

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la technologie*

*Département Electromécanique*

# *Mémoire*

*Présenté pour obtenir*

**LE DIPLOME DE MASTER**

**FILIERE : Automatique**

**Spécialité : Automatique et informatique industriel**

Par

- **Karchouni nadjib allah**
- **Chenouf Allaedine**

*Intitulé*

**Amélioration d'un système de contrôle pour la culture  
de champignons**

*Soutenu le : 02 juillet 2022*

*Devant le Jury composé de :*

<i>Nom &amp; Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<b>M.MOUNIR MEDDED</b>	<b>MCB</b>	<b>Président</b>	<b>Univ-BBA</b>
<b>M.KHENFER RIAD</b>	<b>MCB</b>	<b>Encadreur</b>	<b>Univ-BBA</b>
<b>M.BENHADOUGHA SEDDIK</b>	<b>MCB</b>	<b>Examineur</b>	<b>Univ-BBA</b>
<b>M.ZEHAR DJAMILA</b>	<b>MCB</b>	<b>Examineur</b>	<b>Univ-BBA</b>

## Sommaire

### **CHAPITRE I : Généralité sur la culture de champignon**

I.1 Introduction :	9
I.2 Définition :	9
I.3 Historique :	9
I.4 Agaricus bisporus :	10
I.4.1 Définition :	10
I.4.2 Fiche technique :	11
I.4.2 Les problèmes :	12
I.5 Pleurotus ostreatus :	13
I.5.1 Définition :	13
I.5.2 Fiche technique :	14
I.5.3 Les problèmes :	15
I.6 Lentinula edodes (Xiang-gu, Shiitake, champignon de chêne) :	16
I.6.1 Définition :	16
I.6.2 Fiche technique :	16
I.6.3 Les problèmes :	17
I.7 Conclusion :	18

### **CHAPITRE II : Les équipements utilisé dans les champignonnières**

II.1 Introduction :	19
II.2 Les équipements d'une champignonnière :	19
II.2.1 Extracteurs :	19
II.2.2 Humidificateur :	19
II.2.2.1 Humidificateur à ultrason :	19
II.2.2.2 Humidificateur à haute pression :	20
II.2.3 Climatiseur gainable :	21
II.2.4 Système d'éclairage :	21
II.2.4.1 L'éclairage LED :	21
II.2.5 Les capteurs :	22
II.2.5.1 Types de capteurs :	22
II.2.5.1.1 Capteurs passifs :	22

II.2.5.1.2	Capteurs actifs :	23
II.2.5.2	La nature des informations fournies par le capteur :	23
II.2.5.2.1	Analogique :	23
II.2.5.2.2	Logique :	23
II.2.5.2.3	Numérique :	23
II.2.5.3	Capteurs utilisés :	23
II.2.5.3.1	Capteur de température et d'humidité (PR-3002-WS-V05) :	23
II.2.5.3.1.1	Les paramètres de PR-3002-WS-V05 :	24
II.2.5.3.1.2	Caractéristiques du capteur :	25
II.2.5.3.1.3	Câblage du capteur :	25
II.2.5.3.1.4	Principe de fonctionnement :	25
II.2.5.3.2	Capteur de CO <sub>2</sub> (PR-3002-CO <sub>2</sub> -V05):	26
II.2.5.3.2.1	Les paramètres de PR-3002-CO <sub>2</sub> -V05 :	26
II.2.5.3.2.2	Caractéristiques du capteur :	26
II.2.5.3.2.3	Câblage du capteur :	27
II.2.5.3.2.4	Principe de fonctionnement :	27
II.2.6	Les microcontrôleurs :	27
II.2.6.1	Microcontrôleur ATMEGA328P :	27
II.2.6.2	Principales caractéristiques de ATMEGA328P :	28
II.2.7	Afficheur LCD I2C :	28
II.2.7.1	Le protocole I2C :	28
II.2.8	Boutons poussoirs :	29
II.2.9	Les interrupteurs :	29
II.2.10	Le relais :	30
II.2.11	L'alimentation :	30
II.3	Conclusion :	31

### **CHAPITRE III : Réalisation et tests**

III.1	Introduction :	32
III.2	Première partie : création de programme sur logicielle FLOWCODE :	32
III.2.1	Définition du logiciel FLOWCODE :	32
III.2.2	Explications du programme que nous avons créé :	32
III.2.2.1	Le panneau de contrôle 2D :	32
III.2.2.2	Le programme principal :	33
III.2.2.2.1	Affichage des capteurs (interrupteur de changement=0) :	34

III.2.2.2.2	Affichage de la valeur min et max :(interrupteur de changement égale 1).....	36
III.3	Deuxième Partie : réalisation du schéma de commande 2D sur une plaque d'essai .....	38
III.3.1	Plaques d'essai : .....	38
III.3.2	Câblages sur la plaque d'essai : .....	38
III.4	Troisième Partie : la réalisation du circuit électronique à l'aide de l'éditeur en ligne EASY EDA	41
III.4.1	Éditeur en ligne EASY EDA :.....	41
III.4.2	Réalisations du circuit électronique dans EASYEDA :.....	41
III.5	quatrième Partie : Implémenter le circuit imprimé dans la carte de contrôle .....	43
III.6	Conclusion : .....	46



## Liste des figures

---

### Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : les statues des champignons dans les civilisations antiques .....	10
<b>Figure I.2</b> : les statues champignons de paris ferme.....	10
<b>Figure I.3</b> : Hollander spawun suivi de production .....	11
<b>Figure I.4</b> : la formation du stroma .....	12
<b>Figure I.5</b> : l'apparition de champignons précoces .....	12
<b>Figure I.6</b> :malformations de champignon Agaricus bisporus .....	13
<b>Figure I.7</b> : Pleutrotus ostreatus cultivée .....	13
<b>Figure I.8</b> : malformations de champignon Pleutrotus ostreatus .....	15
<b>Figure I.9</b> : malformations de champignon petit corps.....	15
<b>Figure I.10</b> :forme de tonneau .....	16
<b>Figure I.11</b> :Lentinula edodes.....	16
<b>Figure I.12</b> :Lentinula edodes Chapeaux à craquer .....	17
<b>Figure I.13</b> : malformations une grande tige .....	18
<b>Figure II.1</b> : un extracteur .....	19
<b>Figure II.2</b> : humidificateur à ultrason.....	20
<b>Figure II.3</b> : humidificateur à haut pression .....	20
<b>Figure II.4</b> : Climatiseur gain able .....	21
<b>Figure II.5</b> : éclairage LED dans une champignonnière.....	21
<b>Figure II.6</b> : le fonctionnement d'un capteur.....	22
<b>Figure II.7</b> : capteur de température et d'humidité (PR-3002-WS-V05) .....	24
<b>Figure II.8</b> : alimentation de PR-3002-WS-V05 .....	25
<b>Figure II.9</b> : capteur de CO2 (PR-3002-WS-V05) .....	26
<b>Figure II.10</b> : alimentation de PR-3002-CO2-V05 .....	27
<b>Figure II.11</b> : ATMEGA328P .....	28
<b>Figure II.12</b> : afficheur LCD 20X4 .....	28
<b>Figure II.13</b> : afficheur LCD I2C 20X4 .....	29
<b>Figure II.14</b> : boutons poussoirs .....	29
<b>Figure II.15</b> : modules des interrupteurs .....	29
<b>Figure II.16</b> : relais .....	30
<b>Figure II.17</b> : alimentation électrique 5V .....	30
<b>Figure II.18</b> : alimentation électrique 12V .....	30
<b>Figure III.1</b> : le panneau de contrôle 2D sur logiciel FLOWCODE .....	33
<b>Figure III.2</b> : message sur l'afficheur LCD en utilisant icone Delay et Macro component...33	
<b>Figure III.3</b> : icone inetrupt sur logiciel FLOWCODE .....	33
<b>FigureIII.4</b> : icone IF pour changer affichage .....	34
<b>Figure III.5</b> : déclaration de capteur de Température.....	34

<b>Figure III.6</b> :déclaration des capteurs de CO2 et d'humidité.....	34
<b>Figure III.7</b> :déclaration du premier capteur sur LCD I2C .....	35
<b>Figure III.8</b> :adressage des capteurs .....	35
<b>Figure III.9</b> : affichage des capteurs sur LCD I2C.....	35
<b>Figure III.10</b> : affichage de la valeur min et max pour chaque capteur .....	36
<b>Figure III.11</b> : boutons et interrupteurs sur le panneau de contrôle 2D .....	36
<b>Figure III.12</b> : programme de bouton de programme .....	37
<b>Figure III.13</b> : programme de l'interrpteur relais du paramètre température.....	37
<b>Figure III.14</b> : adressage des composantes sur ATMEGA328P .....	38
<b>Figure III.15</b> : une plaque d'essai.....	38
<b>Figure III.16</b> : afficheur LCD I2C .....	39
<b>Figure III.17</b> : test de l'écran LCD I2C .....	39
<b>Figure III.18</b> : montage pull down .....	39
<b>Figure III.19</b> : amplificateur opérationnel LM324N.....	40
<b>Figure III.20</b> : câblage de l'amplificateur opérationnel LM324N sur la plaque d'essai .....	40
<b>Figure III.21</b> : le circuit de notre système .....	41
<b>Figure III.22</b> : affichage de notre système .....	41
<b>Figure III.23</b> : la bibliothèque de EASY EDA.....	42
<b>Figure III.24</b> : le schéma d'adressage EASY EDA .....	42
<b>Figure III.25</b> : la réalisation EASY EDA de notre circuit .....	43
<b>Figure III.26</b> : le schéma 3D de notre circuit .....	43
<b>Figure III.27</b> : la face en cuivre de la carte électronique.....	44
<b>Figure III.28</b> : le circuit imprimé dans la carte électroniques .....	44
<b>Figure III.29</b> : la carte électronique de notre système .....	45
<b>Figure III.30</b> : assamblage de la carte électronique .....	45
<b>Figure III.31</b> : câblage de notre système dans un ar.....	46
<b>Figure III.32</b> : l'affichage technique sur le panneau de commande .....	46

## *Liste de tableaux*

---

### *Liste des tableaux*

<b>Tableau I.1:</b> fiche technique de champignon de paris .....	11
<b>Tableau I.2:</b> fiche technique de champignon de Pleurotus stratus .....	14
<b>Tableau I.3:</b> fiche technique de champignon de Lentinula edodes .....	17
<b>Tableau II.1:</b> Les paramètres de PR-3002-WS-V05 .....	25

### *Symbol*

<b>SPRAM</b>	mémoire vive statique
<b>AVR</b>	régulateur électronique de variation
<b>DC</b>	le courant continu
<b>V</b>	voltage
<b>PIC</b>	microcontrôleur
<b>ARM</b>	Advanced RISC Machines
<b>RISC</b>	Reduced Instruction Set Computer

# Introduction générale

---

La culture des champignons est une culture protégée. Leur production est possible à d'autres saisons si les conditions sont favorables et si elles sont bien contrôlées et gérées.

La culture des champignons est une technique de production intensive qui exige que les facteurs de production soient maximisés pour assurer une meilleure rentabilité. Dans toutes les salles de culture, il y a toujours des périodes pendant lesquelles les conditions environnementales telles que la température, l'humidité, la lumière et le CO<sub>2</sub> à l'intérieur de la serre deviennent extrêmement dangereuses pour les champignons. Cela se produit en raison de l'incapacité de l'homme à porter des jugements précis et rapides

À cet égard, nous proposons un dispositif contrôlé par une carte électronique placée dans une armoire électrique qui sert de régulateur de microclimat. Lorsque des paramètres spécifiques se situent à l'intérieur ou dépassent une limite prédéterminée, l'action appropriée est générée, ce qui est fait en l'appliquant à la chambre de culture des champignons.

Cette mémoire est divisée en trois chapitres, le premier chapitre comprend une présentation générale sur les champignons et une revue historique sur le développement du processus de culture des champignons, ensuite nous avons étudié les trois espèces de champignons les plus populaires dans le monde, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* et *Lentinula edodes*, ainsi que leurs exigences en termes de climat, de culture et les problèmes de fonctionnement du produit en cas de mauvais contrôle de ces facteurs.

