

Serre Automatisée

Auteur :

Samuel Huet

Contexte :

Dans le cadre de mon entrée en 5^{ème} année à Ynov Aéronautique et systèmes embarqués, ce rapport décrit point par point l'étude théorique d'une serre totalement automatisée.

Table de matières

INTRODUCTION	6
HARDWARE	7
Cahier des charges	7
Fonctions principales	8
Description	9
Système d'arrosage	9
Diagramme fonctionnel	10
Description	10
Capteur d'humidité du sol	11
Pompe.....	11
Capteur de niveau d'eau	11
Diagramme structurel	12
Dissipation du Mosfet.....	12
Consommation.....	13
Système d'éclairage	13
Diagramme fonctionnel	13
Description	14
Choix du relai	14
Diagramme structurel	15
Consommation.....	16
Système d'aération	16
Diagramme fonctionnel	16
Choix des ventilateurs	17
Diagramme structurel	17
Consommation.....	18
Système d'humidification.....	18
Diagramme fonctionnel	18
Fonctions.....	18
Signaux.....	19
Choix du capteur	19
Choix de l'humidificateur	19
Diagramme structurel	20
Consommation.....	20
Système de chauffage	21
Diagramme fonctionnel	21
Fonctions.....	21
Signaux.....	22
Choix du chauffage	22

Diagramme structurel	22
Consommation.....	23
Notification.....	23
Diagramme fonctionnel	23
Fonctions.....	23
Signaux.....	24
Diagramme structurel	24
Traitement de l'information	24
Répartition des entrées/sorties	24
Diagramme structurel	26
Consommation.....	26
Alimentation	26
Tensions nécessaires	26
Diagramme fonctionnel	27
Fonctions.....	27
Signaux.....	27
Alimentation 24v	28
Alimentation 12v	28
Alimentation 5v	28
Alimentation 3.3v	29
Diagramme structurel	29
Nomenclature	30
Prototypage	31
Plan de perçage.....	31
Typons	32
PROGRAMME	36
Main	36
Réseau.....	37
Température.....	38
Humidification	39
Ventilation	40
Lampe.....	40
Arrosage	41
Database	42
Led	43
Interface Web	44
MODELE 3D	45
Cuve.....	45
Couvercle cuve.....	47

Tête	48
Couvercle tête.....	49
Assemblage.....	50
CONCLUSION.....	51
ANNEXES	51

Table des illustrations

Figure 1 - Diagramme fonctionnel.....	8
Figure 2 - Fonction secondaire arrosage	10
Figure 3 - Capteur d'humidité sol.....	11
Figure 4 - Pompe	11
Figure 5 - Diagramme structurel arrosage.....	12
Figure 6 - extrait datasheet IRL6342PbF.....	12
Figure 7 - fonction secondaire éclairage.....	13
Figure 8 - Diagramme structurel éclairage	15
Figure 9 - Resistance de polarisation.....	15
Figure 10 - Fonction secondaire aération	16
Figure 11 - Ventilateur aération.....	17
Figure 12 - diagramme structurel aération.....	17
Figure 13 - Fonctions secondaires humidification.....	18
Figure 14 - Humidificateur	20
Figure 15 - Diagramme structurel humidification	20
Figure 16 - Fonctions secondaires chauffage.....	21
Figure 17 - Diagramme structurel chauffage	22
Figure 18 - Fonction secondaire notification	23
Figure 19 - Diagramme structurel notification.....	24
Figure 20 - Répartition fonctions sur pin Raspberry	24
Figure 21 - Diagramme fonctionnel traitement	26
Figure 22 - Fonction secondaire alimentation	27
Figure 23 - Transfomateur 220v 24v	28
Figure 24 - Diagramme fonctionnel alimentation	29
Figure 25 - Plan de perçage 1:1.....	31
Figure 26 - Top Layer 1:1	32
Figure 27 - Top Overlay 1:1.....	33
Figure 28 - Bottom Layer 1:1.....	34
Figure 29 - Bottom Overlay 1:1	35
Figure 30 – Organigramme Main	36
Figure 31 - Organigramme réseau.....	37
Figure 32 – Organigramme température.....	38
Figure 33 – Organigramme humidification.....	39
Figure 34 – Organigramme ventilation.....	40
Figure 35 – Organigramme lampe.....	40

Figure 36 – Organigramme arrosage.....	41
Figure 37 – Organigramme database	42
Figure 38 – Organigramme led.....	43
Figure 39 - Interface web.....	44
Figure 40 - cuve vue ombrée	45
Figure 41 - cuve vue filaire.....	46
Figure 42 - couvercle cuve vue ombrée.....	47
Figure 43 - couvercle cuve vue filaire.....	47
Figure 44 - tête vue ombrée	48
Figure 45 - tête vue filaire.....	48
Figure 46 - couvercle tête vue ombrée	49
Figure 47 - couvercle tête vue filaire.....	49
Figure 48 - Assemblage serre.....	50
Figure 49 -Serre 7Sensor.....	51

Table des tableaux

Tableau 1 - cahier des charges.....	8
Tableau 2 - Description des fonctions principales.....	9
Tableau 3 - Description fonctions arrosage	10
Tableau 4 - Description signaux arrosage.....	11
Tableau 5 - Consommation arrosage	13
Tableau 6 - Description fonction éclairage	14
Tableau 7 - Description signaux éclairage	14
Tableau 8 - Consommation éclairage	16
Tableau 9 - Description fonction aération	16
Tableau 10 - Description signaux aération	17
Tableau 11 - Consommation aération	18
Tableau 12 - Description fonctions humidification	18
Tableau 13 - Description signaux humidification	19
Tableau 14 - Extrait datasheet DHT22.....	19
Tableau 15 - Consommation humidification.....	20
Tableau 16 - Description fonctions chauffage	21
Tableau 17 - Description signaux chauffage	22
Tableau 18 - Consommation chauffage.....	23
Tableau 19 - Description fonctions notifications	23
Tableau 20 - Description signaux notifications	24
Tableau 21 - Assignation des pins	25
Tableau 22 - Consommation Traitement.....	26
Tableau 23 - Consommation totale	26
Tableau 24 - Description fonctions alimentation.....	27
Tableau 25 - Description signaux alimentation.....	27
Tableau 26 - Nomenclature	30

Introduction

S'occuper d'une plante est parfois compliqué, surtout si on prend en compte la provenance de cette dernière. Comment maintenir un niveau d'humidité favorable à mon végétal ? Quand a-t-elle besoin d'eau ? Ces choix influencent en bien ou en mal la croissance de votre plante. Or, ces critères peuvent être mesurés et maintenus par un système totalement autonome.

C'est pourquoi il m'est venu l'idée de concevoir une serre totalement automatisée. Cette serre, contenant une seule et unique plante, se chargera de veiller au bon déroulement de sa croissance, en lui fournissant tous les éléments nécessaires à son développement.

Pour se faire, il nous faut définir les différents critères nécessaires au développement de la plante, que la serre sera en charge de gérer. Il va de soi que l'apport en eau et en lumière seront les critères premiers, la plante ne doit jamais en manquer ni être en excès. La gestion de la température et de l'aération n'est pas à négliger non plus. On pourra également penser à la gestion de l'humidité et du filtrage olfactif, moins spécifique aux plantes européennes, mais bienvenue dans une serre.

Le paramétrage de la serre pourra se faire via smartphone ou ordinateur. Cela permet donc de pouvoir consulter les dernières mesures effectuées par la serre ainsi que l'état actuel de la réserve d'eau par exemple. Pour ce faire, la serre devra posséder une connectivité internet, ou plus simplement, avoir la possibilité de se connecter avec un smartphone ou un ordinateur.

Les principaux challenges de ce projet consistent en son temps de développement et son budget associé. En effet, nous avons été missionnés pour réaliser un rapport sur le sujet de notre choix le 05 Août, pour une remise de ce dernier le 15 octobre dernier délai. Ce qui laisse donc 71 jours. De plus, le budget est extrêmement limité, car il s'agit de notre budget personnel. Etant étudiant, je ne peux me permettre de tester les différentes parties, il s'agira donc d'une analyse théorique, qui sera mise à jour au fil du temps lorsque mon budget me permettra d'acheter les composants.

En raison du peu de temps disponible pour fournir ce rapport, et qu'il sera développé en période de vacances, vous ne trouverez pas de planning ou de diagramme de Gant, mes horaires étant très variables et surtout imprévisibles.

Les prochaines parties vont détailler la conception de cette serre, en commençant par le cahier des charges, le découpage des fonctions principales et leur étude.

Hardware

Cahier des charges

Le cahier des charges se divise en plusieurs parties afin d'améliorer la lisibilité et l'accessibilité de l'information. Il reprend les points évoqués dans l'introduction.

CRITERE		COMMENTAIRE	DONNEE
GENERAL			
Dimensions intérieures	minimum	Dimensions minimums dont la plante pourra bénéficier	50cm x 50cm x 150cm
Dimensions extérieures	maximum	Dimensions extérieures maximum de la serre	100cm x 100cm x 200cm
Visibilité		Visibilité de la plante	Depuis au moins 3 faces
Alimentation		Mode d'alimentation de la serre	Electrique, 220v @ 50Hz
IHM			
Connectivité		Mode de connectivité de la serre	Wifi
Niveau d'eau		Visibilité du niveau d'eau restant	Visibilité sur la serre du niveau d'eau entre 20% et 80%
Notification Connectivité		Permet de savoir si la connectivité de la serre est opérationnelle	Led de notification
Notification Ressources		Permet de savoir si la serre possède tout ce dont elle a besoin (eau, ...)	Led de notification
Notification Erreur		Permet de savoir si la serre fonctionne normalement (aucune erreur dans les mesures, ...)	Led de notification
ARROSAGE			
Réserve d'eau		Taille de la réserve d'eau	>= 10L
MESURE			
Mesure humidité sol		Mesure de l'humidité du sol (terre)	Oui
Mesure humidité air		Mesure de l'humidité de l'air au sein de la serre	De 20 à 90 %
Mesure niveau d'eau		Mesure de la quantité d'eau restante	Oui
Mesure température		Mesure de la température au sein de la serre	0 à 50°C
ACTIONNEUR			
Lampe		Présence d'une lampe horticole	<= 150W
Ventilation		Niveau de ventilation de la serre	Air totalement renouvelé après maximum une journée

Humidificateur	Niveau d'humidité atteignable dans la serre	$\geq 70\%$
Chauffage	Niveau de température atteignable dans la serre	40 °C max

