .
[29] « Des conseils et des explications sur les réglages d'une couveuse ». .

TABLES DE MATIERES

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

ACRONYMES

NOMENCLATURE DES TABLEAUX ET FIGURES

I. LISTE DES TABLEAUX

II. LISTE DES FIGURES

NOTATIONS ET UNITES

LISTE DES ILLUSTRATIONS

I. LISTE DES FIGURES

II. LISTE DES TABLEAUX

CONTEXTE

INTRODUCTION 1

PARTIE I : CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE 2

CHAPITRE I : CADRE DE L'ETUDE 2

I. LE COQ DE COMBAT 2

1. Définition sur le combat de coqs 2

2. Historique[2] 2

II. L'ŒUF ET SON INCUBATION 3

1. L'œuf 3

1.1. Les étapes de la formation de l'œuf[3] 3

a. Formation du jaune ou vitellus 3

b. Formation de l'albumen ou blanc de l'œuf 3

c. Formation des membranes coquillières 3

d. Formation de la coquille 4

1.2. Caractéristique et constitution de l'œuf 4

2. L'Incubation 5

III. LA COUVEUSE 7

1. Définition 7

2. Principes de fonctionnement des couveuses existantes 8

3. Conditions de réussite d'une couveuse artificielle 8

3.1. Température 9

a. Température du local 9

b. Température intérieure de la couveuse 9

3.2. Humidité et aération 10
a. Taux d'humidité à respecter à l'intérieur de la couveuse 10
b. Réglages pour faire varier le taux l'humidité 10
3.3. Retournement des œufs 11
a. La couveuse à retournement manuel 11
b. La couveuse à retournement semi-automatique 11
c. La couveuse à retournement automatique 11
3.4. Le mirage et le développement à l'intérieur de la couveuse 11
a. Le 7ème jour d'incubation : 11
b. Le 14ème jour d'incubation : 12
c. Le 18 ou 19ème jour d'incubation : 12
IV. REGULATION ELECTRONIQUE 13
1. Les capteurs 13
1.1. Définition 13
a. Mésurande : 13
b. Capteur : 13
1.2. Utilisation des capteurs 13
1.3. Principales caractéristiques des capteurs 13
a. L'étendue de la mesure Ž 13
b. La sensibilité S 13
c. La rapidité 13
d. La précision 13
2. La régulation 14
2.1. Définitions 14
a. La régulation : 14
b. La grandeur réglée : 14
c. La consigne: 14
d. La grandeur réglant : 14
e. Les grandeurs perturbatrices : 14
2.2. Différents types de régulation 14
a. Régulation Proportionnelle : 14
b. Régulation Proportionnelle Intégrale (PI) : 14
c. Régulation Proportionnelle Intégrale Dérivé 14
d. Régulation Tout ou Rien : 15
3. Les différents types de couveuse artificielle 15
3.1. La couveuse à chauffage par combustible 15

3.2. La couveuse à chauffage électrique 16
a. Couveuse électrique simple : 16
b. Couveuse électrique à régulation automatique et à retournement manuel : 17
c. Couveuse électrique automatisé : 17
3.3. La couveuse à chauffage solaire 17
3.4. La couveuse à chauffage hybride 18
CHAPITRE II : METHODOLOGIE 19
I. DOCUMENTATION 19
1. Documentation bibliographique 19
2. Recherche sur l'internet 19
II. CONSULTATION D'UNE COUVEUSE 19
III. EXPERIMENTATIONS 20
1. Le retournement 20
2. La température 20
3. L'humidité 20
PARTIE II : PHASE DE CONCEPTION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE 21
CHAPITRE I : ETUDES TECHNIQUES 21
I. DESCRIPTION TECHNIQUE DU MATERIEL 21
1. Schémas 21
1.1. Schéma général 21
1.2. Schéma électrique 22
2. Description et caractéristique du projet 23
2.1. Description 23
2.2. Caractéristique de la couveuse 23
II. CHOIX DES MATERIAUX POUR LA CONSTRUCTION 24
1. Cadre ou châssis 24
2. Système de chauffage 24
3. Support des œufs (plateforme) 24
4. Système de retournement 24
5. Système de ventilation 25
5.1. Entrée d'air 25
5.2. Sortie d'air 25
6. Système d'humidification 25
III. DIMENSIONNEMENT 26
1. Objectif 26
2. Dimension 26