En ce qui concerne le deuxième chapitre. Nous avons montré et expliqué au propriétaire des dispositifs liés aux salles de culture de champignons en termes de génération de facteurs climatiques ainsi que les composants utilisés dans la réalisation du projet de cette thèse.

La partie centrale de notre travail est présentée dans le troisième chapitre. Elle vise à la réalisation du système souhaité pour le contrôle et la gestion microclimatique dans les salles de culture de champignons. Nous avons d'abord créé le programme de contrôle sur le FLOWCODE, puis nous avons réalisé le schéma de contrôle sur une plaque d'essai. Puis nous avons réalisé le circuit électronique à l'aide de l'éditeur en ligne EASY EDA. Enfin, nous avons implémenté le circuit imprimé dans la carte de contrôle et terminé le projet avec la collecte du système sur une armoire de contrôle.

En fin, une conclusion générale couronne ce mémoire pour récapituler nos analyses, nos résultats et nos commentaires.



# CHAPITRE I : Généralité sur la culture de champignons

---

## I.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons une vue générale sur les champignons comestibles et leur développement en termes de consommation et les techniques de cultivation. Après nous avons mentionné et les principales espèces cultivées et des exemples sur des souches commercial pour ces espèces et ses conditions de cultivation surtout les paramètres climatiques.

Enfin nous présenterons problèmes rencontrés en cas de fluctuation de ces paramètres.

## I.2 Définition :

Les champignons ainsi que d'autres fungi sont quelque chose de spécial dans le monde vivant, n'étant ni des plantes ni animaux. Ils ont été placés dans un royaume qui leur était propre appelé le royaume de Mycètes. Mais que sont les champignons ? Le mot champignon peut signifier différentes choses pour différentes personnes et Pays. Il semble que des études spécialisées et la valeur économique des champignons et de leurs usages avaient atteint un point où une définition claire du terme "champignon" était justifiée. Un sens large « Le champignon est un macro champignon typiquement fructueux, qui peut être : épigée ou hypogée et suffisamment grande pour être vue à l'œil nu et ramassée à la main. » [1]

## I.3 Historique :

Le champignon a découvert par les CIVILISATIONS antiques comme une nourriture riche et délicieuse, qu'ils ont recueillis dans la nature. Mais il n'est pas disponible dans tous les temps. Les Chinois sont les premiers qui cultivent les champignons avec la réussite de l'espèce *Auricularia* dans l'année 600, mais les champignons n'ont pas été produits dans une grande échelle commerciale jusqu'à l'année 1870 après la découverte de la technique sur couche dans la France. Avec la pratique de la culture sur couches chaudes, fumier et planches, permit d'observer des développements réguliers de champignons de Paris. C'est pour ça l'espèce *Agaricus bisporus* connu notre jour par le nom symbolique champignon de Paris.



**Figure I.1 :** les statues des champignons dans les civilisations antiques[2]

Dans notre jour il ya plus que 2000 variétésdes champignonscomestibleconnu et 30 espèces cultiver parmi ces espèces il y a 6 espèces sont le plus produites[3].

#### **I.4Agaricus bisporus :**

##### ***I.4.1 Définition :***

Agaricus bisporus est diversement connu sous le nom de champignon blanc, champignon de Paris ou simplement champignon de couche commun. Dans les pays occidentaux, ce champignon s'est développé au cours des 60 dernières années, passant du statut d'entreprise risquée à celui de processus industriel largement prévisible et contrôlable, notamment en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas. Prévisible et contrôlable, en particulier en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas.

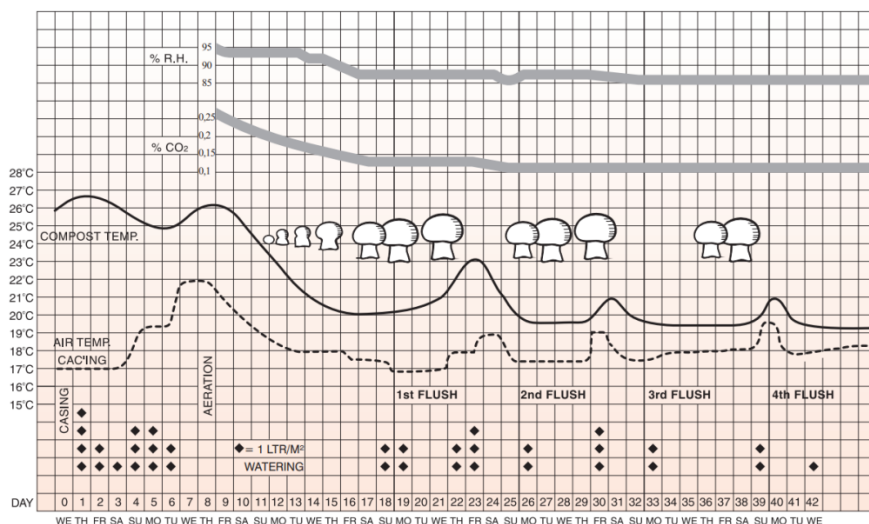
Cette réussite remarquable dans le développement industriel moderne du champignon de Paris peut être attribuée, dans une large mesure, aux contributions résultant de l'action vigoureuse de l'industrie du champignon de Paris. Peut être attribuée aux contributions résultant des vigoureuses activités de recherche menées dans les laboratoires, centres et stations de recherche sur le champignon.[4]



**Figure I.2 :** champignons de paris ferme [4]

Agaricus bisporus est le champignon le plus difficile surtout pour le cultivateur avec des faibles moyens, Agaricus bisporus est très sensible pour les maladies et Surtout les changements climatiques dans les chambres de la cultivation.

En raison de la densité massive du substrat dans ces derniers. Pour ça les entreprises spécialisées dans la fabrication des grains dans des protocoles spéciales pour suivre (Figure I.3)



**Figure I.3 :** Hollander spawn suivi de production [5]

**I.4.2 Fichetechnique :**

Il y a de nombreuses souches de champignon de paris et chaque souche Posséder des caractéristiques différentes.

Cesparamètres pour la souche commerciale de myceliaM7243 Agaricus bisporus, var. hortensis.

Nom binominal	Agaricus bisporus
Ancienne nomenclature	None
Taux d'inoculation	8-10 litre spawn / ton
Substrat naturel	Compost traditionnel de champignons
Incubation	Température du compost : 23-27 °C
	Durée 13-17 jours
	Concentration de CO2 ;5000-12000 ppm
Primordia induction	(Nuit) * température :20-21 °C
	Température de l'air : 17-18 °C
	Humidité relative : 90-95 %
	Concentration de CO2 :1000-1200 ppm
Conditions de fructification	Température du compost :19-21°C
	Température de l'air :14-17°C
Cycle de production total	À partir de la fin de l'incubation : 5 à 11 semaines

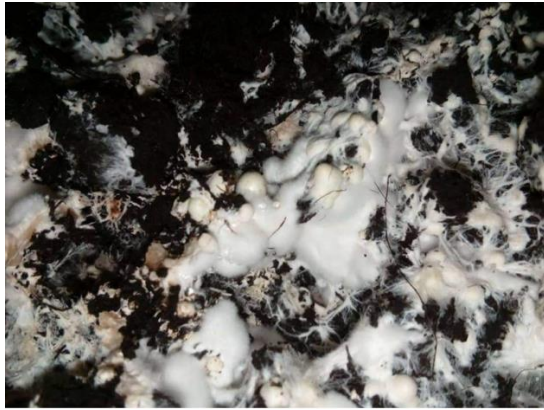
Rendement moyen	30-35 kg/m <sup>2</sup> de compost adulte à un poids de remplissage de 90 kg/m <sup>2</sup>
-----------------	---

**Tableau I.1** : fiche technique de champignon de paris[6]

### **I.5.2 Les problèmes :**

Agaricus bisporus est très sensible pour les changements des les facteurs d'atmosphère(L'humidité et la température et concentration de co2). Cela fait beaucoup de dégâts sur la qualité et la quantité de la production.

Une forte concentration de dioxyde de carbone, une température et une humidité élevées et un volume d'évaporation important susceptible de causer La formation du stroma(Figure I.4)[7]



**Figure I.4** : la formation du stroma

Le non-respect du régime climatique sur le stade de croissance du mycélium dans le compost, c'est-à-dire l'entrée précoce d'air frais et la diminution de la concentration de CO2 causer L'apparition de champignons précoces (Figure I.5)[7]



**Figure I.5** :l'apparition de champignons précoces

Un niveau de CO<sub>2</sub> trop élevé au départ de la croissance. Causer aiguilles larges, petits Chapeaux figure[7].



**Figure I.6 :** malformations de champignon *Agaricus bisporus*

## **I.5 Pleurotus ostreatus :**

### ***1.5.1 Définition :***

Les Pleurotes sont des organismes eucaryotes, thallophytes, non chlorophylliens, à corps généralement filamenteux appelé mycélium. Ce dernier est de couleur blanche et est septé. Il forme, en période de fructification, des sporophores ou carpophores appelés communément champignon[8].

Parmi les espèces de Pleurotes se trouve *Pleurotus ostreatus*, c'est un champignon saprophyte comestible qui a fait l'objet de nombreux efforts de recherche dans différents domaines. En France, sa culture ne date que des années 1970, alors qu'elle remonte à l'époque la plus ancienne en Chine[8].

Le champignon Pleurote est le deuxième plus cultivé dans le monde après le champignon de Paris.

C'est un Basidiomycète lignocellulolytique, c'est à dire un décomposeur primaire, il pousse sur bois ou paille et offre la possibilité de valoriser divers déchets agro-industriels (Paille de céréale, marc de café, grignon d'olive ... etc.)[8]



**Figure I.7 :** *Pleurotus ostreatus* cultivée[4]

**II.5.2 Fiche technique :**

Il y a de nombreuses souches de champignon *Pleurotus ostreatus* et chaque souche Posséder des caractéristiques différentes.

Ces paramètres pour la souche commerciale de myceliaM2191 *Pleurotus ostreatus*

Nom binominal	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Ancienne nomenclature	None
Substrat naturel	Bois dur / paille (de blé)
Incubation	Température en salle : 20-22 °C
	Température du substrat : 25-30 °C
	Duration : 19- 22 jours
Induction du Primordia	Température de l'air : inférieur à 6-15 °C
	Humidité relative : 90-95 %
Conditions de fructification	Température de l'air :(5-) 10-17 (-20) °C
	Humidité relative : 85%
	Inférieur à 800 ppm
	Lumière 800- 1500 lux 8n
Les chasses	Nombre : 3-5
	Intervalle : 1-2 semaines
	Entre les chasses augmentation de l'humidité relative à 90%.
Cycle de production total	3 mois

**Tableau II.2 :** fiche technique de champignon de *Pleurotus stratus*[9]

Primordia est induits par un choc. Pour la plupart des espèces de champignons, cela se fait par un choc thermique, qui est défini par la température minimale pendant le cycle jour-nuit.

### ***1.5.3 Les problèmes :***

L'humidité et la température et concentration de CO<sub>2</sub> ont une incidence sur les fructifications des pleurotes. En particulier, ces facteurs affectent la forme des corps fructifères.

Avec une température et une humidité élevée : Le rapport chapeau/tige est plus petit (petit chapeau/long tige), La couleur du chapeau devient plus claire (gris-brunâtre), Dépression au centre effet apparaît dans (Figure I.8)[10].



**Figure I.8:** malformations de champignon *Pleurotus ostreatus*[11]

Les pleurotes absorbent l'oxygène et libèrent du dioxyde de carbone lors de l'inhalation. Des niveaux trop élevés de dioxyde de carbone peuvent affecter la croissance des champignons. Si l'air ne circule pas et qu'il n'y a pas assez d'oxygène, cela entravera la croissance et le développement du corps fruitier. Le corps du champignon devient petit (figure I.9)[10].



**Figure I.9:** malformations de champignon petit corps[11]

Avec une température et une humidité basse : la couleur du chapeau devient sombre (brun foncé), le stipe devient épais ou le milieu du stipe est gonflé ou en forme de tonneau (Figure I.10), les corps fructifères se développent très lentement et produisent de faibles rendements[10].