Tableau 1 - cahier des charges

Fonctions principales

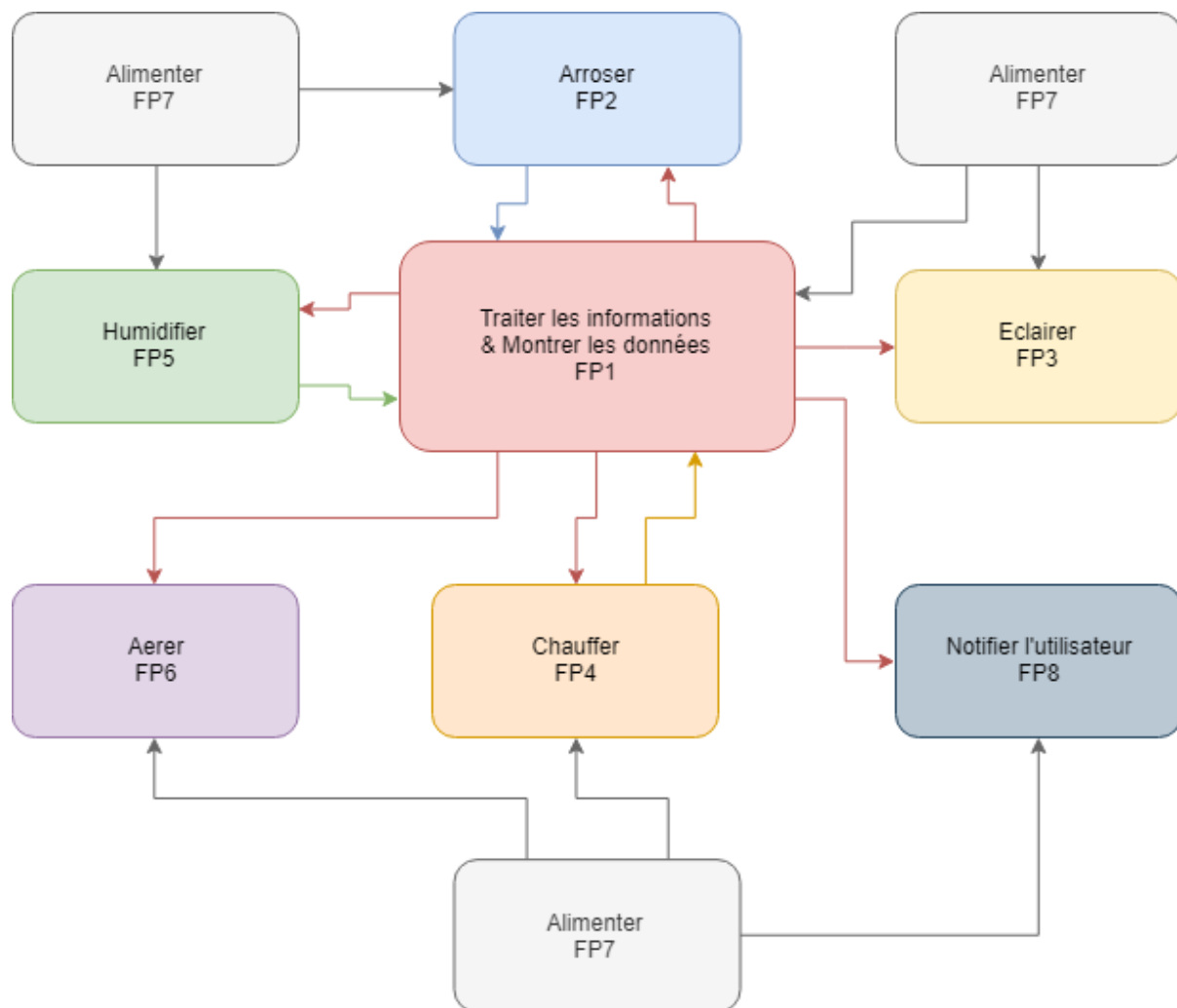


Figure 1 - Diagramme fonctionnel

Description

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
FP1	Traiter les informations & Montrer les données	La serre devra collecter toutes les données acquises par les différents capteurs, les traiter afin d'agir en fonction du paramétrage et enfin les rendre disponible à l'utilisateur.
FP2	Arroser	Système pompant l'eau d'une cuve pour la distribuer dans la terre selon la volonté de la FP1. Ce système est également doté d'un capteur afin de connaître le niveau d'humidité, envoyé à intervalle régulier à la FP1.
FP3	Eclairer	Cette fonction activera la lampe horticole selon la commande de la FP1.
FP4	Chauffer	Chauffe la serre selon la commande de la FP1. Dispose également d'un capteur afin d'informer la FP1 de la température.
FP5	Humidifier	Humidifie la serre selon la commande de la FP1. Dispose également d'un capteur afin d'informer la FP1 de l'humidité.
FP6	Aérer	Renouvelle l'air de la serre selon la commande de la FP1
FP7	Alimenter	Alimente les différentes FP.
FP8	Notifier l'utilisateur	Notifie l'utilisateur directement en regardant l'état de la serre.

Tableau 2 - Description des fonctions principales

Les fonctions secondaires seront détaillées dans chaque sous parties.

Système d'arrosage

Le système de pompage tirera l'eau d'une cuve, pour la redistribuer dans la terre. En plus d'une pompe à eau il sera donc nécessaire de trouver un capteur afin de mesurer l'humidité du sol. Le tout sera rythmé par la fonction principale première afin d'acheminer l'eau lorsque la terre est trop sèche.

Diagramme fonctionnel

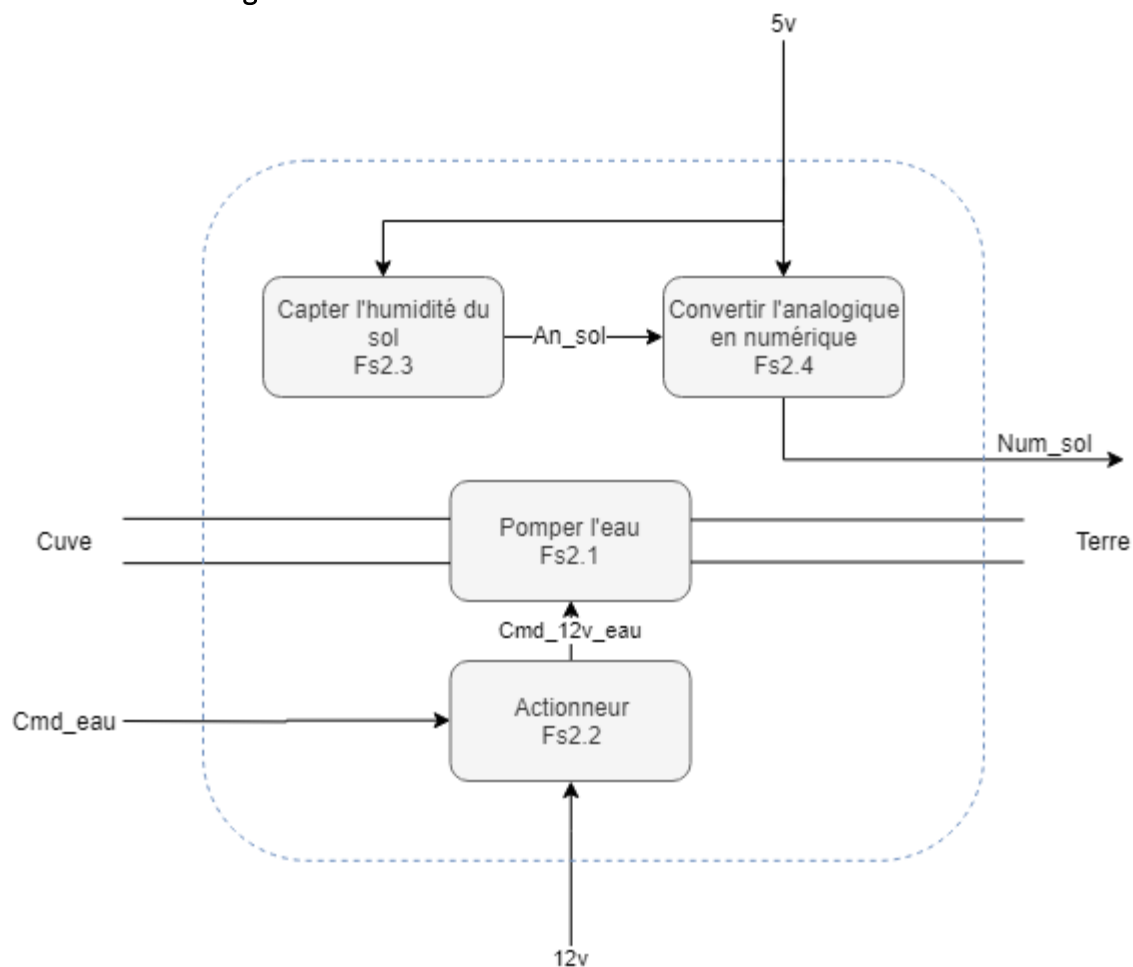


Figure 2 - Fonction secondaire arrosage

Description Fonctions

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs2.1	Pomper l'eau	Pompe à eau fonctionnant sous 12v
Fs2.2	Actionneur	Interrupteur électronique permettant de commander la pompe en 5V.
Fs2.3	Capteur l'humidité du sol	Capteur d'humidité du sol fournissant une tension analogique, image de l'humidité.
Fs2.4	Convertir l'analogique en numérique	Convertit le signal analogique en signal numérique afin de permettre au contrôleur de le traiter.

Tableau 3 - Description fonctions arrosage

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
12v	Alimentation continue 12v pouvant fournir 1 ampère à la pompe, en plus des différents équipements auquel cette alimentation est rattachée.
5v	Alimentation continue 5v pouvant fournir l'ampérage nécessaire aux sous fonctions 3 et 4, en plus des autres sous fonctions auxquelles cette alimentation est rattachée.
Cmd_eau	Commande logique 5v en provenance du contrôleur activant la pompe.
Cmd_12v_eau	Alimentation 12v continue de la pompe lorsque l'actionneur est activé.
An_sol	Signal analogique compris entre 0v et 3v, image de l'humidité du sol.
Num_sol	Signal numérique image de An_sol.

Tableau 4 - Description signaux arrosage

Capteur d'humidité du sol

Afin de capter l'humidité du sol, une sonde doit y être placée. Cette sonde, étant en permanence exposée à un certain taux d'humidité, se doit d'être protégée contre la corrosion, la rouille, ou tout autre réaction pouvant empêcher son bon fonctionnement.



Le capteur choisi possède une technologie capacitive et est de plus certifié contre la corrosion. Avec son alimentation allant de 3.3V à 5.5V, et sa sortie analogique allant jusqu'à 3V, il est le candidat idéal pour cette application. Ce capteur est disponible à 6.16€ à [cette adresse](#).

Figure 3 - Capteur d'humidité sol

Pompe



La pompe choisie sera celle-ci. Elle fonctionne sous 12V, et, avec sa consommation de 2A max, elle est capable de délivrer 3.5L/min. Bien assez pour arroser notre terre. De plus, elle est disponible à très bon prix puisqu'on peut la trouver à \$8.99 à [cette adresse](#).

Figure 4 - Pompe

Capteur de niveau d'eau

Le niveau d'eau étant prévu pour être visible de façon direct et sans système électronique, il n'est pas nécessaire de capter avec précision le niveau d'eau restant dans la cuve. Cependant, la pompe et l'humidificateur risque de s'endommager s'ils fonctionnent à vide, et il serait intéressant pour l'utilisateur qu'il reçoive une notification lorsque le niveau d'eau devient insuffisant. Pour se faire, un capteur reed serait une solution optimale. Avec un aimant placé dans l'eau, sur un flotteur, et un capteur disposé hors de la cuve à la hauteur optimale, cette solution est peu onéreuse et a l'énorme avantage de prévenir l'usure liée au contact avec l'eau.