2.1. Calcul de la dimension de la plateforme support d'œufs 26
2.2. Calcul de la dimension intérieure du cadre 26
CHAPITRE II : OPTIMISATION DU MATERIEL 27
I. QUANTITE DE CHALEUR REQUIS POUR LE PRE-CHAUFFAGE DE LA COUVEUSE 27
1. Quantité de chaleur nécessaire au chauffage de la couveuse 27
2. Quantité de chaleur par déperdition au niveau du cadre et de ses accessoires 28
2.1. Quantité de chaleur absorbée par le cadre ou $Q\ ha$ 28
a. Calculons la résistance thermique 28
b. Calculons le flux de chaleur par conduction 32
c. Calculons le flux de chaleur de chaleur par convection entre l'air intérieur et du cadre en bois intérieur (ϕ_{li}) 33
d. Calculons le flux de chaleur de chaleur par rayonnement entre les surfaces planes du cadre en bois intérieur (ϕ) 36
2.2. Quantité de chaleur absorbée par les accessoires ou Q 37
a. La grille de support d'œufs 37
b. Le support de la grille 38
3. Puissance de la résistance chauffante requise pour le préchauffage de la couveuse P 39
4. Puissance dissipée par l'air du ventilateur 39
II. QUANTITE DE CHALEUR NECESSAIRE PENDANT L'INCUBATION (21jours) 40
1. Hypothèses 40
2. Calcul 40
PARTIE III : PHASE DE REALISATION 42
CHAPITRE I : DESSIN ASSISTE PAR ORDINATEUR 42
I. CADRE OU CHASSIS 42
1. Cadre latérale 42
2. Cadre inférieur et supérieur 44
II. ACCESSOIRES 45
1. La porte-œuf 45
2. Les séparateurs 45
3. Les supports du cadre 45
CHAPITRE II : METHODES ET FABRICATION 47
I. CHASSIS 47
1. Méthode 47
2. Fabrication 47
2.1. Constitution des plaques (destinées pour les faces intérieur et extérieur) en bois 47
2.2. Morcellement des plaques en polystyrène 47

2.3. Constitution du cadre 48
3. Matériels employés 48
II. ACCESSOIRES 48
1. Méthode 48
2. Fabrication 49
3. Matériels employés 49
III. INSTALLATION DES EQUIPEMENTS 49
1. Equipement électrique 49
2. Matériels de régulation 50
2.1. Arduino 50
2.2. Servomoteur 51
2.3. Le capteur d'humidité et de température 52
2.4. Les équipements/ matériels de régulation 53
CHAPITRE III : SUIVI DE L'EXPERIMENTATION 54
I. TEST TEMPERATURE 54
1. Actions effectuées 54
1.1. Vérification de la véracité des donnés du capteur 54
1.2. Relevé des températures d'une poule couveuse 54
1.3. Essai sur le fonctionnement de la couveuse 54
1.4. Constatation des temps de fonctionnement des résistances chauffantes 55
2. Mesures prises 56
II. TESTS D'HUMIDITE 56
1. Tests effectués 56
1.1. Tests d'humidité avec un Bac à eau 56
1.2. Tests d'humidité avec deux Bac à eau 57
1.3. Test d'humidité avec l'utilisation d'une résistance chauffante dans un Bac à eau 57
1.4. Test d'humidité en régulant le fonctionnement de la résistance chauffante dans le Bac à eau 58
2. Mesure prise 59
III. TESTS RETOURNEMENTS 60
1. Tests effectués 60
2. Rectifications apportées 60
CHAPITRE IV : INTERPRETATIONS ET PROJET D'AMELIORATION 61
I. INTERPRETATIONS 61
1. Température 61
1.1. Vérification de la véracité des donnés du capteur 61