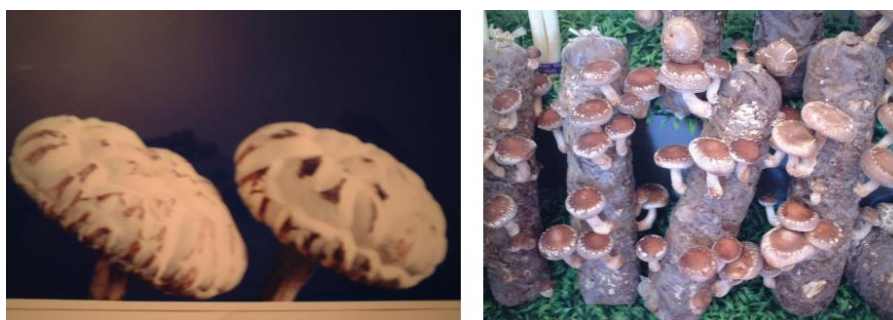
**Figure I.10 :** forme de tonneau

## **I.6 Lentinula edodes (Xiang-gu, Shiitake, champignon de chêne) :**

### ***I.6.1 Définition :***

*Lentinula edodes* (Berk) Sing. (nom commun : champignon forêt noire/chêne ; nom chinois : Xiang-gu ; nom japonais : shiitake). Il s'agit du champignon le plus cultivé en Chine et dans d'autres pays asiatiques. Depuis longtemps, ce champignon est apprécié pour son goût et saveur uniques et en tant qu'un tonique médicinal. Il peut être cultivé sur des rondins de bois ou sur des substrats synthétiques.

*Lentinula edodes* est un champignon hétérothallique. Sa sexualité est contrôlée par deux facteurs d'accouplement, A et B, avec de multiples allèles, et par conséquent son cycle de vie est un système tétrapolaire ou bifactoriel. (Chang and Miles, 1984). Son cycle de vie commence par la germination de 44 basidiospores. Après un accouplement sélectionné entre deux mycéliums germinatifs compatibles, le mycélium dikaryon ou culture fructifère est établi. À partir de la culture fructifère, on obtient la culture mère, le spawn mère et le spawn de plantation commerciale peuvent être fabriqués. Lorsque le spawn est planté sur un substrat approprié, dans de bonnes conditions climatiques, les organes fructifères du champignon développent. Puis, lorsque le stade de maturité est atteint, les spores sont libérées et son cycle de vie est terminé. [4]



**Figure I.11:** *Lentinula edodes*[4]

### ***I.6.2 Fiche technique :***

Il y a de nombreuses souches de champignon *Lentinula edodes* et chaque souche Posséder des caractéristiques différentes.



Ces paramètres pour la souche commerciale de myceliaM3102 *Lentinula edodes*.

Nom binominal	<i>Lentinula edodes</i>
Ancienne nomenclature	None
Incubation	Température de la salle : 23 °C
	Température du substrat : 25 °C
	Durée :13-15 jours
Conditions de fructification	Température de salle :16-18 °C
	Humidité relative : 85%
	CO2-concentration : 500-1200 ppm
	Lumière : 500-1000 lux 8 heures
Les chasses	Nombre : 3-5
	Période d'attente : 12 - 14 jours
	Entre les chasses :augmentation de la température jusqu'à 19-21 °C, CO2 jusqu'à 1700-2500 ppm, humidité jusqu'à 85%.
	L'induction : immerger ou irriguer le substrat pendant 12 heures

**Tableau III.3** : fiche technique de champignon de *Lentinula edodes*[12]

### I.6.3 Les problèmes :

Avec une température et une humidité élevée *Lentinula edodes* Chapeaux à craquer[13].



**Figure I.12:** *Lentinula edodes* Chapeaux à craquer

Shiitakés développent généralement de grandes tiges et des petits chapeaux lorsqu'il n'y a pas assez d'échange d'air frais et de lumière du soleil. Taux élevé de CO<sub>2</sub> temps d'éclairage court couser le problème dans (la figure I.13)[13].



**Figure I.13:** malformation une grande tige[13]

### **I.7 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons fourni un aperçu sur la cultivation des champignons et surtout les trois espèces le plus cultivé dans le monde *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*. Nous avons remarqué que les espèces présentent des caractéristiques climatiques similaires, telles que l'humidité, la chaleur et la ventilation (taux de dioxyde de carbone dans l'air). Nous avons également remarqué qu'un déséquilibre de ces facteurs pourrait avoir des effets similaires et causer une série de problèmes en termes de qualité et de quantité de production.

Donc, le développement d'un système de contrôle automatique de ces facteurs est essentiel pour assurer la qualité et la quantité de la production.

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

---

### II.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu de l'équipement de la champignonnière et des outils qui nous permettent de contrôler, gère et atteindre les paramètres climatiques, en les maintenant proches des points de consigne, tout en étant libres de l'influence des paramètres climatiques externe.

Une champignonnière est un lieu de culture de champignons. Ces lieux du culture sont des milieux sombres et humides, conditions de forçage idéale pour le développement des champignons.

### II.2 Les équipements d'une champignonnière :

#### II.2.1 Extracteurs :

Lorsque le ventilateur d'extraction est utilisé pour la ventilation forcée dans un champignonnière par ventilation naturelle à travers des ouvertures dans le toit et/ou le périmètre taux de ventilation requis.

Il s'agit d'un besoin essentiel dans la production de cultures et dans les fermes d'élevage. Ils sont indispensables pour un système de brumisation d'eau afin d'obtenir un certain niveau de réfrigération adéquat[14].



**Figure II.1** : un extracteur[14]

#### II.2.2 Humidificateur :

Un humidificateur est un appareil conçu pour augmenter le pourcentage d'humidité dans l'air. Il s'agit généralement d'un appareil utilisé dans une pièce, mais il existe également des systèmes qui traitent des maisons ou des bâtiments entiers[15].

Dans notre système, nous pouvons utiliser deux types d'humidificateurs qui sont :

##### II.2.2.1 Humidificateur à ultrason :

Les Humidificateurs à ultrasons sont constitués d'un petit réservoir d'accumulation d'eau et de transducteurs piézoélectriques installés dans la partie inférieure du réservoir. La

## CHAPITRE II : Les équipements utilisés dans les champignonnières

surface du transducteur oscille à une vitesse très élevée (1.65 millions de fois par seconde) afin d'empêcher l'eau de le suivre (l'eau ne réussit pas à copier les oscillations du transducteur) en raison de son inertie de masse.

De ce fait, une colonne d'eau se forme au-dessus des transducteurs. Pendant la fréquence négative du transducteur, un vide soudain se crée. Ce vide n'est pas comblé par l'eau qui ne peut pas suivre les mouvements du transducteur, trop rapides. La cavité qui s'est ainsi créée permet de produire des petites bulles qui sont poussées sur le bord de la colonne d'eau pendant la phase de fréquence positive, entrant en collision. Pendant ce processus, des particules très fines d'eau sont atomisées sur le bord de la colonne d'eau. En raison des ordres sonores, des ondes croisées sont générées directement sous la surface de l'eau. En leur centre, de minuscules gouttes d'eau se séparent, entraînant la formation d'une fine atomisation immédiatement absorbée par le flux d'air [16].



**Figure II.2 :** humidificateur à ultrason [16]

### ***II.2.2.2 Humidificateur à haut pression :***

Abordables et respectueux de l'environnement, les systèmes de brumisation à haute pression n'utilisent que de l'eau et sont idéaux pour rafraîchir des températures trop chaudes et trop sèches.

Les systèmes de brumisation à haut pression produisent de minuscules gouttelettes d'eau sous forme de brouillard. Cela augmente l'humidité et rafraîchit sans que rien ne soit mouillé. Les petites gouttelettes d'eau agissent ensemble pour éliminer les minuscules particules de saleté, de poussière et les bactéries responsables des odeurs attirantes et en absorbant les particules présentes dans l'air [17].



**Figure II.3 :** humidificateur à haut pression [18]

### **II.2.3 Climatiseur gain able :**

La climatisation de produire de l'air frais au moyen d'un circuit frigorifique. À la manière d'une pompe à chaleur air, le climatiseur gainable puise les calories de l'air chaud et utilise cette énergie pour refroidir l'air ambiant de chaque pièce. La chaleur est rejetée en extérieur et vous bénéficiez d'une baisse confortable de la température intérieure[19].



**Figure II.4 :** climatiseur gain able[20]

### **II.2.4 Système d'éclairage :**

La lumière du soleil est la source de lumière la moins chère pour la culture. Mais pas toujours disponibles. Grâce à une lumière intérieure, il est possible mieux contrôler la croissance des plantes et assurer une production efficace tout au long l'année[21].

Dans notre projet on peut utiliser types d'éclairage LED :

#### **II.2.4.1 L'éclairage LED :**

La technologie LED (figure II.5) devient de plus e plus populaire dans le secteur mondial de l'horticulture sous serre en tant que source lumineuse innovante.

L'avenir des luminaires LED est prometteur. L'éclairage LED permet actuellement des rendements supérieurs de 30 à 46%. En effet, l'énergieémise par les installations utilisant la technologie LED est plus efficace que celle émise par les lampes SONT-T traditionnelles.

Ces chiffres sont encore plus impressionnants termes d'économies d'énergie : la différence avec les lampes conventionnelles peut aller jusqu'à 80% dans certains cas [21].



**Figure II.5 :** éclairage LED [21]

### II.2.5 Les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande [21].

Il existe deux types de détection d'un capteur :

- Détection de contact (le capteur doit entrer en contact physique avec un phénomène pour le découvrir).
- Détection sans contact (le capteur détecte le phénomène à proximité.)[21]

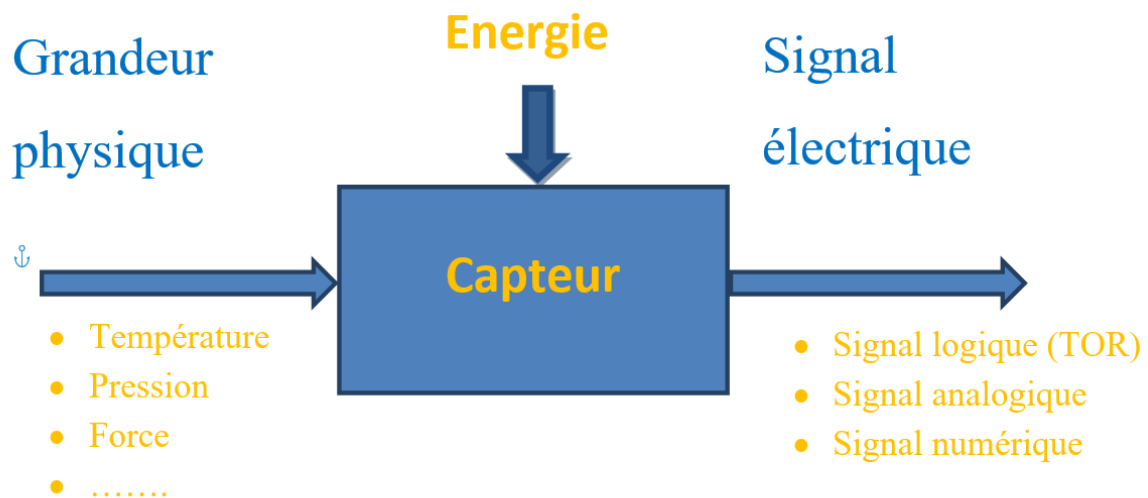


Figure II.6 : le fonctionnement d'un capteur[21]

#### II.2.5.1 Types de capteurs :

Les capteurs se classent selon leur principe de fonctionnement, on distingue deux types [21] :

##### II.2.5.1.1 Capteurs passifs :

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte[21]:

- Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.
- Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (Armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable).

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

### ***II.2.5.1.2 Capteurs actifs :***

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur effet physique qui assure la conversion en énergie électriques de la forme d'énergie à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement[21].