Diagramme structurel

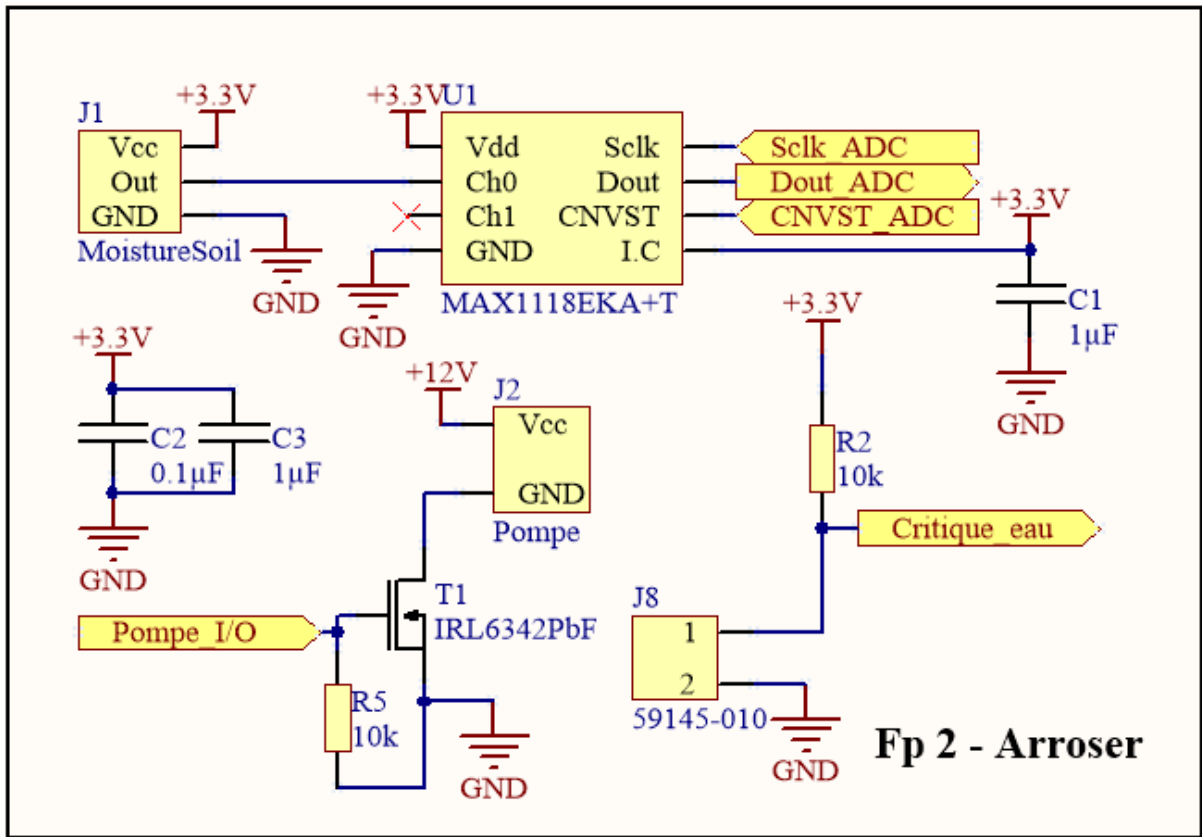


Figure 5 - Diagramme structurel arrosage

Sur ce diagramme on pourra constater que la pompe est commandée via un MOSFET, par le contrôleur. La sortie du capteur d'humidité est directement envoyée à l'entrée d'un ADC, lui-même contrôlé par le contrôleur. Une tension de référence de 3.3V a été placée afin de profiter au maximum des capacités du capteur. Cette tension provient du contrôleur.

Dissipation du Mosfet

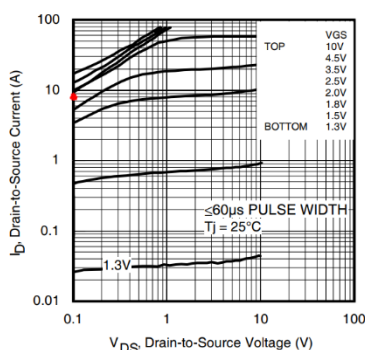


Figure 6 - extrait datasheet
IRL6342PbF

Concernant la polarisation du transistor Mosfet, on peut voir sur le diagramme ci-contre qu'il prend en compte la tension VGS, la tension VDS ainsi que le courant. Avec une tension de grille à 3.3v, on constate donc une tension VDS négligeable et un courant maximum de 10A, largement au-delà de nos besoins.

La puissance maximum du transistor Mosfet utilisé est de 2W, et sa dissipation est de 50°C/W. La puissance traversée par le transistor se calcule grâce à cette formule :

$$P = R d_{S_{ON}} \cdot I^2$$

$$P = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2 = 48mW$$

A raison de 50°C/W, on arrive à une augmentation de température de 2.4°C, bien en dessous des 150°C préconisés par le constructeur.

Consommation

La consommation maximum du système est calculée par l'addition maximum de tous ses composants. La consommation du capteur d'humidité n'étant pas spécifié, j'ai estimé pour lui une consommation maximum de 500mA.

PARTIE	TENSION CONCERNEE	CONSO MAX
Capteur d'humidité	3.3V	500 mA
Capteur reed	3.3v	330 μ A
ADC	3.3V	210 μ A
Pompe	12V	2 A
	3.3V	330 μ A
TOTAL	12V	2 A
	3.3V	501 mA

Tableau 5 - Consommation arrosage

Système d'éclairage

L'éclairage sera contrôlé par le contrôleur. Une simple tension de 5V devra donc être capable d'allumer une ampoule de 200W maximum.

Diagramme fonctionnel

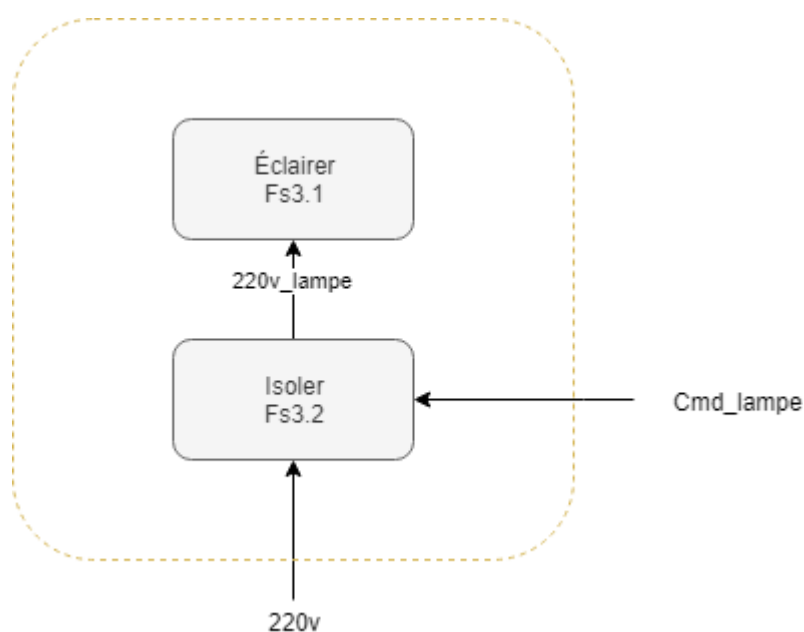


Figure 7 - fonction secondaire éclairage

Description

Fonction

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs3.1	Eclairer	Eclairer la serre et apporter de l'énergie à la plante.
Fs3.2	Isoler	Interrupteur électronique permettant de commander l'éclairage en 5V.

Tableau 6 - Description fonction éclairage

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
220v	Alimentation alternative 50Hz, provenant d'une prise secteur.
220v_lampe	Alimentation alternative 50Hz, provenant d'une prise secteur, contrôlée par le contrôleur.
Cmd_lampe	Commande tout ou rien, 5V, contrôlant la lampe.

Tableau 7 - Description signaux éclairage

Choix du relai

La puissance, pour une tension monophasée se calcule grâce à la formule : $P = UI \cdot \cos \varphi$
Or, cette puissance étant entièrement destinée à une lampe LED de maximum 200W, le cos phi se situera entre 0.5 et 1. Nous pouvons donc facilement calculer l'intensité traversant le relai :

$$I_{min} = 0.9A$$

$$I_{max} = 1.8A$$

Le relai G6RN-1 est monostable, il se coupera donc si aucune tension n'est appliquée à la bobine. De plus, sa tension maximale alternative est de 250V, au-dessus donc du 230V de notre secteur, et son courant maximal est de 8A, ce qui en fait un candidat idéal.