1.2. Relevé des températures d'une poule couveuse 61
1.3. Essai sur le fonctionnement de la couveuse 61
1.4. Efficacité du chauffage des résistances 62
2. Humidité 66
2.1. Tests d'humidité avec un Bac à eau 66
2.2. Tests d'humidité avec deux Bac à eau 66
2.3. Test d'humidité avec l'utilisation d'une résistance chauffante dans un Bac à eau 67
2.4. Test d'humidité en régulant le fonctionnement de la résistance chauffante dans le Bac à eau 67
3. Ventilation 68
4. Retournements 68
II. CONCRETISATION DU PROJET 69
1. Température 69
2. Humidité 69
3. Ventilation 69
4. Retournements 70
5. Récapitulatif du projet 70
5.1. Description 70
5.2. Matériel et équipement de chauffage 70
5.3. Matériel et équipement de régulation 70
5.4. Caractéristique de la régulation 71
CHAPITRE V : COUT DE FABRICATION ET RENTABILITE ECONOMIQUE 71
I. COUTS DE FABRICATION 71
1. Coûts des matériels 71
2. Autres dépenses du châssis 73
3. Coûts total de fabrication d'une couveuse automatisé 73
II. COUTS D'ELECTRIFICATION PENDANT L'INCUBATION 73
1. Quantité d'énergie consommée pendant le préchauffage de la couveuse 73
2. Quantité d'énergie consommée pendant le fonctionnement 74
2.1. Calculons d'abord l'énergie consommée par la résistance chauffante de la couveuse 74
2.2. Calculons l'énergie consommée par la résistance chauffante d'eau 74
3. Quantité totale des énergies consommée pendant l'incubation 75
4. Pratique sur la conduite d'élevage 75
5. Coût totale des énergies consommées pendant l'incubation $C \quad I_1$ 75
II. COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL D'INCUBATION 80

CHAPITRE VI : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE 81
I. AVANTAGES DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE 81
1. Conditions d'incubation 81
2. Manipulations et manutentions.....81
3. Domaine économique 82
4. Résultat d'incubation 82
II. INCONVENIENTS DE LA COUVEUSE AUTOMATISEE 82
1. Fonctionnement et Entretien.....82
2. Electricité.....82
3. Manipulations des commandes 83
CONCLUSION.....84
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIES
BIBLIOGRAPHIES ET WEBOGRAPHIES
TABLES DE MATIERES
ANNEXES i
I. Prophylaxie médicale i
1. Maladies infectieuses.....i
2. Maladies parasitaires iii
II. Programmes de commande des régulations iv
1. Programmation de la régulation de l'humidité.....iv
2. Programmation de la régulation de la température.....iv
3. Programmation de la commande de retournement.....v
RESUME
ABSTRACT

ANNEXES

I. Prophylaxie médicale

1. Maladies infectieuses

Les poules atteintes par ces virus ne peuvent pas guérir ! Il n'existe aucun traitement, c'est pourquoi la prévention et la biosécurité jouent un rôle aussi important

Maladies	**Transmissions**	**Symptômes**	**Préventions**
Maladie de Newcastle	De volaille à volaille et par voie aérienne	Trouble respiratoire, diarrhée, baisse de la ponte, torsion du cou	Vaccination 2 fois par an
Grippe aviaire	De volaille à volaille, oiseau migrateur	Animal sans énergie ; trouble respiratoire, tête enflée	Vaccination ; éliminer les volailles malades ; brûler ou tuer les animaux mort ; ne pas manger ; éviter tout contact avec les animaux
Bronchite infectieuse	De volaille à volaille et par voie aérienne	Trouble respiratoire, diarrhée, baisse de la ponte, forme et coquille des œufs anormales	Vaccination répétée
Variole aviaire	Par les mouches et les moustiques	Croutes sur la tête, les caroncules les yeux : fausse membrane jaunâtre dans la bouche	Vaccination
Maladie de Gumboro	D'oiseau à oiseau et équipements contaminés	Diarrhée, animal apathique	Vaccination
Maladie de Marek	Essentiellement par voie aérienne	Paralysie ; tumeur	Vaccination à la naissance
Maladie de Gumboro : affecte principalement les volailles d'élevage commerciaux jusqu'à l'âge de 8 semaines			
Maladie de Marek : chez les volailles d'élevage commerciaux ; infection au cours des premiers jours de vie ; il faut éliminer les volailles affectées			