### ***II.2.5.2 La nature des informations fournies par le capteur :***

Les capteurs et leurs conditionneurs peuvent aussi faire l'objet d'une classification par type de sortie[21].

#### ***II.2.5.2.1 Analogique :***

La sortie est une grandeur électrique donc la valeur est une fonction de la grandeur physique mesurée par le capteur. La sortie peut prendre une infinité de valeurs continues. Le signal analogique peut être du type [21]:

- Sortie tension.
- Sortie courante.
- Etc.

#### ***II.2.5.2.2 Logique :***

Ou capteur TOR (tout ou rien). La sortie est un état logique que l'on note 1 ou 0. La sortie peut prendre ces deux valeurs. Le signal des capteurs logiques peut être du type[21] :

- Courant présente /absent dans un circuit.
- Potentiel, souvent 5V/0V.
- Etc.

#### ***II.2.5.2.3 Numérique :***

La sortie est séquencé'état logique qui en se suivante, forment un nombre. La sortie peut prendre une infinité de valeurs discrètes. Le signal de capteurs numériques peut être de type[21] :

- Train d'impulsion, avec un nombre précis d'impulsions ou avec fréquence précise.
- Code numérique binaire.
- Etc.

### ***II.2.5.3 Capteurs utilisés :***

#### ***II.2.5.3.1 Capteur de température et d'humidité (PR-3002-WS-V05) :***

Le (PR-3002-WS-V05) est utilisé dans les hangars agricoles, la culture florale et d'autres situations nécessitant une surveillance de la température et de l'humidité.

C'est un transmetteur 0-5V, capteur industriel analogique de haute précision[22].



**Figure II.7 :** capteur de température et d’humidité (PR-3002-WS-V05)[22]

**II.2.5.3.1.1 Les paramètres de PR-3002-WS-V05 :**

Le type de signal de sortie est divisé en 0-5V et ainsi de suite. Voir tableau de sélection :

Alimenté en cc (par défaut)	10 ~ 30 V cc	
Puissance maximale dissipation	Sortie de courant	1.2W
	Sortie de tension	1.2W
	RS485 sortie	0.4W
Degré de précision (par défaut)	L’humidité	+ - 3% RH (60% RH, 25°C)
	Température	+ - 5% °C (25°C)
Circuit électrique environnement de travail	-20 °C ~ + 60 °C, 0%RH ~ 80% RH	
Sonde de température de fonctionnement	-40 °C ~ + 120 °C, par défaut -40°C ~ + 80°C	
Sonde de température de fonctionnement	0% RH ~ 100% RH	
A long terme la stabilité	L’humidité	≤ 1% RH/y
	Température	≤ 0.1 °C/y
Temps de réaction	L’humidité	≤ 8s (vitesse du vent de 1m/s)
	Température	≤ 25s (vitesse du vent de 1m/s)
Signal de sortie	Sortie de courant	Communication RS485 (bus mod-RTU)
	Sortie de courant	4mA ~20mA
	Sortie de tension	0 ~ 5V/0 ~10V
Capacité de charge	Sortie de tension	Sortie résistance ≤ 250Ω



## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

	Sortie de courant	$\leq 600\Omega$
--	-------------------	------------------

**Tableau II.1:** Les paramètres de PR-3002-WS-V05[22]

### **II.2.5.3.1.2**      *Caractéristiques du capteur :*

- Ce produit adopte une sonde numérique à haut sensibilité.
- Le signal est stable.
- La précision est élevée.
- Il a les caractéristiques d'une large gamme de mesure.
- Bonne linéarité.
- Utilisation confortable.
- Installation facile et longue distance de transmission.
- Ça dimension est 85X44mm 110[22].

### **II.2.5.3.1.3**      **Câblage du capteur :**

Lorsque le système doit accéder à la version analogique du capteur, il suffit d'alimenter l'appareil et de connecter la ligne de sortie analogique à l'interface du microcontrôleur[22].

Marron : alimentation+

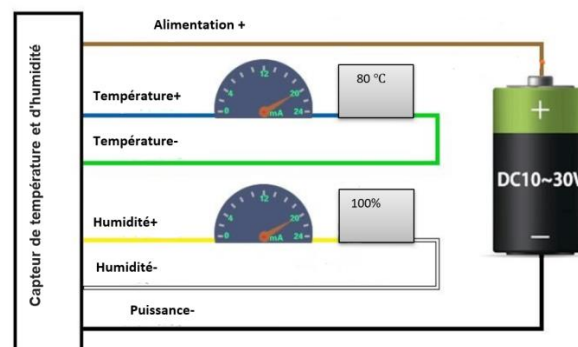
Noir : puissance-

Bleu : température+

Vert : température-

Jaune : humidité+

Blanc : humidité-



**Figure II.8 :** alimentation de PR-3002-WS-V05[22]

### **II.2.5.3.1.4**      *Principe de fonctionnement:*

Cette capteur analogique sert à transformer la grandeur de température et humidité en un autre type de variation de tension[22].

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

La valeur mesurée(dégré)= (24\*tension de sortie(V)) -40

Par exemple la tension de sortie est 5V donc:

La valeur mesurée(dégré)= (24\*5) -40 = 80 degré

La valeur mesurée (%) = (20\* tension de sortie(V))

Même exemple on a appliquée :

La valeur mesurée (%) = (20\*5) = 100%[22]

### ***II.2.5.3.2 Capteur de CO2(PR-3002-CO2-V05):***

Capteur de dioxyde de carbone pour champignonnière, c'est un transmetteur de CO2 industriel de haute précision 0-5V[23].



**Figure II.9 :** capteur de CO2(PR-3002-CO2-V05)[23]

#### ***II.2.5.3.2.1 Les paramètres de PR-3002-CO2-V05 :***

Les principaux paramètres de ce capteur sont [23] :

- Alimentation électrique : DC 10-30V.
- Signal de sortie : 0-5V.
- Mesurage de CO2 : 0-2000ppm.
- Gamme de pression : 90-110Kpa.
- Temps de réponse : inférieur ou égale à 90s.
- Durée de vie : supérieur ou égale à 24 mois.

#### ***II.2.5.3.2.2 Caractéristiques du capteur :***

- Notre capteur utilise une sonde de détection de gaz à haute sensibilité.
- Stabilité de signal.
- Haute pression.
- Une large gamme de mesure.
- Une bonne linéarité.
- Facile à utiliser.
- Ça dimension est 110X85X44mm[23].

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

### **II.2.5.3.2.3 Câblage du capteur :**

Il a le même principe de câblage que le capteur de température et humidité.

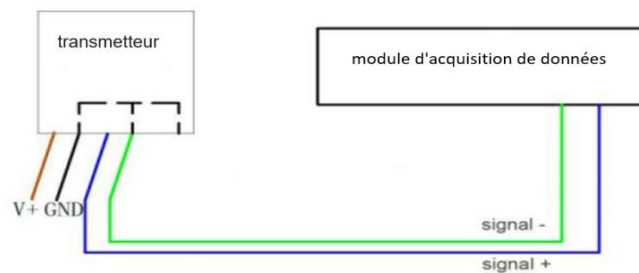
Ilsuffit d'alimenter le capteur et connecter la sortie analogique avec le microcontrôleur[23].

Marron : alimentation+

Noir : puissance-

Bleu : CO2+

Vert : CO2-



**Figure II.10 :** alimentation de PR-3002-CO2-V05[23]

### **II.2.5.3.2.4 Principe de fonctionnement:**

Lorsque le capteur reçoit l'information, il calcule la valeur de CO2 en ppm.

La valeur mesurée (ppm) = (400\* tension de sortie(V))

Par exemple transmetteur gamme de mesure 0-2000ppm tension de sortie est 5V donc

La valeur mesurée (ppm) = (400\* 500) = 2000ppm[23]

## **II.2.6 Les microcontrôleurs :**

Les microcontrôleurs sont largement utilisés pour les applications de régulation et de commande de processus . Un microcontrôleur comporte entre autres :

- Un microprocesseur.
- Une mémoire vive (RAM).
- Une mémoire permanente (ROM).
- Interfaces d'E/S parallèles et séries (I2C..).
- Interfaces d'E/S analogiques.
- Registres (timers) pour la gestion du temps et d'événements.[14]

Dans notre projet, nous pouvons utiliser Microcontrôleur ATMEGA328P

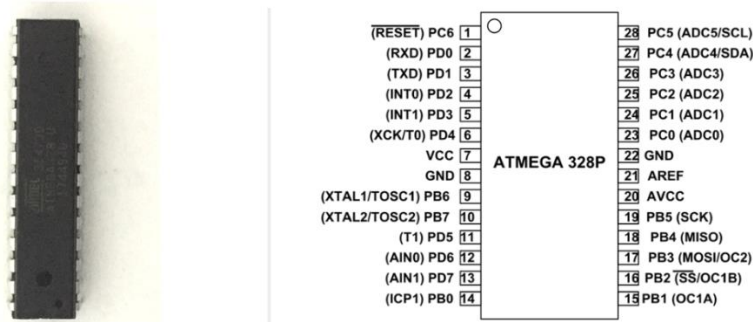
### **II.2.6.1 Microcontrôleur ATMEGA328P :**

L'ATMEGA328P est un contrôleur haute performance et basse consommation de Micro-chip. L'ATMEGA328P est un microcontrôleur 8 bits basé sur l'architecture RISC

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

AVR. C'est le plus populaire de tous les contrôleurs AVR car il est utilisé dans les cartes ARDUINO.

L'ATMEGA328P est une puce à 28 broches. De nombreuses broches de la puce ont plus d'une fonction[24].



**Figure II.11 : ATMEGA328P[24]**

### **II.2.6.2 Principales caractéristiques de ATMEGA328P [24] :**

- Processeur AVR 8 bits.
- Nombre de broches 28.
- Tension de fonctionnement 11,8V à 5,5V.
- Le nombre de lignes d'entrée/sortie programmables est 23.
- SRAM interne de 2KO.
- 1KO d'EEPROM.

### **II.2.7 Afficheur LCD I2C :**

Les écrans LCD contiennent des cristaux liquides qui peuvent changer d'orientation en fonction de la tension appliquées, affectant ainsi plus ou moins l'incidence de la lumière. L'écran LCD nécessite des données au format série ainsi qu'une alimentation 5V.

Un potentiomètre est relié avec V0 dans la sortie permettra de régler contraste[25].



**Figure II.12 : afficheur LCD 20X4[26]**

#### **II.2.7.1 Le protocole I2C :**

I2C est un bus sérié qui permet le transfert asynchrone d'informations entre différents circuits connectés au bus. Le protocole de liaison est de type MAITRE/ESCLAVE.

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

Chaque circuit est identifié par son adresse et peut être émetteur ou récepteur d'information.

La connexion se fait via deux lignes :

- SDA (Serial Data Line) : ligne de données bidirectionnelle
- SCL (Serial Clock Line) : ligne d'horloge de synchronisation bidirectionnelle.

L'écran LCD I2C 20X4 (Figure II.16) utilise une interface de communication I2C, Ce qui signifie qu'il n'a besoin que de 4 broches pour l'affichage : VCC,GND,SDA,SCL[25].



**Figure II.13** : afficheur LCD I2C 20X4[25]

### **II.2.8 Boutons poussoirs :**

Les boutons poussoirs (Figure II.17) sont des connecteurs tactiles servant à assurer la liaison électrique momentanée ou l'ouverture temporaire du contact électrique. C'est le principal moyen d'interaction entre l'homme et la machine[24].



**Figure II.14** : boutons poussoirs[25]

### **II.2.9 Les interrupteurs :**

L'interrupteur électrique est un organe physique qui permet de commander un circuit électrique, permettant d'interrompre ou d'autoriser le passage de courant. Il est symbolisé dans la norme NE par la lettre S[27].



**Figure II.15** : modules des interrupteurs[27]

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

### **II.2.10 Le relais :**

Le relais (Figure II.9) agit comme un interrupteur commandé. Un relais électromécanique est doté d'un bobinage en guise d'orange de commande. La tension appliquée à cette bobine va créer un courant électrique qui crée un champ électromagnétique à l'extrémité de la bobine.