Diagramme structurel

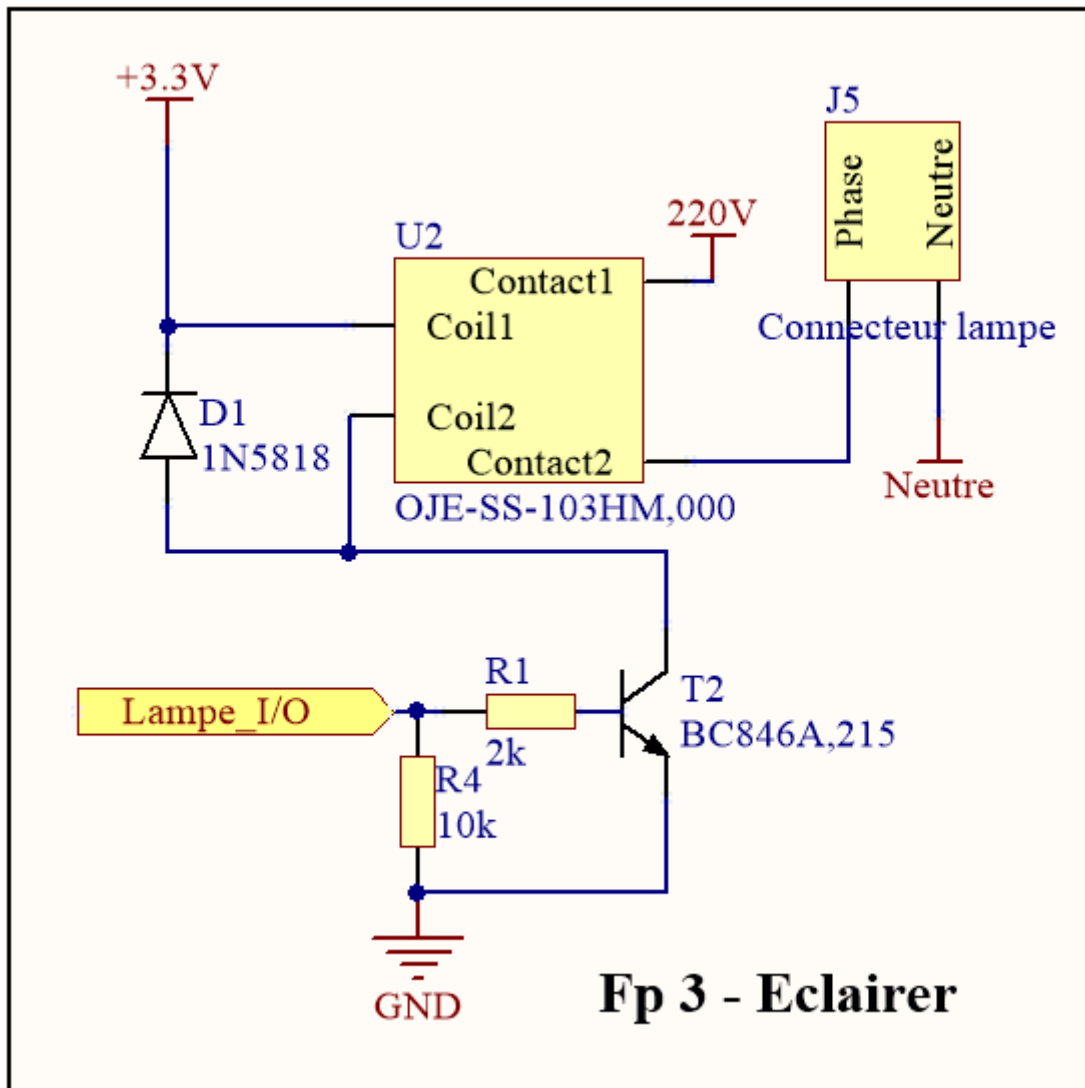


Figure 8 - Diagramme structurel éclairage

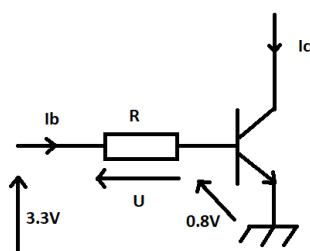


Figure 9 - Resistance de polarisation

La lampe étant un élément particulièrement énergivore, un relai s'impose afin d'isoler la partie logique de la partie puissance. La bobine du relai fonctionne sous 5V et consomme 43mA. Cependant, les broches du contrôleur n'étant pas capables de délivrer cette puissance, un transistor en commutation a été ajouté. De plus, une diode de roue libre a été ajoutée aux bornes du relai afin d'éviter toute surtension provoquée par la bobine.

Afin de calculer la résistance de polarisation nécessaire, on utilisera la formule $R = \frac{\beta(3.3-0.8)}{I_c}$. Le HFE du transistor étant de 180, et le courant traversé étant de 73mA, cette formule nous donne $R = 6k\Omega$. Afin de s'assurer de la polarisation, on utilisera une résistance de $R = 2k\Omega$. J'ai également placé une résistance de tirage sur la commande afin d'éviter tout état indéterminé.

Consommation

Dans le calcul des consommations, le 220v n'est pas pris en compte car cette alimentation est prélevée directement depuis la prise de courant. Ainsi inutile de savoir combien cela consomme, car aucune alimentation ne sera mise en place pour.

PARTIE	TENSION CONCERNEE	CONSO MAX
Bobine	3.3V	74 mA
Polarisation	3.3v	330 μ A
TOTAL	3.3V	75 mA

Tableau 8 - Consommation éclairage

Système d'aération

Le système d'aération sera capable d'extraire l'air de la cuve et d'y ajouter du nouveau. Pour se faire, 2 ventilateurs sont nécessaires. Bien-sûr le système de chauffage et d'humidification sera rendu inutile par une ventilation trop importante, il faudra donc prendre cela en compte grâce au logiciel.

Diagramme fonctionnel

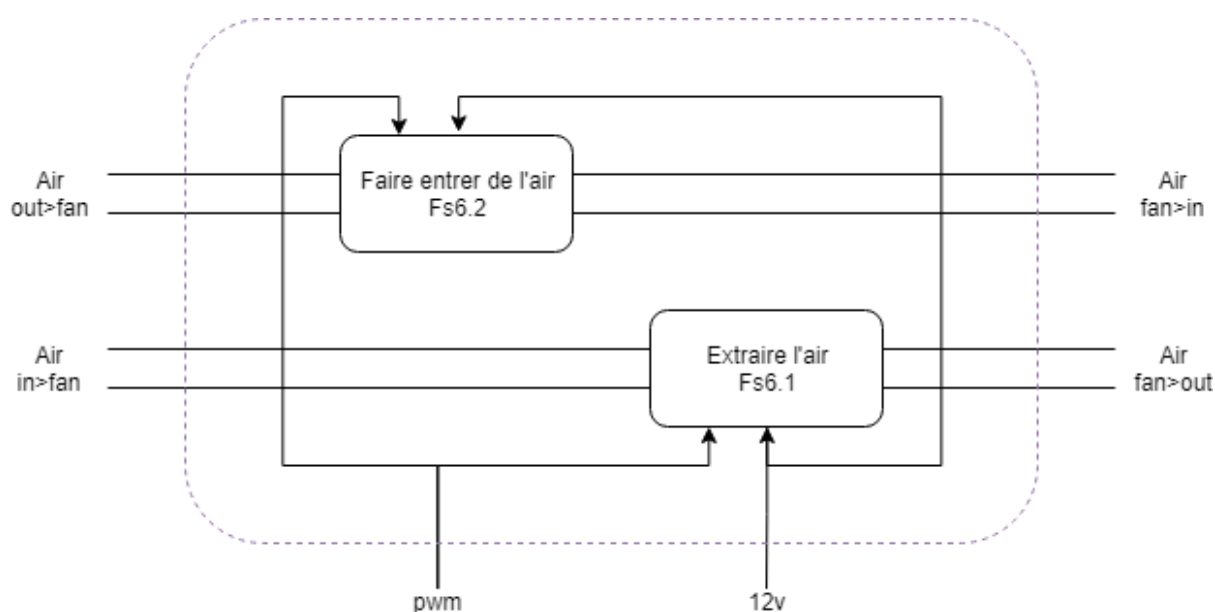


Figure 10 - Fonction secondaire aération

Fonctions

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs6.1	Extraire l'air	Extrait l'air de la serre vers l'extérieur
Fs6.2	Faire entrer de l'air	Fait entrer l'air de l'extérieur dans la serre

Tableau 9 - Description fonction aération

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
12v	Alimentation continue 12v pouvant fournir 2.4 ampères aux ventilateurs, en plus des différents équipements auxquels cette alimentation est rattachée.
Pwm	Signal pwm en provenance du contrôleur, gérant la vitesse des ventilateurs.

Tableau 10 - Description signaux aération

Choix des ventilateurs



Les ventilateurs choisis pour l'aération sont des San Ace 40. Ces ventilateurs sont normalement utilisés pour l'aération des serveurs. Ils ont donc l'avantage d'être puissant (55.89 m3/h d'air brassé à pleine puissance), avec une alimentation 12V, une alimentation de 1.2A max et un contrôle de la vitesse par PWM, on a donc la certitude que l'air de la serre puisse être renouvelé rapidement quel que soit sa taille.

Figure 11 - Ventilateur aération

Diagramme structurel

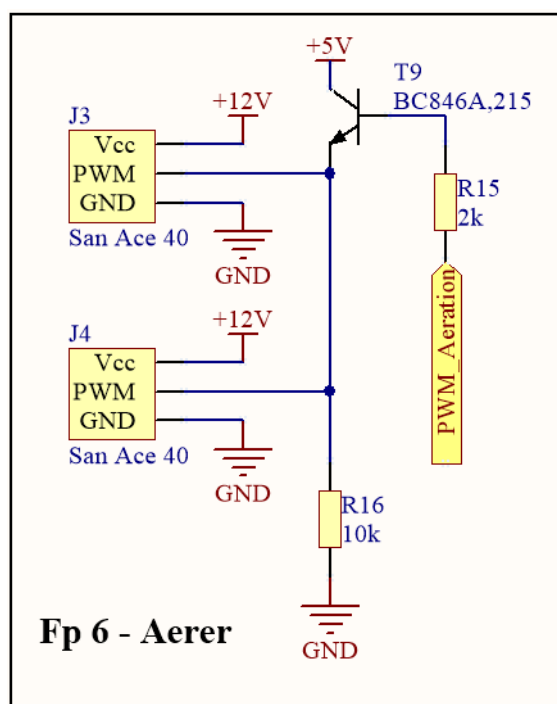


Figure 12 - diagramme structurel aération

Comme vu dans le descriptif des ventilateurs, l'alimentation se fera en 12V. Les deux ventilateurs seront contrôlés en même temps, ceci permettant d'être sûr que la quantité d'air enlevé sera remplacé par la même quantité d'air. Le transistor étant le même que dans la fonction d'éclairage, la formule pour la résistance de polarisation sera la même : $R = 1.512 \cdot 10^6 \Omega$. On utilisera donc ici aussi une résistance $R = 2k\Omega$.

Consommation

PARTIE	TENSION CONCERNEE	CONSO MAX
Ventilateur 1	12V	1.2A
Ventilateur 2	12V	1.2A
TOTAL	12V	2.4A

Tableau 11 - Consommation aération

Système d'humidification

Diagramme fonctionnel

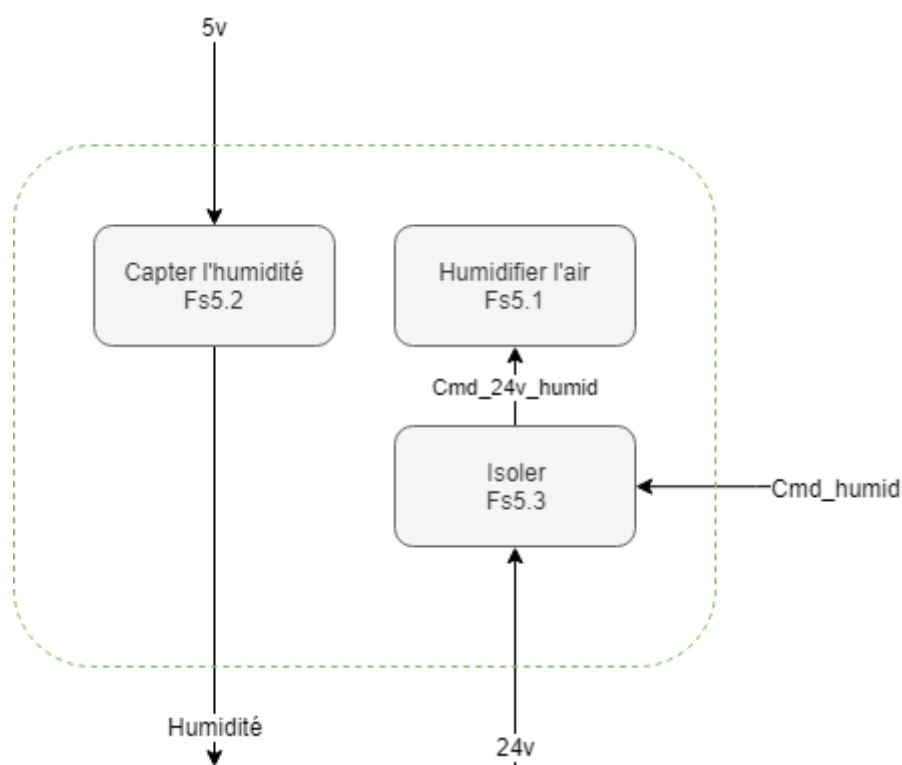


Figure 13 - Fonctions secondaires humidification

Fonctions

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs5.1	Humidifier l'air	Apporte de l'humidité à l'air
Fs5.2	Capter l'humidité	Capte l'humidité de l'air ambiant afin de l'envoyer au contrôleur
Fs5.3	Isoler	Isoler électriquement l'humidificateur afin qu'il puisse être contrôlé sous 5v.