Les poules atteintes par les bactéries peuvent être traitées aux antibiotiques, mais elles ne guérissent pas toujours c'est pourquoi la prévention et la biosécurité jouent un rôle aussi important.

Maladies	**Origine microbienne**	**Transmission**	**Symptômes**	**Préventions**
Maladie respiratoire chronique	Micoplasme	De volaille à volaille et par les œufs de parent à poussin	Trouble respiratoire et baisse de la ponte	Utilisation de cheptel non infecté ; vaccination
Coryza infectieuse	Haemosphyllusbactéria	De volaille à volaille ; poussinière et eau de boisson	Sécrétion nasale, face et caroncule gonflées	Vaccination
Pullorose	Salmonelle pullorum chez les poussins	Par les œufs de poules infectées	Diarrhée blanche, animal sans énergie juste après éclosion	Test puis élimination des animaux malades
Typhoïde	Salmonelle gallinarum chez les sujets adultes	Par les excréments et équipements	Animal sans énergie	Vaccination ; mesures d'hygiène
Choléra aviaire	Pasteurella	De volaille à volaille ; par eau et nourriture	Animaux sans énergie dans les cas aigus ; crête bleu et caroncule gonflée	Vaccination ; mesures d'hygiène
Pullorose : les antibiotiques sont rarement efficaces				
Typhoïde : l'effet des antibiotiques est incertain				

Pour toutes les maladies infectieuses, en plus de la vaccination, il faut prendre des mesures d'hygiène et de biosécurité pour protéger la volaille contre l'infection.

2. Maladies parasitaires

Maladies	Origine microbienne	Transmission	Symptômes	Préventions	Traitements
Coccidiose	Parasite dans l'appareil digestif	Excréments et litière infectés ; des plus vieux aux plus jeunes animaux	Animaux apathiques ; diarrhée parfois sanguinolente ; mortalité	Nettoyage des poulaillers et des mangeoires litière bien sèche ; faible densité de population	Sulfamine ou autre médicament contre la coccidiose dans l'eau de boisson
Infections par les vers	Ascaris et ténia	Excréments infectés	Diarrhée croissante, production faible	Nettoyage poulailler, renouvellement de la litière, pas de surpopulation	Vermifuge deux fois par an

II. Programmes de commande des régulations

1. Programmation de la régulation de l'humidité

```
//::::::::::::HUMIDITY::::::::::::://
if (humidity<50)
{
digitalWrite(relaisV,LOW); //resistance Bac à eau en marche
digitalWrite(ledjaune,HIGH);
digitalWrite(ledblanc,LOW);
 }
if (humidity>51)
{
digitalWrite(relaisV,HIGH); //resistance Bac à eau arrêtée
digitalWrite(ledjaune,LOW);
digitalWrite(ledblanc,HIGH);
 }
```