Ce champ magnétique va pouvoir déplacer des éléments mécaniques métalliques montés sur des axes mobiles, qui à leur tour déplacent des contacts électriques[14].



**Figure II.16 :** relais[14]

### **II.2.11 L'alimentation :**

On a utilisé deux alimentations avec les caractéristiques suivantes[14] :

- Une tension alternative de 220V à l'entrée.
- Deux tensions continues de 12V et 5V pour les actionneurs dans la sortie.



**Figure II.17 :** alimentation électrique 5V[28]



**Figure II.18 :** alimentation électrique 12V[28]

## CHAPITRE II :Les équipements utilisé dans les champignonnières

### **II.3 Conclusion :**

La sélection des équipements de la champignonnière est un aspect essentiel de la qualité des champignons. Dans ce chapitre nous avons défini les différents composants nécessaires pour gère efficacement les paramètres climatiques des champignonnières, c'est à dire maximiser la production et protégez les chambres des maladies accidentelles pendant leur croissance.

# CHAPITRE III : Réalisation et tests

---

## **III.1 Introduction :**

Dans ce chapitre, nous intéresserons à la programmation ainsi que la réalisation de la carte.

À cet égard nous avons divisée ce chapitre à quatre parties.

Nous présentons d'abord le logiciel FLOWCODE que nous utilisons pour écrire le programme et expliquons comment le programme fonctionne.

Deuxièmement, à partir le schéma 2D du logicielle FLOWCODE, nous devons tester et appliquer notre composant sur la plaque d'essai.

Ensuite, nous avons réalisé le schéma du circuit électronique à l'aide du logiciel EASY EDA.

A la fin, nous mettrons en œuvre le circuit imprimé de la carte de contrôle. Et nous avons placé notre système dans une armoire électrique pour contrôler n'importe quelle champignonnière.

## **III.2 Première partie : création de programme sur logicielle FLOWCODE**

### ***III.2.1 Définition du logiciel FLOWCODE :***

FLOWCODE est un environnement de développement intégré (IDE).

Pour la programmation de microcontrôleurs tels que les PIC 8, 16 et 32 bits, Arduino et ARM. Pour ce faire, il utilise des organigrammes au lieu de langages basés sur le texte, ce qui rend la programmation plus simple et plus rapide[29].

### ***III.2.2 Explications du programme que nous avons créé :***

Le contrôle automatique est une technique utilisée pour contrôler une ou plusieurs grandeurs physiques d'un système, telles que la température, l'humidité, la pression, la concentration en dioxyde de carbone, etc. Pour imposer leur comportement dans des environnements perturbés et maintenir ces chiffres à des niveaux prédéfinis [14].

Donc dans cette partie, nous devons expliquer comment le programme fonctionne.

#### ***III.2.2.1 Le panneau de contrôle 2D :***

La première étape a été de sélectionner chaque composant sur le panneau 2D

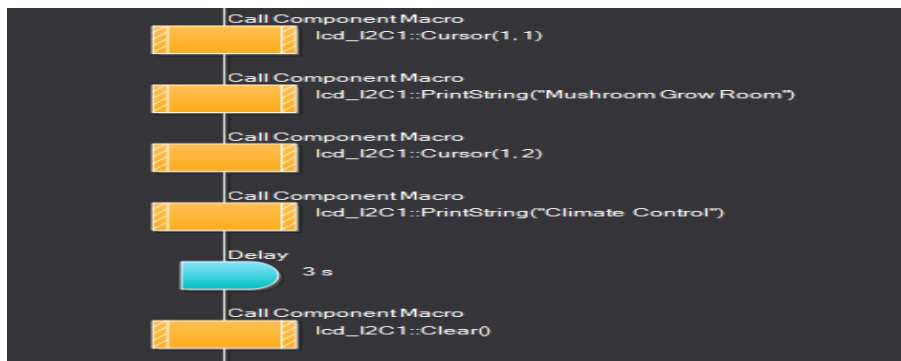




**Figure III.1 :** le panneau de contrôle 2D sur logiciel FLOWCODE

### III.2.2.2 *Le programme principal :*

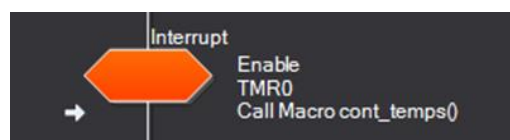
Dans le début de programme nous affichons un message sur l'écran LCD I2C qui définit notre système pendant trois seconde. On utilise la macro composante qui permet de gérer nos composants comme choisir notre ligne et colonne pour écrire notre message.



**Figure III.2 :** message sur l'afficheur LCD en utilisant icone Delay et Macro Component

Les interruptions (figure III.3) sont appelées pour réagir à un événement de synchronisation [30].

Nous utilisons l'interruption dans notre programme pour le paramètre de la lumière qui n'est pas effectué par un capteur mais par le temps.



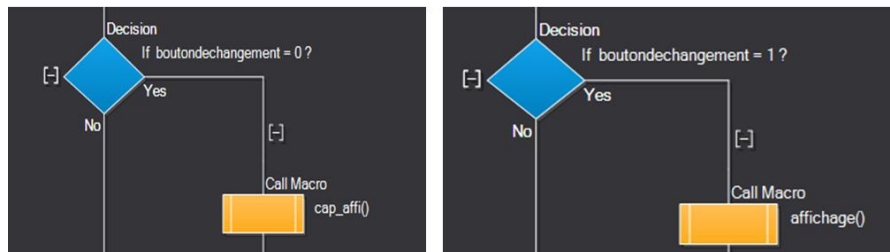
**Figure III.3:** icône inetrrupt sur logiciel FLOWCODE

Après avoir défini notre système et activé la minuterie. Nous divisons notre affichage en deux parties.

La première interface pour les valeurs du capteur et la seconde pour la référence min et max pour activer ou désactiver les relais.

Nous faisons ce processus à partir de l'interrupteur de changement.

En utilisant l'icône if, quand l'interrupteur est égal à 0 il affiche les valeurs des capteurs et quand il est égal à 1 il affiche la référence de chaque capteur.

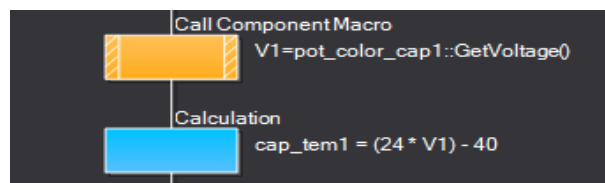


**Figure III.4:** icône IF pour changer affichage

Puis nous expliquons comment programmer chaque écran.

### III.2.2.2.1 Affichage des capteurs (interrupteur de changement=0)

Nous avons utilisé un potentiomètre pour définir chaque capteur, de sorte que l'équation linéaire est ce qui différencie un capteur d'un autre.



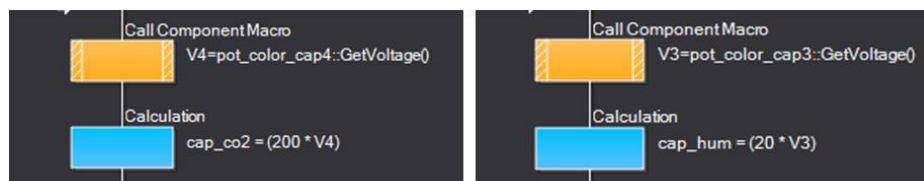
**Figure III.5 :**déclaration de capteur de Température

Par exemple, nous avons déclaré notre capteur (figure III.5) par une équation linéaire qui calcule la température à partir de la tension.

Cette équation est extraite des données du capteur PR-3002-WS-V05, nous avons :  
 $((80+40) / 5) + (-40) = 24(\text{tension}) - 40$

On fait la même chose avec d'autres capteurs.

*Figure II: déclaration des capteurs de CO2 et d'humidité*



**Figure III.6 :** déclaration des capteurs de CO2 et d'humidité

La dernière étape pour l'affichage du capteur est de connecter nos capteurs avec le LCD I2C par des messages en utilisant la macro component. On choisit la ligne et la colonne puis écrire le message.

```

Call Component Macro
  lcd_I2C1::Cursor(4, 0)

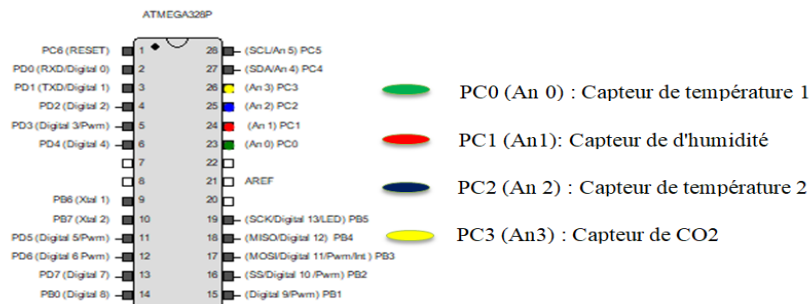
Call Component Macro
  lcd_I2C1::PrintString("Temp1:")

Call Component Macro
  lcd_I2C1::Cursor(19, 0)

Call Component Macro
  lcd_I2C1::PrintString("C")
  
```

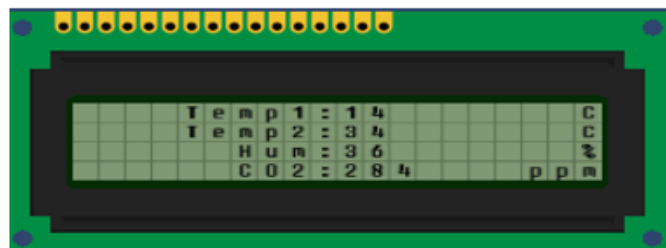
**Figure III.7:** déclaration du premier capteur sur LCD I2C

Pour l'adressage de nos capteurs il est obligatoire de choisir une adresse analogique d'ATMEGA.



**Figure III.8 :**adressage des capteurs

Cette partie de la programmation permet d'afficher la valeur de chaque capteur quand l'interrupteur de changement égale 0.



**Figure III.9 :** affichage des capteurs sur LCD I2C

### III.2.2.2.2 Affichage de la valeur min et max :(interrupteur de changement égale 1)

Le but de cet affichage est de permettre à l'utilisateur de donner deux valeurs pour chaque capteur, lorsque la valeur du capteur est inférieure à la valeur min ou supérieure à la valeur max, dans ce cas un des relais est ouvert.



Figure III.10 :affichage de la valeur min et max pour chaque capteur

Pour fonctionner cette partie, nous avons besoin de trois boutons poussoirs et d'un interrupteur.

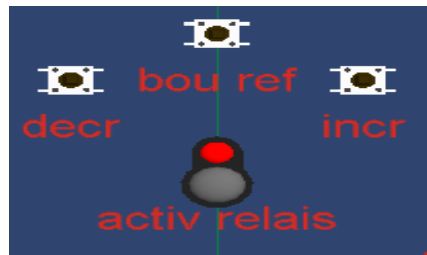


Figure III.11 : boutons et interrupteurs sur Le panneau de contrôle 2D

Concernant le bouton de programme (bouref), il permet à l'utilisateur de choisir le capteur qu'il souhaite contrôler.