Tableau 12 - Description fonctions humidification

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
24v	Alimentation continue 24v pouvant fournir suffisamment d'ampérage à l'humidificateur, en plus des différents équipements auxquels cette alimentation est rattachée.
5v	Alimentation continue 5v pouvant fournir suffisamment d'ampérage au capteur en plus des différents équipements auxquels cette alimentation est rattachée.
Humidité	Signal numérique à destination du contrôleur, représentant le taux d'humidité.
Cmd_humid	Commande tout ou rien, 5v, activant l'humidificateur.
Cmd_24v_humid	Commande tout ou rien, 24v, image de Cmd_humid.

Tableau 13 - Description signaux humidification

Choix du capteur

Pour cette application nous recherchons un capteur capable de détecter le niveau d'humidité de l'air, et de pouvoir le retranscrire via une liaison numérique, le tout, alimenté sous 5v. Pour ce faire, le capteur DHT22, beaucoup utilisé pour arduino, répond parfaitement à ces critères. En plus de fournir une valeur d'humidité de l'air, il nous fournira la température ambiante. Bien que cette donnée ne soit pas utile dans cette fonction, elle nous économisera du temps et de l'argent dans la fonction suivante (chauffage). Voici ses spécifications :

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH(Max +5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

Tableau 14 - Extrait datasheet DHT22

Choix de l'humidificateur

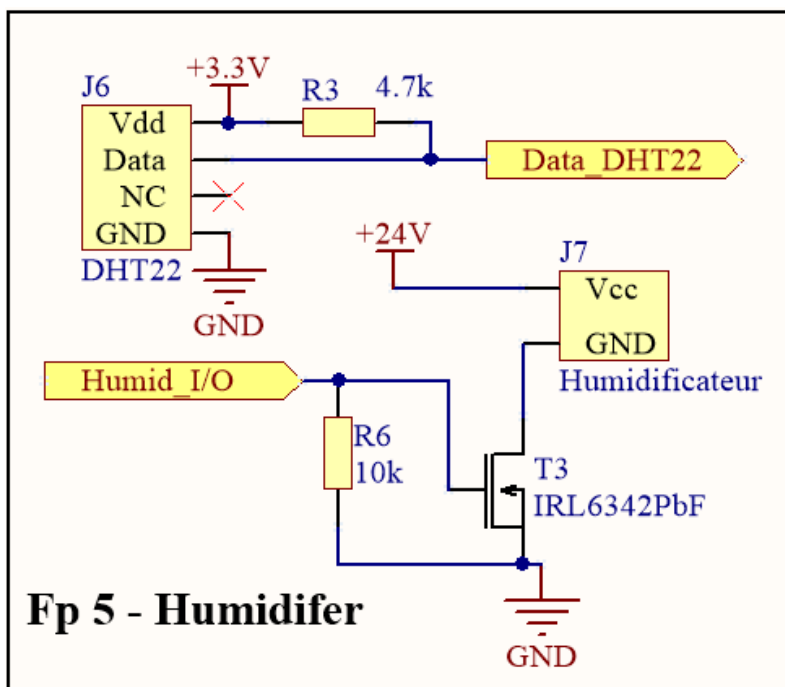
Il existe deux possibilités pour créer de l'humidité dans l'air. La première consiste à envoyer de l'eau avec suffisamment de pression pour qu'elle se dissipe en minuscule gouttelettes dans l'air. Cette technique, bien que plus radicale, est la moins adaptée à notre situation. En effet, en plus d'être difficilement contrôlable dans un milieu clos, faire monter l'eau de la cuve vers le haut de la serre pour ensuite la disperser rend la mise en œuvre plus compliquée.



Figure 14 - Humidificateur

La seconde méthode consiste à faire vibrer un appareil dans l'eau de telle manière qu'une fumée épaisse et humide se crée. C'est le principe qui est utilisé dans les humidificateurs pour maison. Ses principaux avantages sont représentés par son silence et sa facilité de mise en œuvre. Malheureusement, ce type d'humidificateur n'est trouvable que sous 24V, ce qui oblige le dimensionnement d'une alimentation juste pour cette fonction. Malgré ce point négatif, c'est cette solution, visible ci-contre, qui sera retenue. Concernant les caractéristiques techniques, il est écrit à [cette adresse](#) que cet humidificateur est capable de délivrer 250ml/h, et qu'il s'alimente en 24v, à 800mA.

Diagramme structurel



Le DHT22 communiquant par liaison One Wire, une résistance de tirage est nécessaire sur la liaison. De plus, afin de commander l'humidificateur, le transistor utilisé est le même que celui dans la fonction d'arrosage. Celui-ci fonctionnant sous la même tension de commande, il est donc soumis aux mêmes limites que dans cette fonction.

Figure 15 - Diagramme structurel humidification

Consommation

PARTIE	TENSION CONCERNEE	CONSO MAX
Capteur	3.3V	1.5 mA
Humidificateur	24V	800 mA
Resistance de tirage	3.3V	0.7 mA
TOTAL	24V	800 mA
	3.3V	3 mA

Tableau 15 - Consommation humidification

Système de chauffage

Diagramme fonctionnel

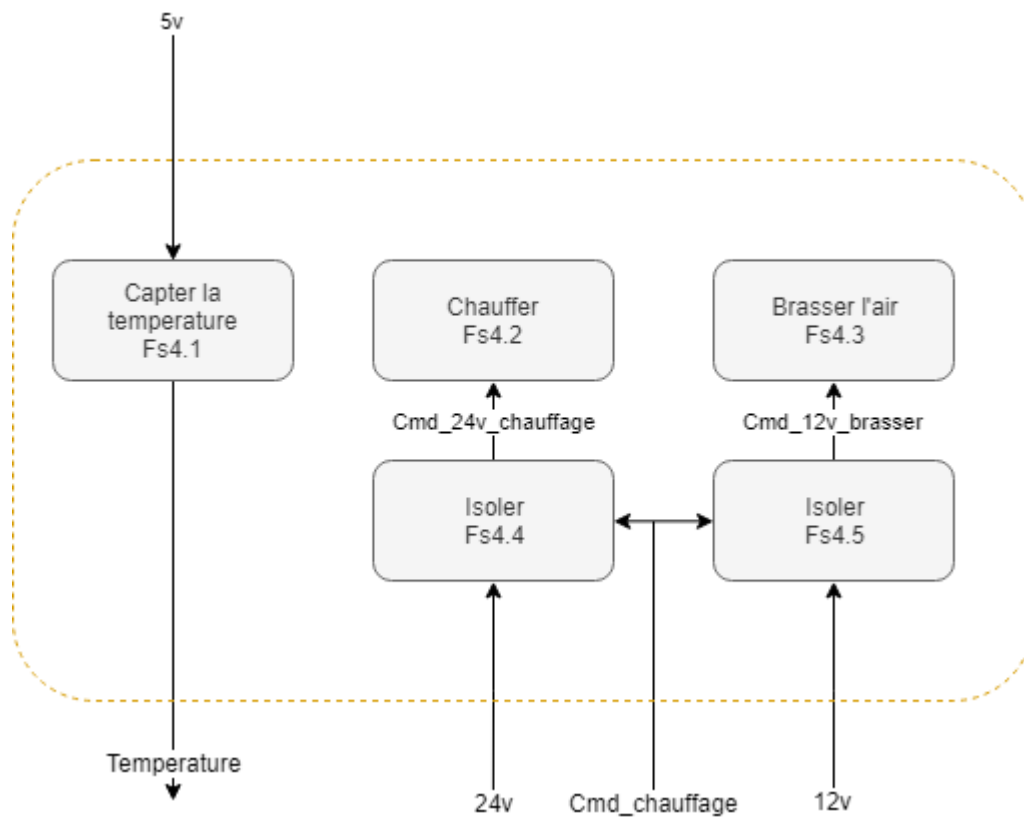


Figure 16 - Fonctions secondaires chauffage

Fonctions

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs4.1	Capter la température	Détecter la température de l'air dans la serre et envoyer les données au contrôleur
Fs4.2	Chauffer	Chauffer l'air de la serre
Fs4.3	Brasser l'air	Brasser l'air de la serre afin que la chaleur soit globale
Fs4.4	Isoler	Isoler électriquement le contrôleur et le chauffage
Fs4.5	Isoler	Isoler électriquement le contrôleur et le ventilateur

Tableau 16 - Description fonctions chauffage

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
24v	Alimentation continue 24v pouvant fournir suffisamment d'ampérage au chauffage et au ventilateur, en plus des différents équipements auxquels cette alimentation est rattachée.
5v	Alimentation continue 5v pouvant fournir suffisamment d'ampérage au capteur en plus des différents équipements auxquels cette alimentation est rattachée.
Cmd_chauffage	Commande PWM contrôlant le ventilateur et le chauffage
Temperature	Signal numérique image de la température

Tableau 17 - Description signaux chauffage

Choix du chauffage

Afin de pouvoir chauffer la serre, le système doit posséder un élément fournissant de la chaleur. J'ai d'abord pensé à un module Peltier, ce dernier ayant l'avantage d'avoir un côté chaud et un côté froid. Cependant, n'ayant pas l'utilité de refroidir la serre, isoler cette partie froide aurait rendu la mise en œuvre plus complexe. J'ai alors plutôt pensé à une résistance chauffante, aussi appelée élément chauffant. Ces derniers sont très variés, on peut en trouver pour toutes les tensions, toutes les puissances et toutes les tailles. J'en ai donc choisi un fonctionnant sous 24v, afin de ne pas avoir à surdimensionner les alimentations. Il est également capable de monter jusqu'à 60°C pour une puissance allant jusqu'à 30W. Il est disponible à [cette adresse](#).

Concernant le ventilateur devant brasser l'air, un ventilateur de PC de récupération fonctionnant sous 12v fera l'affaire. De plus, il a l'avantage d'être silencieux. La partie capteur a déjà été réalisée dans la fonction 5 – Humidifier, le capteur DHT22 réalisant les deux mesures.

Diagramme structurel

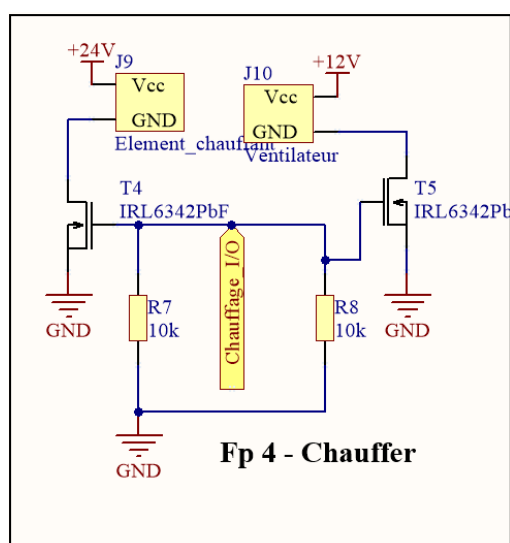


Figure 17 - Diagramme structurel chauffage

Pour commander l'élément chauffant ainsi que le ventilateur, on utilisera la même commande, ainsi nous sommes sûrs que les deux s'activeront simultanément. Les deux transistors étant les mêmes utilisés que précédemment, ils fonctionnent donc sous le même régime et sont soumis aux mêmes limitations.