2. Programmation de la régulation de la température

```
//::::::::::RESISTANCE COUVEUSE & VENTILATEUR::::::::::://
if (temperature<32)
{
   digitalWrite(relaisR,LOW); // résistance couveuse et ventilateur en marche
   digitalWrite(ledbleu,HIGH);
   digitalWrite(ledvert,LOW);
   digitalWrite(ledrouge,LOW);
}
if (32<temperature<33.9)
{
   digitalWrite(relaisR,LOW); //resitance couveuse et ventilateur en marche
   digitalWrite(ledbleu,LOW);
   digitalWrite(ledvert,HIGH);
   digitalWrite(ledrouge,LOW);
}
if(temperature>33.9)
```

```
{
   digitalWrite(relaisR,HIGH); //resitance couveuse et ventilateur arretée
   digitalWrite(ledbleu,LOW);
   digitalWrite(ledvert,LOW);
   digitalWrite(ledrouge,HIGH);
}
```

3. Programmation de la commande de retournement

```
 //::::::::::::SERVO::::::::::::::://
   if ((millis()-temps)>) t
 {
 servo.write(180);
 temps= millis();
 }
   if ((millis()-temps25)>216000000)//3è jours 12 heures
 {
servo.write(0);
 temps= millis();
}
   if ((millis()-temps3)>259200000)//3è jours 24 heures
 {
servo.write(180);
 temps= millis();
 }
    if ((millis()-temps35)>302400000)//4è jours 12 heures
 {
servo.write(0);
 temps= millis();
 }
   if ((millis()-temps4)>345600000)//4è jours 24 heures
 {
servo.write(180);
 temps= millis();
 }
```

```
   if ((millis()-temps…)>…)//…è jours 12 heures
  {
servo.write(0);
  temps= millis();
  }
   if ((millis()-temps17)>1468800000)//17è jours 24 heures
  {
servo.write(0);
  temps= millis();
  }
   if ((millis()-temps175)>1512000000)//18è jours 12 heures
  {
servo.write(0);
  temps= millis();
}
   if ((millis()-temps18)>1555200000)//18è jours 24 heures
  {
servo.write(0);
  temps= millis();
  }
   if ((millis()-temps185)>1598400000)//19è jours 12 heures
  {
servo.write(0);
  temps= millis();
}
   if ((millis()-temps1921)>1857600000)//19è jours 24 heures
  {
servo.write(0);
  temps= millis();
}
  }
```

Auteur	RAKOTOARINIVO Aintsoa Holivah
Titre du thème	CONCEPTION ET FABRICATION D'UNE COUVEUSE AUTOMATISEE
Nombre de page	84
Nombre de tableaux	22
Nombre de figures	25
Mots-clés	INCUBATEUR ARTIFICIEL AUTOMATISEE

RESUME

L'aviculture est l'un des élevages les plus en expansion actuellement. Or elle fait face à diverses contraintes dans le domaine de l'incubation des œufs fécondés. C'est pour y faire face que la couveuse ou incubateur artificiel existe.

Nous avons alors réalisé une couveuse plus perfectionnée pour y faire face, c'est la couveuse automatisée. Quand nous parlons de couveuse automatisée, c'est pour dire qu'il n'y a plus de travails à exécuter par l'opérateur sinon l'introduction des œufs à incuber et la surveillance jusqu'à terme de l'incubation elle-même.

L'automatisme de la couveuse utilise une carte ARDUINO, un capteur d'humidité et de température, et le retournement des œufs se fait par le biais d'un servomoteur.

Ce matériel est donc très intéressant pour toutes les fermes de petites ou moyennes tailles résidant dans les périphériques de la ville et dans des habitations électrifiées.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND MANUFACTURE OF AN AUTOMATED INCUBATOR

Poultry farming is one of the most growing farms currently. But it faces various constraints in the field of incubation of fertilized eggs. It is to face it that the incubator or artificial incubator exists.

Then we realized a more sophisticated incubator to face it, it is the automated incubator. When we speak of an automated incubator, it is to say that there is no more activities to be done by the operator if not the introduction of the eggs to be incubated and the surveillance until the end of the incubation itself.

The automatism of the incubator uses an ARDUINO board, a humidity and temperature sensor, and the overturning of the eggs is done by means of a servomotor.

This material is therefore very interesting for all small and medium-sized farms residing in the periphery of the city and in electrified homes.