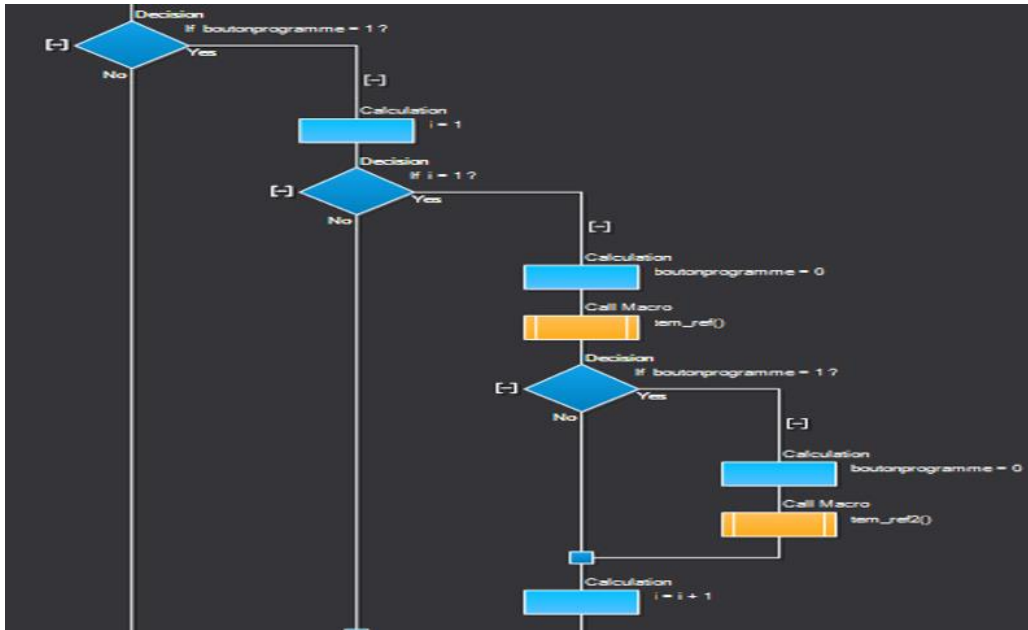
Le bouton programme est contrôlé par un compteur.

Ce compteur de la variable  $i$  est activé lorsque le bouton de programme est égal à 1 avec le début de la variable  $i$  égal à 1.

Par exemple lorsque  $i=1$  et  $i=i+1$

Lorsque bouton programme=1 alors  $i=2$

Cette opération permet au bouton programme de sauter d'une référence à une autre.

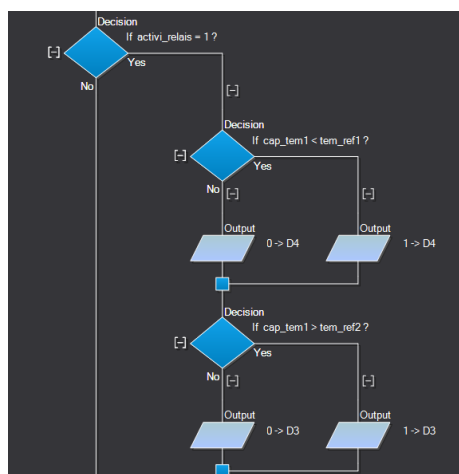


**Figure III.12 :** programme de bouton de programme

Pour les deux autres boutons d'incrément et de décrémentation Leur travail dépend de la déclaration de la valeur requise. La programmation de ces boutons basée sur deux compteurs.

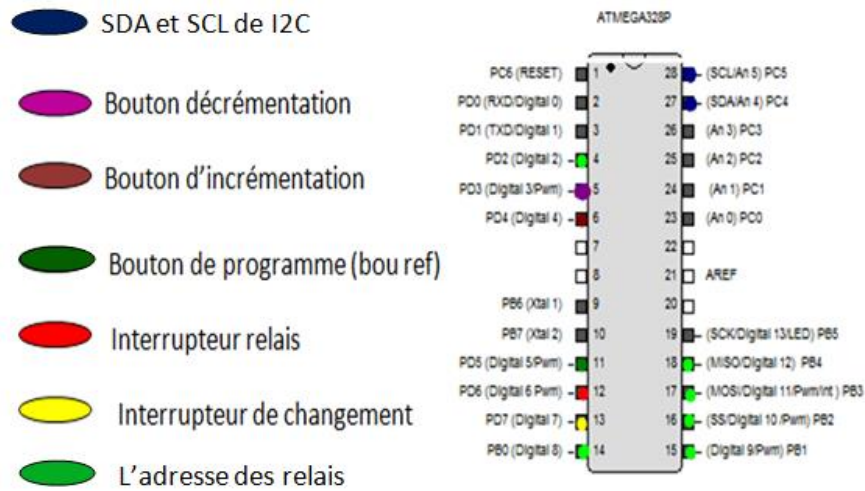
Le premier est le compteur d'incrément, sa valeur est toujours incrémentée lorsque le bouton d'incrément est à 1, le second a le même principe mais en sens inverse. C'est à dire que lorsque le bouton d'incrément est à 1 alors la valeur requise est toujours décroissante.

Le dernier est l'interrupteur de relais, son fonctionnement est très simple, lorsqu'il est activé il permet de faire la comparaison entre la référence min et max et de réguler notre système à partir de l'ouverture et de la fermeture des relais.



**Figure III.13 :** programme de l'interrupteurs relais du paramètre température

Une fois la programmation du système est ressuie, nous sélectionnons les adresse des composantes restants.

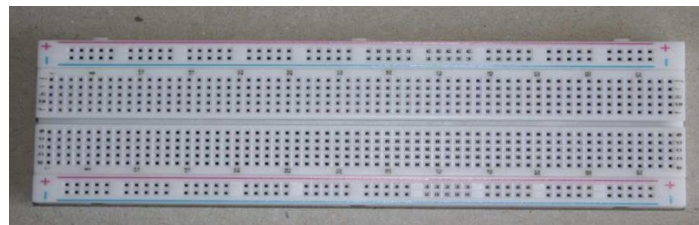


**Figure III.14 :** adressage des composantes sur ATMEGA328P

### III.3 Deuxième Partie : réalisation du schéma de commande 2D sur une plaque d'essai

#### III.3.1 Plaques d'essai :

Pour réaliser rapidement nos montages électroniques on va utiliser ce qu'on appelle une plaque d'essai cet objet permet de relier les composants sans avoir à les souder, ce qui permet de faire des tests très facilement et très rapidement [31].

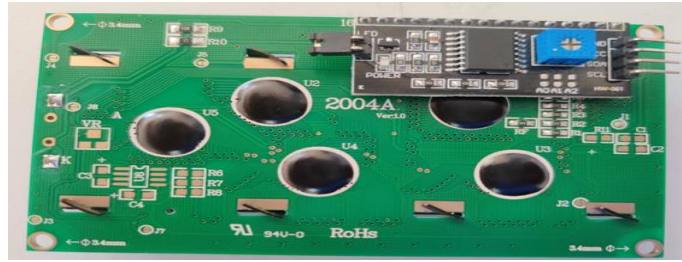


**Figure III.15 :** une plaque d'essai

#### III.3.2 Câblages sur la plaque d'essai :

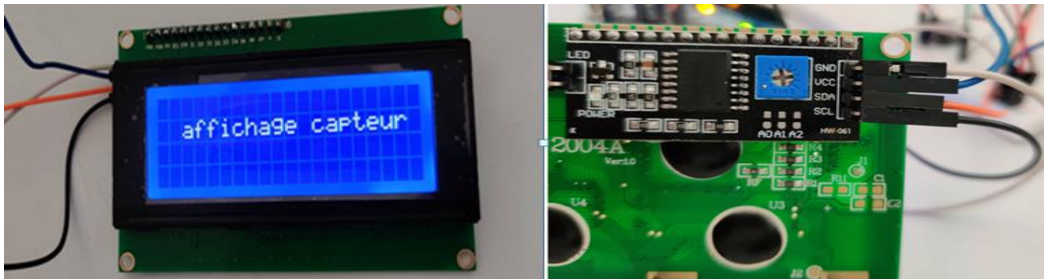
Dans cette partie, nous testons chaque composant individuellement puis nous alimentons notre circuit et le tester avec le programme principal. On a utilisé une alimentation 5V d'un Arduino pour tester et alimenter notre circuit.

Initialement, nous avons soudé l'I2C dans les broches du LCD pour minimiser le câblage.



**Figure III.16 : afficheur LCD I2C**

Nous avons écrit un programme pour tester le LCD I2C et fourni les deux adresses du LCD I2C (SDA et SCL) avec les analogiques 4 et 5 de l'ATMEGA. Puis nous avons compilé le programme sur le pic.

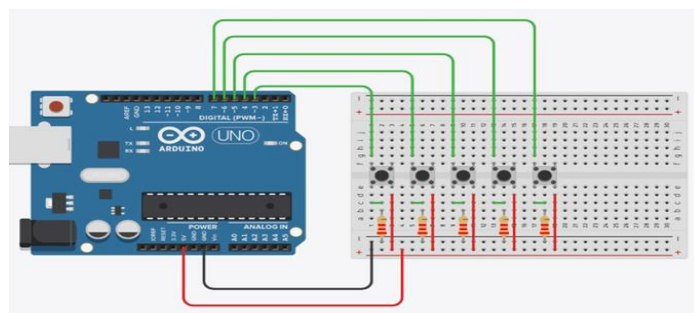


**Figure III.17 : test de l'écran LCD I2C**

La deuxième étape est le câblage des boutons poussoirs et des deux interrupteurs.

Nous devons utiliser le pull down pour notre commande, car nous avons commandé les boutons et les interrupteurs par 1. C'est à dire que le bouton ou l'interrupteur est égal à 1 donc la commande à appliquer.

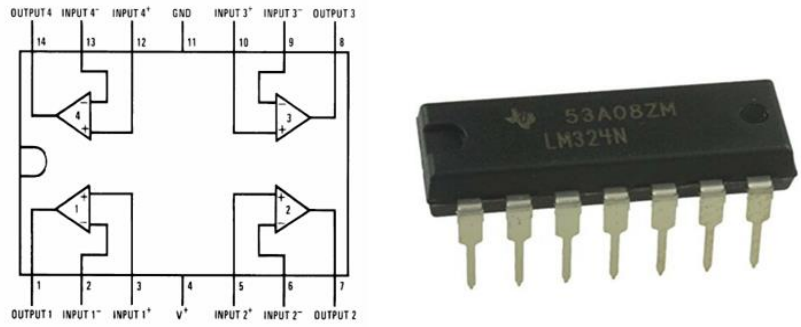
Le pull down c'est inséré une résistance(résistance de tirage vers le bas) entre l'entrée et la masse (GND) dont le rôle est d'assurer que l'entrée est à 0 V lorsque le poussoir n'est pas pressé[32].



**Figure III.18: montage pull down[32]**

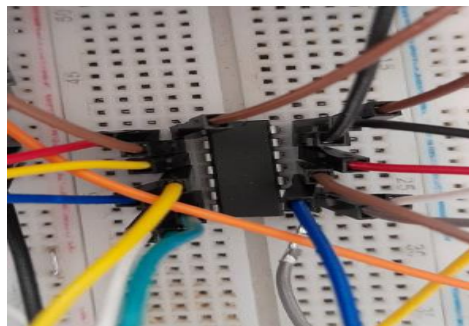
Après l'assemblage des boutons et des interrupteurs, nous passons au câblage du capteur. Nous avons utilisé un amplificateur opérationnel LM324N pour protéger ATMEGA.

Ces dispositifs sont constitués de quatre amplificateurs opérationnels indépendants, à gain élevé et à fréquence compensée, conçus spécifiquement pour fonctionner à partir d'une alimentation unique ou divisée sur une large gamme de tensions.



**Figure III.19 :** amplificateur opérationnel LM324N

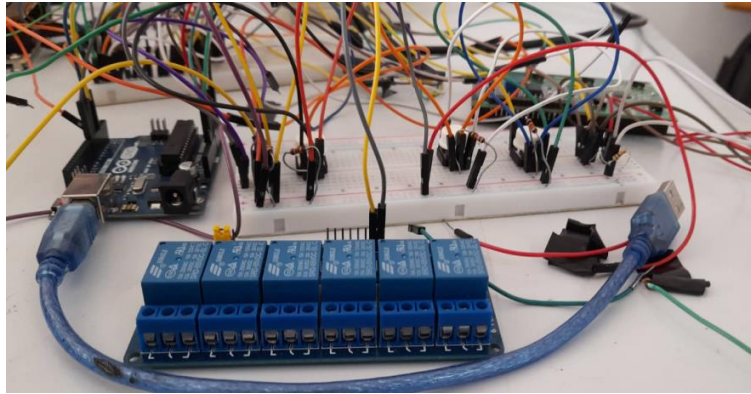
Donc amplificateurs est un intermédiaire entre les capteurs et ATMEGA pour la protection.



**Figure III.20 :** Câblage de l'amplificateur opérationnel LM324N sur la plaque d'essai

Ensuite, nous rassemblons les composants et ajoutons les relais. Après cela, nous compilons le programme principal à l'ATMEGA pour tester notre assemblage.