Consommation

PARTIE	TENSION CONCERNEE	CONSO MAX
Elément chauffant	24V	1.25A
Ventilateur	12V	100mA
TOTAL	24V	1.25A
	12V	100mA

Tableau 18 - Consommation chauffage

Notification

Diagramme fonctionnel

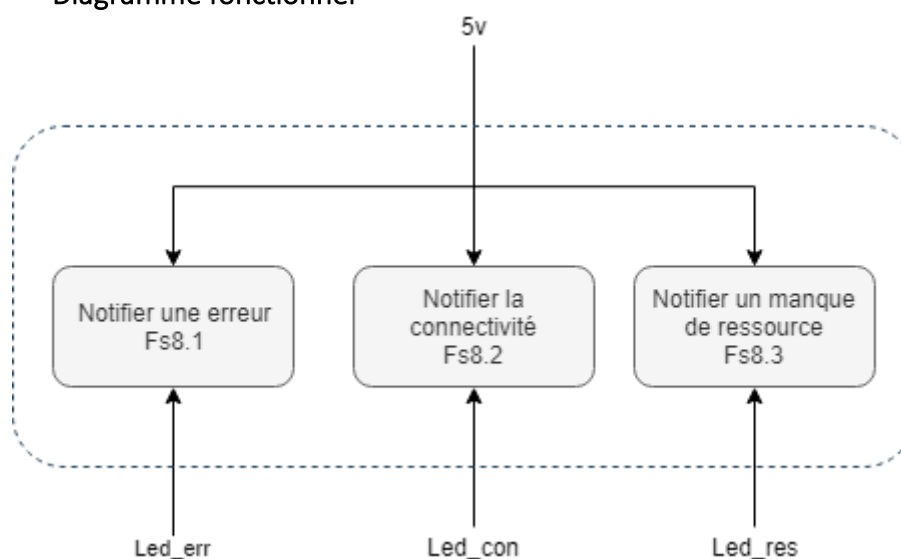


Figure 18 - Fonction secondaire notification

Fonctions

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs8.1	Notifier une erreur	Emet un signal lumineux lorsqu'une erreur survient dans la serre
Fs8.2	Notifier la connectivité	Emet un signal lumineux pour notifier la connectivité de la serre
Fs8.3	Notifier un manque de ressource	Emet un signal lumineux pour notifier un manque de ressource de la serre

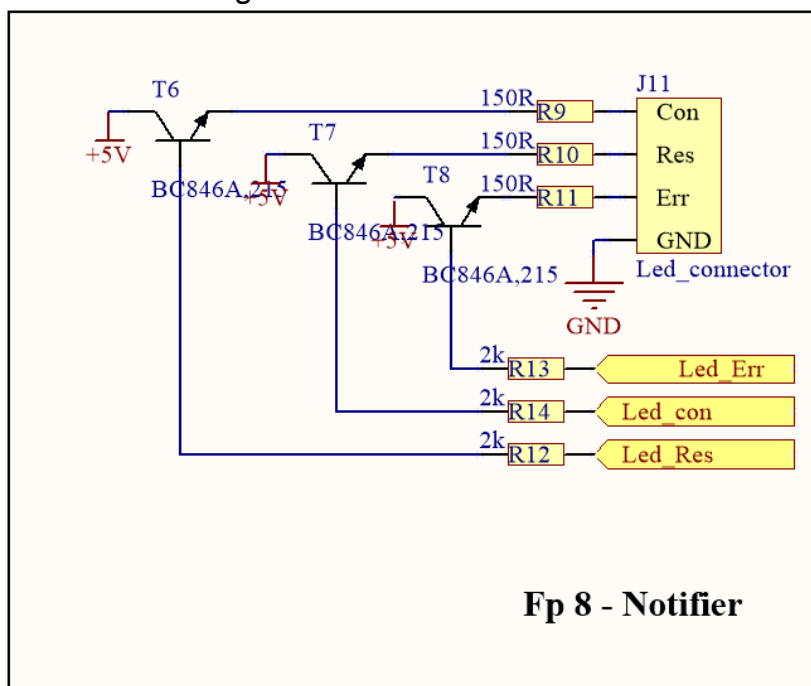
Tableau 19 - Description fonctions notifications

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
5v	Alimentation continue 5v pouvant fournir suffisamment d'ampérage aux leds en plus des différents équipements auxquels cette alimentation est rattachée.
Led_err	Commande tout ou rien allumant la led
Led_con	Commande tout ou rien allumant la led
Led_res	Commande tout ou rien allumant la led

Tableau 20 - Description signaux notifications

Diagramme structurel



Le contrôleur ne pouvant sortir que très peu d'ampérage, l'alimentation des leds ne peut pas se faire directement par ce dernier. Des transistors en commutation sont donc placés pour chaque led, et afin d'économiser les fils, ces leds seront en cathode commune.

Figure 19 - Diagramme structurel notification

Traitement de l'information

Afin de bénéficier d'une connectivité complète, et également de faciliter le travail, la serre fonctionnera grâce à une Raspberry. Le modèle utilisé sera une Raspberry Pi Zero W. Cette dernière a l'avantage d'être bien moins imposante que la Raspberry Pi A/B. Elle s'alimente en 5v, et possède au sein de sa carte un régulateur 3.3v afin d'alimenter le processeur. Ce dernier gèrera donc ses GPIOs en 3.3v.

Répartition des entrées/sorties

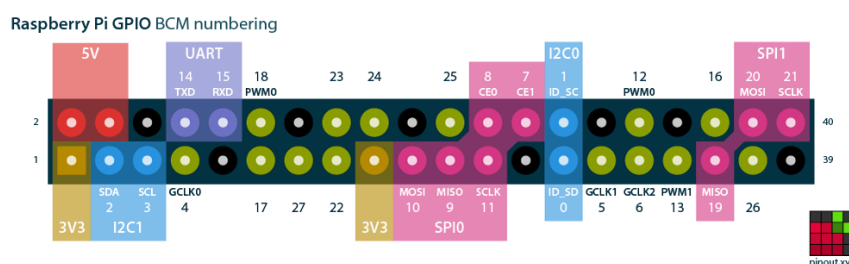


Figure 20 - Répartition fonctions sur pin Raspberry

NUMERO	UTILITE	ASSIGNATION
1	3.3V	Sortie 3.3v
2	5V	Alimentation
3	BCM 2 (SDA)	
4	5V	Alimentation
5	BCM 3 (SCL)	
6	GND	Masse
7	BCM 4 (Data)	Data_DHT22
8	BCM 14 (Tx)	
9	GND	
10	BCM 15 (Rx)	
11	BCM 17	Critique_eau
12	BCM 18 (PWM 0)	PWM_Aeration
13	BCM 27	Humide_I/O
14	GND	Masse
15	BCM 22	
16	BCM 23	Lampe_I/O
17	3.3V	Sortie 3.3v
18	BCM 24	Pompe_I/O
19	BCM 10 (MOSI 0)	
20	GND	Masse
21	BCM 9 (MISO 0)	Dout (ADC)
22	BCM 25	CNVST (ADC)
23	BCM 11 (SCLK 0)	SCLK (ADC)
24	BCM 8 (CE 0)	
25	GND	Masse
26	BCM 7 (CE 1)	
27	BCM 0 (ID_SD)	
28	BCM 1 (ID_SC)	
29	BCM 5	
30	GND	Masse
31	BCM 6	Led_con
32	BCM 12 (PWM 0)	
33	BCM 13 (PWM 1)	Chauffage_I/O
34	GND	Masse
35	BCM 19 (MISO 1)	
36	BCM 16	Led_Err
37	BCM 26	Led_Res
38	BCM 20 (MOSI 1)	
39	GND	Masse
40	BCM 21 (SCLK 1)	

Tableau 21 - Assignment des pins

Diagramme structurel

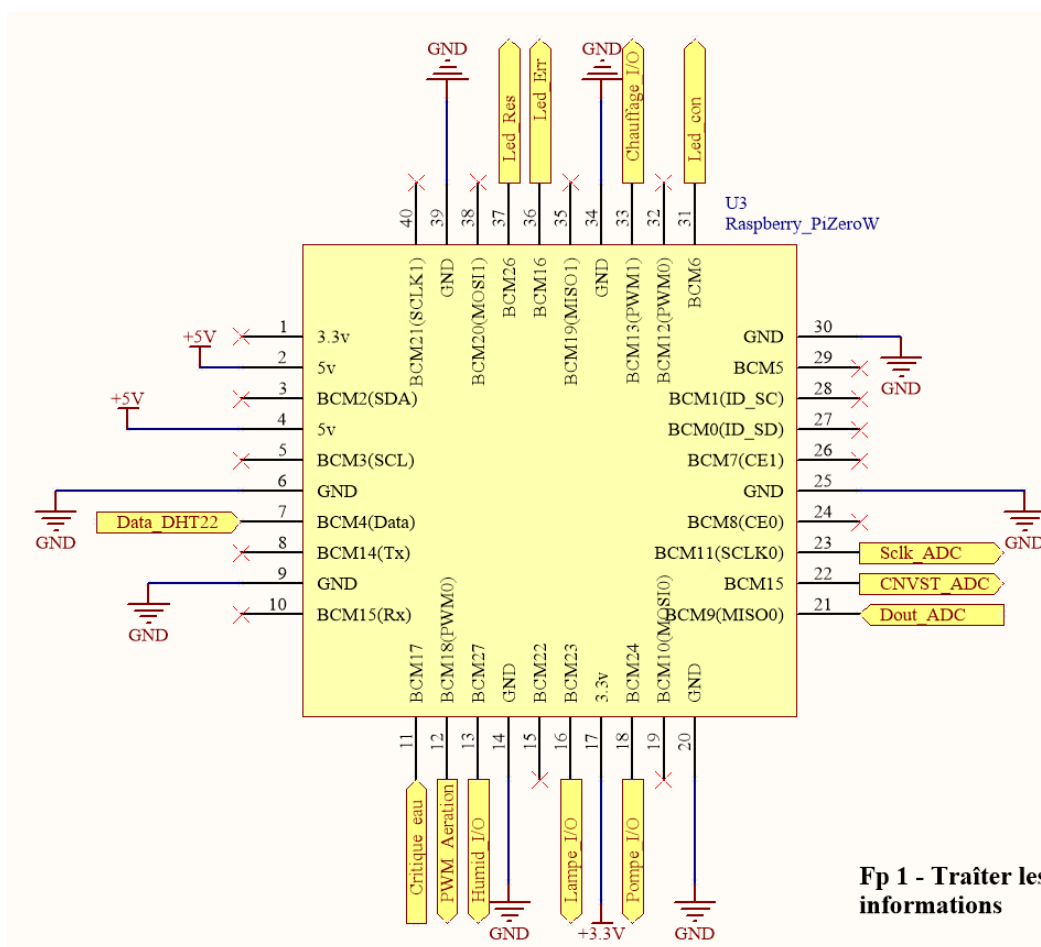


Figure 21 - Diagramme fonctionnel traitement

Consommation

PARTIE	TENSION CONCERNEE	CONSO MAX
Raspberry	5V	200mA

Tableau 22 - Consommation Traitement

Alimentation

Tensions nécessaires

	3.3v	5v	12v	24v	
	501mA	200 mA	2 A	800 mA	
	75 mA		2.4 A	1.25 A	
	3 mA		100 mA		
	60 mA				
TOTAL	580 mA	200 mA	4.5 A	2.05 A	7.4 A