**Figure III.21 :** Le circuit de notre système

Enfin nous avons testé notre assemblage final qui est le même que celui de panneau 2D.



**Figure III.22:** affichage de notre système

### **III.4 Troisième Partie : la réalisation du circuit électronique à l'aide de l'éditeur en ligne EASYEDA**

#### **III.4.1 Éditeur en ligne EASY EDA :**

EASYEDA est un outil de conception de circuits imprimés en ligne facile et puissant qui permet aux ingénieurs en électronique, aux éducateurs, aux étudiants, aux fabricants et aux passionnés de concevoir et de partager leurs projets[33].

#### **III.4.2 Réalisations du circuit électronique dans EASYEDA :**

D'abord, nous sélectionnons chaque composant qui se trouve dans la bibliothèque pour connecter leurs adresses.

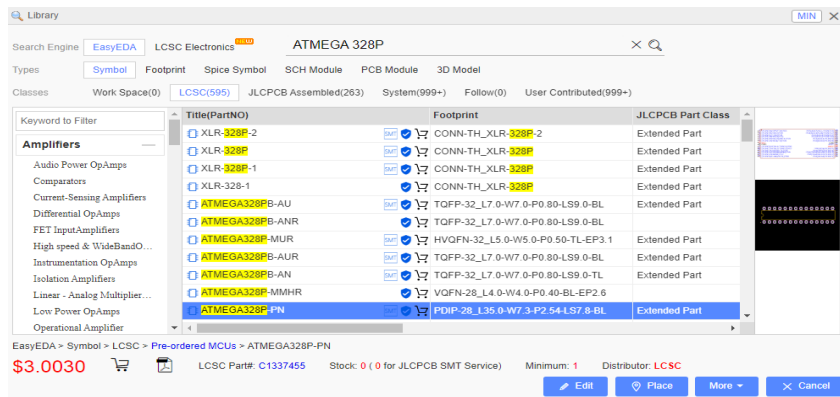


Figure III.23 : la bibliothèque de EASY EDA

Après avoir choisi les composants nécessaires, nous connectons les adresses des composants avec l'ATMEGA à partir du circuit que nous avons réalisé sur plaquelette d'essai.

Le circuit final de notre système est basé uniquement sur l'ATMEGA. Donc pour réaliser le circuit principal nous ajoutons un quartz avec deux condensateurs pour les opérations d'horloge et un bouton reset pour éliminer l'Arduino et utiliser seulement l'ATMEGA.

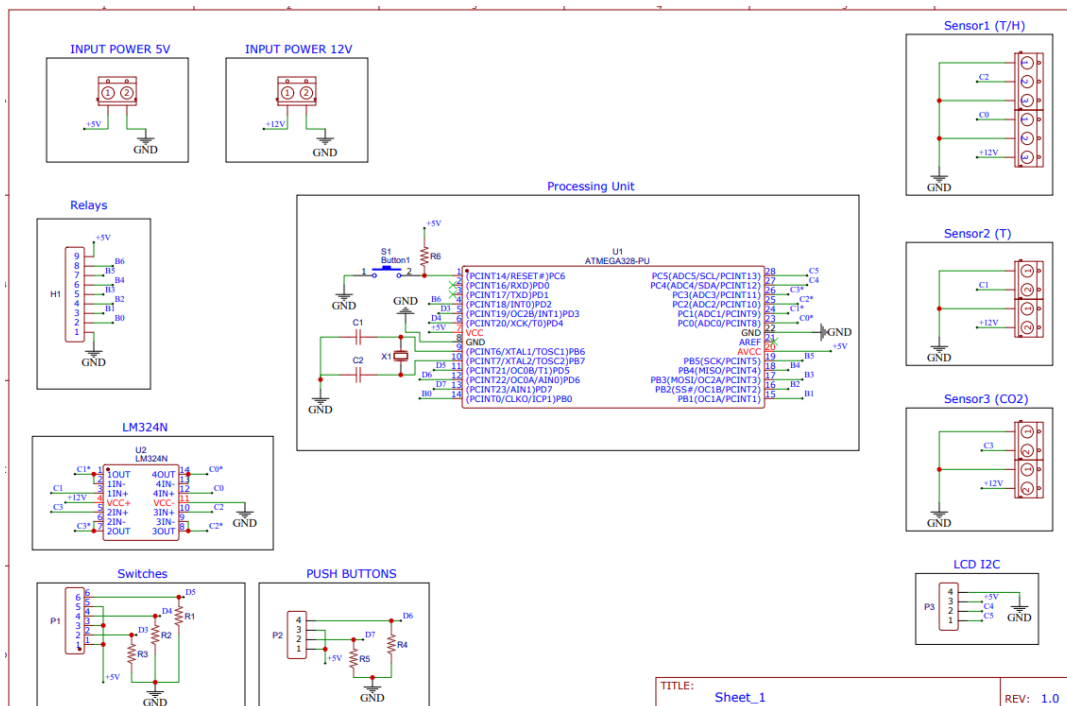
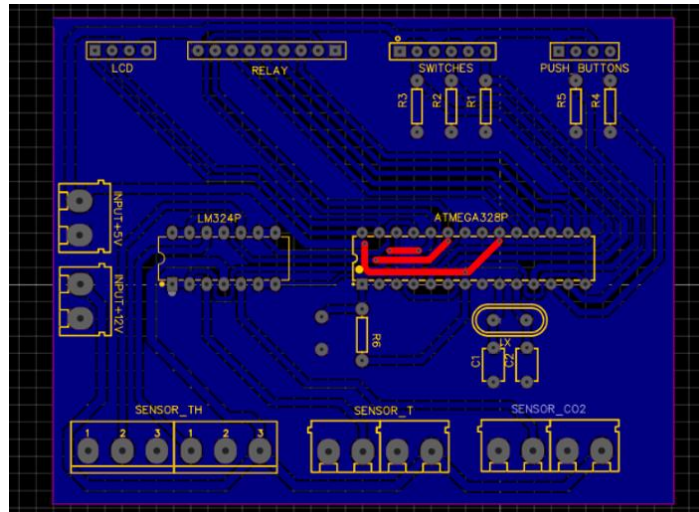


Figure III.24 : le schéma d'adressage EASY EDA

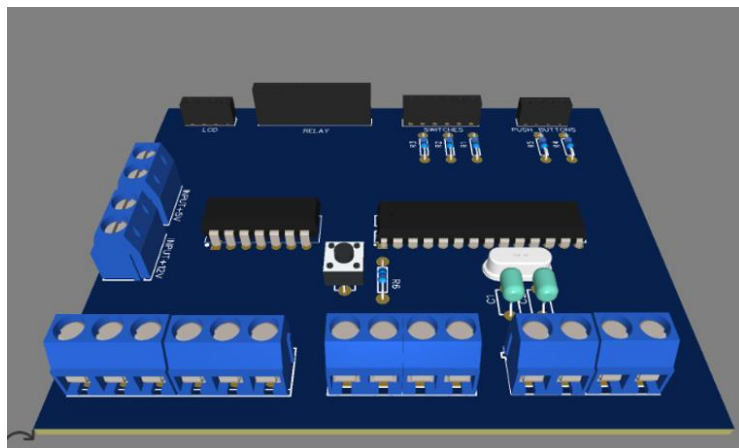
A partir de ces deux étapes, EASY EDA permet de placer nos composantes au meilleur endroit afin que le circuit soit simplifié et clarifié.



**Figure III.25:** la réalisation EASY EDA de notre circuit

EASYEDA permet aussi de donner le schéma 3D que l'on va imprimer.

Après avoir cliqué sur le menu Vue 3D, le serveur génère le fichier de vue 3D. Une fois l'éditeur chargé, vous verrez une très magnifique vue 3D[34].



**Figure III.26:** le schéma 3D de notre circuit

### III.5 quatrième Partie : Implémenter le circuit imprimé dans la carte de contrôle

La première étape consiste à prendre la carte électronique qui contient une face en cuivre. La carte assure les liaisons électriques entre un ensemble de composants électroniques pour constituer des circuits électroniques complexes [8].

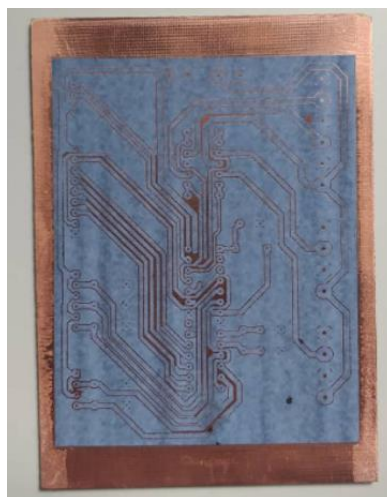


**Figure III.27** : la face en cuivre de la carte électronique

Ensuite, Nous utilisons du papier glacé pour tracer le circuit que nous avons réalisé avec EASYEDA, nous devons nous assurer que l'impression est recto-verso. Après l'impression,

Nous posons la face avant du typon sur le côté cuivre de la carte en veillant à aligner les deux pièces puis nous avons allumé le fer et l'avons placé sur le support pour le faire chauffer.

Nous laissons le fer en place pendant 30 à 45 secondes (en fonction de la puissance de chauffe du fer). Puis on met soigneusement le fer à repasser de côté, on prend la carte électrique et on va au robinet le plus proche. En fait, elle sera toujours collée à la carte, et nous n'aurons pas besoin de l'enlever à ce stade.



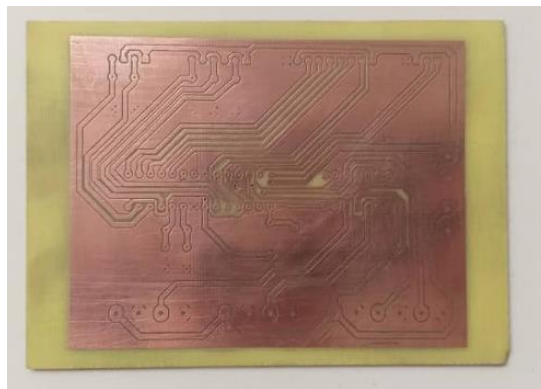
**Figure III.28** : le circuit imprimé dans la carte électroniques

Il suffit de le décoller complètement. L'opération n'est pas difficile, car l'eau aura largement fait son effet. Si certaines zones résistent, vous pouvez les faire tremper un peu plus longtemps.

Au final, nous aurons une plaque de cuivre avec le circuit imprimé.

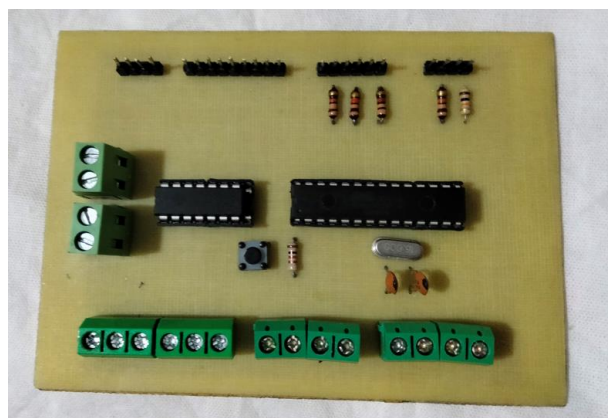
Après cela, nous immergeons la carte dans du chlorure ferrique qui est couramment utilisé pour graver la carte électronique et nous remuons la solution toutes les 3 à 5 minutes.

A la fin, nous sortons la carte et la lavons lorsque tout le cuivre superflu a disparu sous l'effet de l'acide. et nous pouvons utiliser des solvants spéciaux pour éliminer presque tous les matériaux utilisés dans la préparation des typons.



**Figure III.29:** la carte électronique de notre système

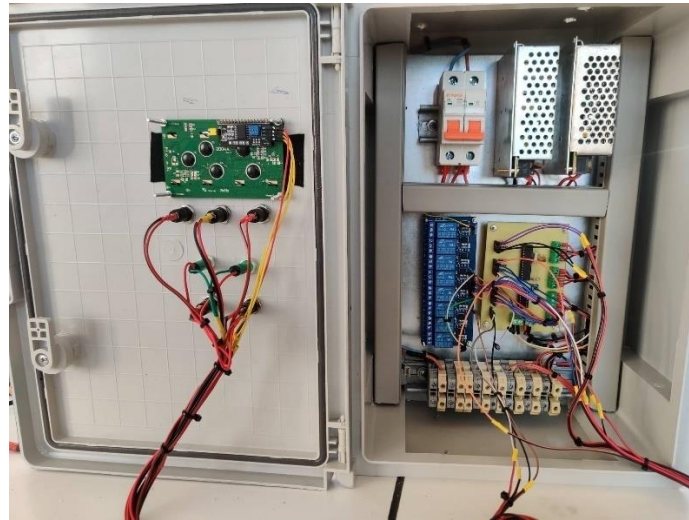
Après avoir réalisé la carte électronique, on place les éléments dans leurs positions respectives. Nous recevons notre carte électronique.



**Figure III.30 :** assemblage de la carte électronique

La dernière étape de notre projet consiste à placer notre carte électronique et à la connecter à l'équipement qui nous permet de la contrôler dans une armoire électrique, qui est

le lieu où sont regroupés différents systèmes participant à la distribution d'une installation électrique.



**Figure III.31 :** câblage de notre système dans une armoire électrique

Après avoir vérifié les câbles du circuit, nous avons testé l'armoire électrique.



**Figure III.32:** l'affichage technique sur le panneau de commande

### III.6 Conclusion :

Après avoir construit la structure et installé les équipements, une base de données climatiques a été constituée. D'après les résultats des essais sur le terrain, nous avons constaté que le contrôle appliqué au système donne des résultats satisfaisants.

# *Conclusion générale*

---

## *Conclusion générale*

Un contrôle climatique optimal améliore la qualité et la quantité des produits de la champignonnière et lui permet de faire face à un marché compétitif.

À cette fin, nous avons créé un système automatisé pour le contrôle des champignonnières. Il est composé d'une partie logicielle qui permet de contrôler notre système et d'une partie électronique constituant une carte de contrôle.

Nous avons divisé ce mémoire en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous définissons le domaine des champignons comestibles et les conditions de culture de chaque type. Avec les problèmes qui pourraient affecter sa culture.

Ces connaissances nous aident à développer le contrôle du climat dans les champignonnières.

Dans le 2ème chapitre, nous avons identifié les composants nécessaires à la gestion du système.

Nous avons choisi l'ATMEGA 328P pour piloter notre système. Ensuite, nous avons sélectionné les capteurs et actionneurs que nous avons utilisés dans notre implémentation.

Cette recherche nous permet de sélectionner les meilleurs composants en termes de coût et de production.

Dans le 3ème chapitre, nous avons tout d'abord créé le programme qui est l'âme du système en utilisant le logiciel FLOWCODE.

Dans la deuxième étape, nous avons implémenté le diagramme 2D que nous avons créé sur le logiciel FLOWCODE dans une Plaque d'essai pour tester notre système.

Troisièmement, nous avons utilisé le logiciel EASYEDA qui nous permet de réaliser le schéma 3D de la carte de contrôle après l'avoir vérifié sur une plaque d'essai.

Enfin, nous avons réalisé notre carte qui représente la commande nécessaire.

Ce travail nous a permis de tester d'une part et d'améliorer d'autre part nos connaissances théoriques et pratiques en électronique, électrotechnique, mécanique et informatique.

## Référence bibliographique

---

### Référence bibliographique

- [1] Chang S. T. and P. G. Miles., *The Mycologist*. 1992.
- [2] L. Makra, “Anthropogenic Air Pollution in Ancient Times,” in *History of Toxicology and Environmental Health: Toxicology in Antiquity*, vol. 2, Elsevier Inc., 2015, pp. 21–41. doi: 10.1016/B978-0-12-801506-3.00003-0.
- [3] “Practical Handbook for Cultivation of Mushrooms in Syria center de recherche scientifique aleppo,” 2009.
- [4] “UNITED NATIONS-NATIONS UNIES ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC ASIAN AND PACIFIC CENTRE FOR AGRICULTURAL ENGINEERING AND MACHINERY (APCAEM) Training Manual on Mushroom Cultivation Technology.”
- [5] “hollanderspawn catalogue”, Accessed: Jun. 24, 2022. [Online]. Available: [http://www.hollanderspawn.com/hs-contents/uploads/2016/10/LEAFLET-F599\\_2013.pdf](http://www.hollanderspawn.com/hs-contents/uploads/2016/10/LEAFLET-F599_2013.pdf)
- [6] “mycelia site web.” <https://mycelia.be/shop/m7243-agaricus-bisporus-var-hortensis> (accessed Jun. 24, 2022).
- [7] “agaricus.ru Alexander tsarev.” <https://en.agaricus.ru/cultivation/diseases/growth-abnormalities> (accessed Jun. 24, 2022).
- [8] AMRANE Thanina BELKACEMITinhinane, “Valorisation de résidus agricoles par la culture d’une souche locale d’un champignon comestible.”
- [9] “mycelia site web.” <https://mycelia.be/shop/m2191-pleurotus-ostreatus/> (accessed Jun. 24, 2022).
- [10] K.-Y. Jang *et al.*, “Characterization of Fruitbody Morphology on Various Environmental Conditions in *Pleurotusostreatus* ,” *Mycobiology*, vol. 31, no. 3, p. 145, 2003, doi: 10.4489/myco.2003.31.3.145.



- [11] “SIETALAB How humidity and temperature affect on fruiting body of oyster mushroom.” <http://sietalab.com/how-humidity-and-temperature-affect-on-fruiting-body-of-oyster-mushroom/> (accessed Jun. 24, 2022).
- [12] “mycelia site web”, Accessed: Jun. 24, 2022. [Online]. Available: <https://mycelia.be/shop/m3102-lentinula-edodes/>
- [13] S. Sierigket *al.*, “Funded by a Northeast SARE Research and Education Grant Contributing Farm Advisors Project Coordinators,” 2013. [Online]. Available: <http://www.uvm.edu/~susagctr>
- [14] République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique UNIVERSITE M’HAMED BOUGARA-BOUMERDES, “file:///C:/Users/LENOVO%20L480/Desktop/M%C3%A9moire(1).pdf,” 2017.
- [15] “HUMIDIFICATEUR-3D, TECHNIGUE,” Nov. 16, 2017. <https://neconoag.com/fr/> (accessed Jun. 24, 2022).
- [16] Carel France, “[www.carelfrance.fr/ultrasonic-humidifiers](http://www.carelfrance.fr/ultrasonic-humidifiers),” Feb. 26, 2021.
- [17] Gary Wintering, “FOGCO ,” <https://fogco.com/the-benefits-of-high-pressure-misting-systems/>, Oct. 26, 2016.
- [18] “<https://www.aliexpress.com/item/32922250973.html?gatewayAdapt=glo2nld>.”
- [19] FICHE CONSEIL, “Fonctionnement d’une climatisation gainable,” <https://www.espace-aubade.fr/fiche-conseil/fonctionnement-d-une-climatisation-gainable.html>.
- [20] INSTROMA, “<https://instarom.eu/lg-duct-type-ub36-36000-btu-h-inverter.html>,” *Climatiseur gain able* .
- [21] B. SAIDJ Zahia, “REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L’ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU Faculté de Génie Electrique et d’Informatique Département d’Electronique Mémoire de Master en Electronique Option : Electronique industrielle Présenté par.”
- [22] “Temperature and humidity sensor product overview.” [https://www.aliexpress.com/item/32816815754.html?srcSns=sns\\_Copy&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social\\_params=20579154372&aff\\_fcid=6c861f3d262e4f57a7bee6d12f74abc5-1656063555228-04948-\\_mq87As2&tt=MG&fbclid=IwAR2VUZwOB9lgnnAs6Cv9QPdmVBbO0FEpCTThNSSSsohjv-nH\\_wJoMQ6qZ\\_8&aff\\_fsk=\\_mq87As2&aff\\_platform=default&sk=\\_mq87As2&aff\\_trace\\_key=6c861f3d262e4f57a7bee6d12f74abc5-1656063555228-04948-\\_mq87As2&shareId=20579154372&businessType=ProductDetail&platform=AE&ter](https://www.aliexpress.com/item/32816815754.html?srcSns=sns_Copy&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social_params=20579154372&aff_fcid=6c861f3d262e4f57a7bee6d12f74abc5-1656063555228-04948-_mq87As2&tt=MG&fbclid=IwAR2VUZwOB9lgnnAs6Cv9QPdmVBbO0FEpCTThNSSSsohjv-nH_wJoMQ6qZ_8&aff_fsk=_mq87As2&aff_platform=default&sk=_mq87As2&aff_trace_key=6c861f3d262e4f57a7bee6d12f74abc5-1656063555228-04948-_mq87As2&shareId=20579154372&businessType=ProductDetail&platform=AE&ter)

- minal\_id=eb8de9fa24874f60a312c92cd3a792a3&afSmartRedirect=y (accessed Jun. 24, 2022).
- [23] “Co2 sensor (analog type) manual Basic parameters.”
- [24] <https://components101.com/microcontrollers/atmega328p-pinout-features-datasheet>, “COMPONENTS ATMEGA328P Microcontroller,” Apr. 2018.
- [25] “REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L’ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA.”
- [26] Afficheur LCD 20X4, “Afficheur LCD 20X4.” <https://www.gotronic.fr/art-afficheur-lcd-i2c-4x20-caracteres-25649.htm> (accessed Jun. 24, 2022).
- [27] C. Universitaire, N. Bachir, E. Bayadh, and A. Benali, “REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique COURS SCHEMAS ET APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE.”
- [28] “alimentation 12 V et 5V.” <https://www.cdiscount.com/bricolage/electricite/atyhao-interrupteur-de-source-d-alimentation-5v-dc/f-16614-auc9426748949479.html> (accessed Jun. 24, 2022).
- [29] *catalogue Getting Started Guide*. 2018.
- [30] Flowcode Wiki, “<https://www.matrixsl.com/wiki/index.php?title=Interrupts>.”
- [31] “Robot site web.” <https://www.robot-maker.com/ouvrages/2-1-utiliser-breadboard/?fbclid=IwAR0ReQANGDUuqsvJWD6HQ0zxjvZF7UQ2fw2YJnYQCB-> (accessed Jun. 24, 2022).
- [32] Marc-Henri, “<https://www.locoduino.org/spip.php?article122&fbclid=IwAR3NnRqmEN4K8MH0mckXU-z0khPXsugWD1-Ek386iQQY4aj-P3cbxxPZMAg>,” May 12, 2015.
- [33] EasyEDA Designer, “<https://easyeda.com/page/about?fbclid=IwAR0gO24emigyjJa1nYKfPgJsUZWHB2Uo1Xg-QKNrPTyELzEoyTa9l-XhX3s>.”
- [34] EasyEDA 3D, “<https://docs.easyeda.com/en/PCB/PCB-View/index.html?fbclid=IwAR2Eo67bIGXJE5gt6sb3Uyo4guqKRqadwrLHBD9AAqkV2tjj9hE2B5ETvs#3D-View>.”

## *Résumer*

---

Les champignons sont exposés à de nombreuses fluctuations climatiques, causant de nombreux dommages à la qualité et à la quantité de la production, nécessitant la conception d'un système de contrôle automatique qui assure la stabilité de ces facteurs.

Mots clés : champignon, conception, système de contrôle automatique

## *Abstract*

---

Mushrooms are exposed to many climatic fluctuations, causing many damages to the quality and quantity of the production, requiring the design of an automatic control system that ensures the stability of these factors.

Keywords : Mushrooms, design , automatic control system

## *ملخص*

---

يتعرض الفطر لتقلبات مناخية عديدة مما يسبب أضرار عديدة على نوعية وكمية الإنتاج مما يستلزم تصميم نظام تحكم أوتوماتيكي يضمن استقرار هذه العوامل  
الكلمات المفتاحية : الفطر، تصميم، نظام تحكم أوتوماتيكي