Tableau 23 - Consommation totale

Diagramme fonctionnel

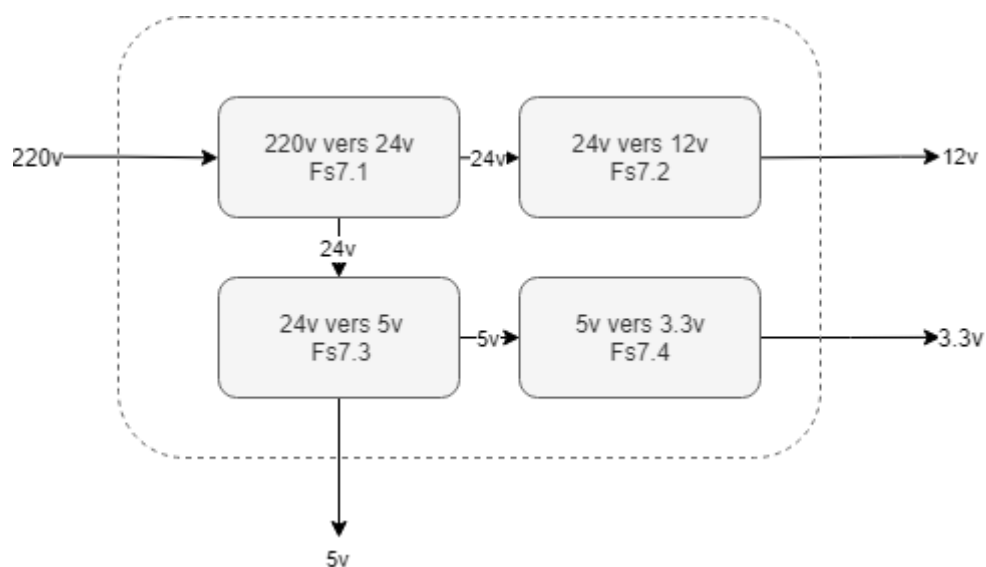


Figure 22 - Fonction secondaire alimentation

Fonctions

FONCTION	NOM	DESCRIPTION
Fs7.1	220v vers 24v	Convertit une tension alternative 220v secteur vers du 24v stabilisé à 2.05A
Fs7.2	24v vers 12v	Convertit une tension 24v continue vers une tension 12v continue à 4.5A
Fs7.3	24v vers 5v	Convertit une tension 24v continue vers une tension 5v continue à 780mA
Fs7.4	5v vers 3.3v	Convertit une tension 5v continue vers une tension 3.3v continue à 580mA

Tableau 24 - Description fonctions alimentation

Signaux

SIGNAL	DESCRIPTION
220v	Tension 220v alternative issue d'une prise secteur
24v	Tension 24v continue
5v	Tension 5v continue
3.3v	Tension 3.3v continue

Tableau 25 - Description signaux alimentation

Alimentation 24v



Figure 23 - Transformateur 220v 24v

Afin pouvoir générer une tension de 24v pouvant tenir 10A, en partant d'une tension de 220v alternative d'une prise secteur, j'ai choisi de sélectionner une alimentation toute faite. Cette solution possède plusieurs avantages. D'une part, cette solution me permet un énorme gain de temps, d'autre part le coffret métallique permet d'u brancher la terre, ce qui apporte beaucoup au niveau de la sécurité. De plus, il est vendu au prix de \$14.41, un prix très raisonnable à [cette adresse](#).

Alimentation 12v

L'alimentation 12v se fera grâce à un régulateur à découpage LM2677-12. Ce modèle a l'avantage d'être très détaillé et tous l'environnement est donné par la datasheet. L'utilisation d'un régulateur à découpage est obligatoire, en effet, la puissance traversée par ce dernier étant si importante que la régulation de température avec son équivalent linéaire impliquerait un dissipateur thermique trop imposant.

On peut calculer la puissance à dissiper par ce régulateur grâce à la formule :

$$P = \frac{V_{out} \cdot I_{out}}{\text{Rendement}} - V_{out} \cdot I_{out}$$
$$P = 4.6W$$

En utilisant un TO-220, et en utilisant un dissipateur d'au moins $14^{\circ}C/W$, on ne dépassera pas les $100^{\circ}C$. $Temperature = 16 \cdot 4.6 + 25 = 98.6^{\circ}C$

Alimentation 5v

L'alimentation 5v doit également faire passer une certaine puissance, c'est pourquoi il est nécessaire ici aussi d'utiliser un régulateur à découpage. Le calcul de la puissance à dissiper est la suivante :

$$P = \frac{V_{out} \cdot I_{out}}{\text{Rendement}} - V_{out} \cdot I_{out}$$
$$P = 0.64W$$

Il n'est donc pas nécessaire pour celui-ci d'utiliser un dissipateur, la température ne s'élevant seulement de quelques degrés.

Alimentation 3.3v

L'alimentation 3.3v se fera par une alimentation linéaire. En effet, ces alimentations sont bien moins adaptées à la puissance mais ont l'avantage d'être bien moins onéreuses. J'ai donc choisi un régulateur fixe, qu'il faudra refroidir car sa puissance s'élève à 1W. Avec un TO-220 équipé d'un dissipateur de 20°C/W, on subira une augmentation de température d'environ 22°C seulement.

Diagramme structurel

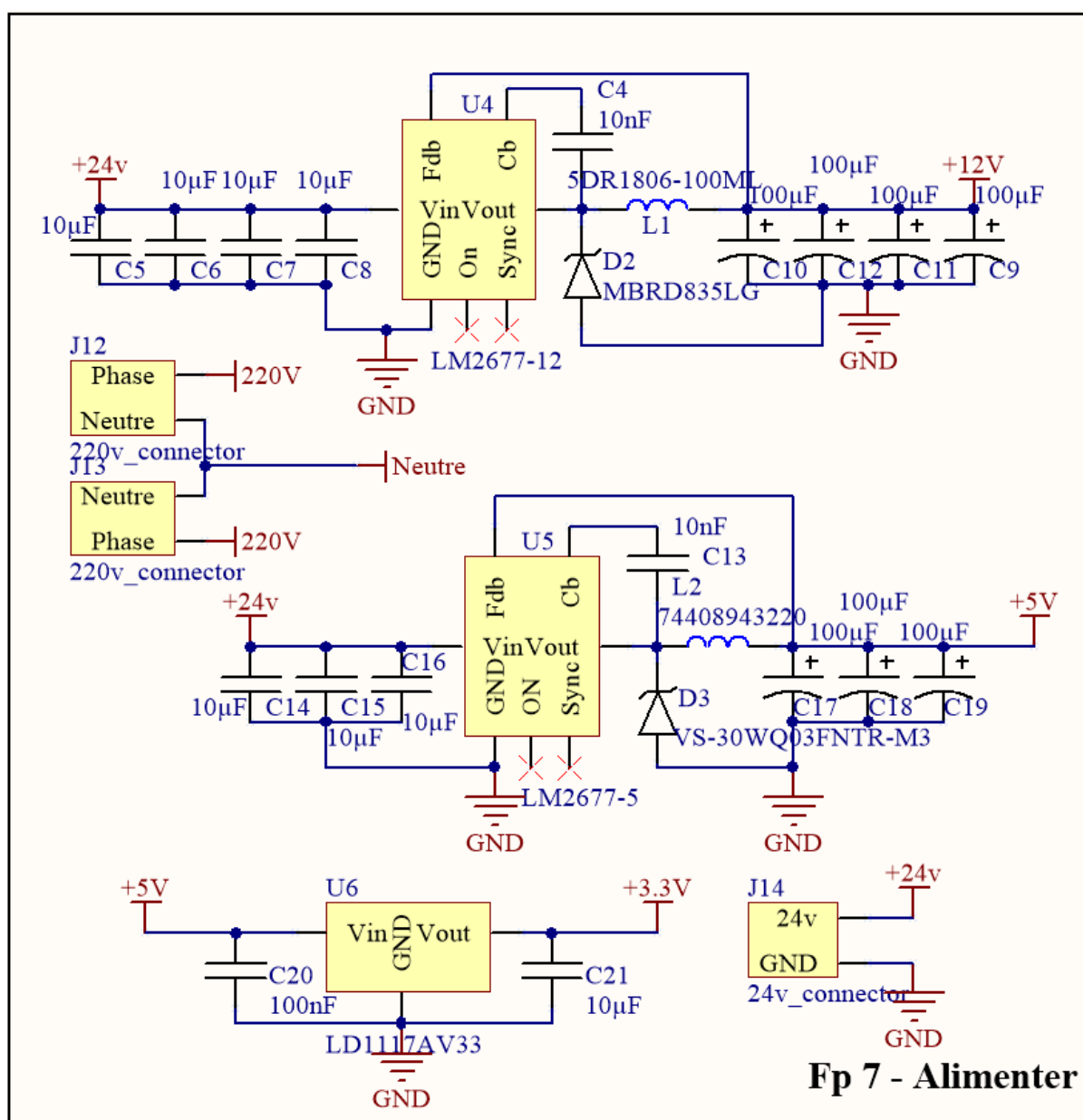


Figure 24 - Diagramme fonctionnel alimentation

Nomenclature

COMPOSANT	DESIGNATOR	VALEUR	COMMENTAIRE	FOURNISSEUR	QUANTITE	CODE COMMANDE	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE HT	PRIX HT	PRIX TTC
Capacité	C1, C3	1µF	format 0805	Farnell	1	2528779	C2012X7R1H105K125AE	2,575 €	2,575 €	3,090 €
Capacité	C2, C20	0,1µF	format 0806	Farnell	1	2852354	C0805C104K1RECAUTO	1,035 €	1,035 €	1,242 €
Capacité	C4, C13	10nF	format 0807	Farnell	1	1759295	MC0805B103K101CT	0,526 €	0,526 €	0,631 €
Capacité	C5, C6, C7, C8, C14, C15, C16, C21	10µF	format 0808	Farnell	2	1463362	C0805C106K8PACTU	0,810 €	1,620 €	1,944 €
Capa polarisé	C9, C10, C11, C12, C17, C18, C19	100µF	format 0809	Farnell	7	2254476	EEETQV101XAP	0,897 €	6,279 €	7,535 €
Diode	D1		30v/1A	Farnell	1	1017588	1N5818	1,430 €	1,430 €	1,716 €
Zener	D2		35v/8A	Farnell	1	9556249	MBRD835LG	0,683 €	0,683 €	0,820 €
Zener	D3		30v/3,5A	Farnell	1	2646455	VS-30WQ03FNTR-M3	0,693 €	0,693 €	1,156 €
Petit bornier	J1, J3, J4		3 voies	Farnell	3	2396254	282834-3	2,754 €	2,754 €	3,305 €
Gros bornier	J2, J5, J7, J9, J12, J13, J14		2 voies	Farnell	7	2008021	MC000050	0,873 €	6,111 €	7,333 €
Petit bornier	J6, J11		4 voies	Farnell	2	2396253	282834-4	4,840 €	4,840 €	5,808 €
Petit bornier	J8, J10		2 voies	Farnell	1	2112482	282834-2	6,380 €	6,380 €	7,656 €
Bobine	L1	10µH	5,3A	Farnell	1	2329043	SDR1806-100ML	0,457 €	0,457 €	0,548 €
Bobine	L2	22µH	1,1A	Farnell	1	2066945	74408943220	2,620 €	2,620 €	3,144 €
Resistance	R1, R12, R13, R14, R15	2k	format 0805	Farnell	1	2057613	ERJ6ENF2001V	1,030 €	1,030 €	1,236 €
Resistance	R2, R4, R5, R6, R7, R8, R16	10k	format 0806	Farnell	1	1575900	MCTC0525B105JT5G	1,370 €	1,370 €	1,644 €
Resistance	R3	4.7k	format 0807	Farnell	1	2073784	MCMR08X472 JTL	0,107 €	0,107 €	0,128 €
Resistance	R9, R10, R11	150R	format 0808	Farnell	1	1469877	CRCW0805150RFKEA	0,141 €	0,141 €	0,169 €
Mosfet	T1, T3, T4, T5		N, 9,9A	RS-online	4	760-4413	IRL6342PBF	0,466 €	1,864 €	2,237 €
Transistor	T2, T6, T7, T8, T9			Farnell	1	1081228	BC846A,215	0,590 €	0,590 €	0,708 €
ADC	U1			Farnell	1	2513624	MAX1118EKA+T	1,720 €	1,720 €	2,064 €
Relai	U2		10A	Farnell	1	1891660	OJE-SS-103HM,000	1,220 €	1,220 €	1,464 €
Raspberry	U3		Raspberry pi zero w	Kubii	1	PIZEROW		8,352 €	8,352 €	10,440 €
Alimentation	U4			Mouser	1	926-LM2677T-12/NOPB	LM2677T-12/NOPB	5,360 €	5,360 €	6,432 €
Alimentation	U5			Mouser	1	926-LM2677S-5.0/NOPB	LM2677S-5.0/NOPB	5,780 €	5,780 €	6,936 €
Alimentation	U6			Farnell	1	1087165	LD1117AV33	0,465 €	0,465 €	0,558 €
Dissipateurs		11°C/W	TO-220	Farnell	1	1892327	SK 104 38,1 STS	1,580 €	1,580 €	1,896 €
Dissipateurs		20°C/W	TO-220	Farnell	1	595883	LS305	1,410 €	1,410 €	1,692 €
Connecteur 220v			10A	Digikey	1	708-2406-ND	BZH01/Z0000/11	9,264 €	9,264 €	11,480 €
Capteur humidité sol				Robotshop	1	RB-Dfr-655		5,130 €	5,130 €	6,156 €
Pompe				Aliexpress	1			7,192 €	7,192 €	8,990 €
Ventilateur aération			San Ace 40	Farnell	4	2679916	9GAX0412P3K003	16,620 €	66,080 €	79,296 €
Capteur temperature			DTH22	Robotshop	1	RB-Spa-521		8,730 €	8,730 €	10,476 €
Humidificateur				Aliexpress	1			3,168 €	3,168 €	3,960 €
Chauffage				Aliexpress	1			5,888 €	5,888 €	7,360 €
Ventilateur chauffage				Mouser	1	108-AFB0612MC	AFB0612MC	11,760 €	11,760 €	14,112 €
Leds				Farnell	1	2099235	KPT-2012CGCK	0,975 €	0,975 €	1,170 €
Alimentation				Aliexpress	1			10,424 €	10,424 €	13,030 €
TOTAL									197,87 €	239,56 €

Tableau 26 - Nomenclature

La nomenclature ci-dessus représente uniquement l'aspect électronique de la serre, elle ne prend absolument pas en compte la fabrication de la serre en elle-même. A savoir également que le PCB à un cout, ainsi que d'éventuels fils, un léger surcout de quelques euros peut donc être appliqué à ce niveau-là. De plus, dans mon cas, des composants ont été choisi car je les possédais déjà, réduisant ainsi mes couts. En utilisant la récupération, j'économise donc 86€.

Prototypage

Ci-dessous sont présenté les images utiles à la fabrication de la carte par procédé chimique. Nous trouvons donc le plan de perçage, les couches top et bottom et enfin les overlays. Toutes ces images sont au format 1:1. Afin de calculer la taille des pistes, j'ai utilisé le blog de Nononux qui, grâce au courant la traversant et à la température, permet de calculer la largeur des pistes. Cet outil est disponible à [cette adresse](#).

Plan de perçage

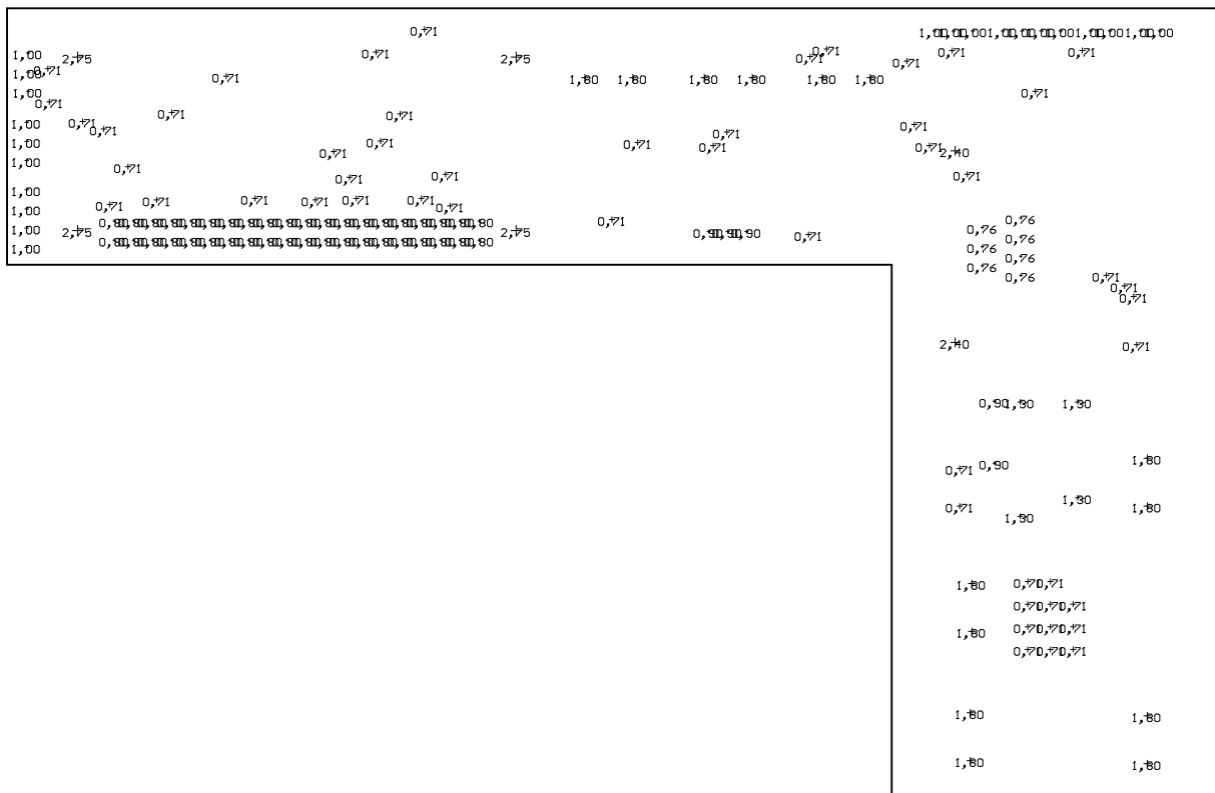


Figure 25 - Plan de perçage 1:1

Typons

Top Layer

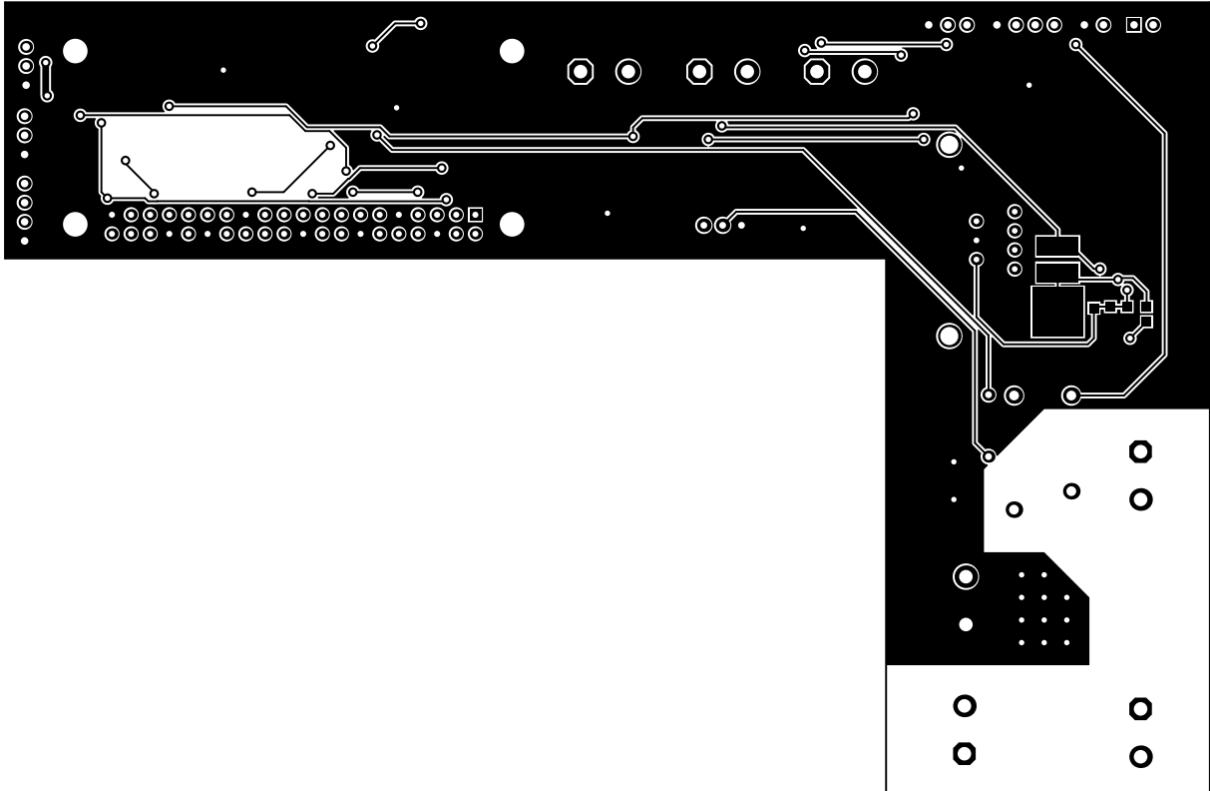


Figure 26 - Top Layer 1:1

Top Overlay

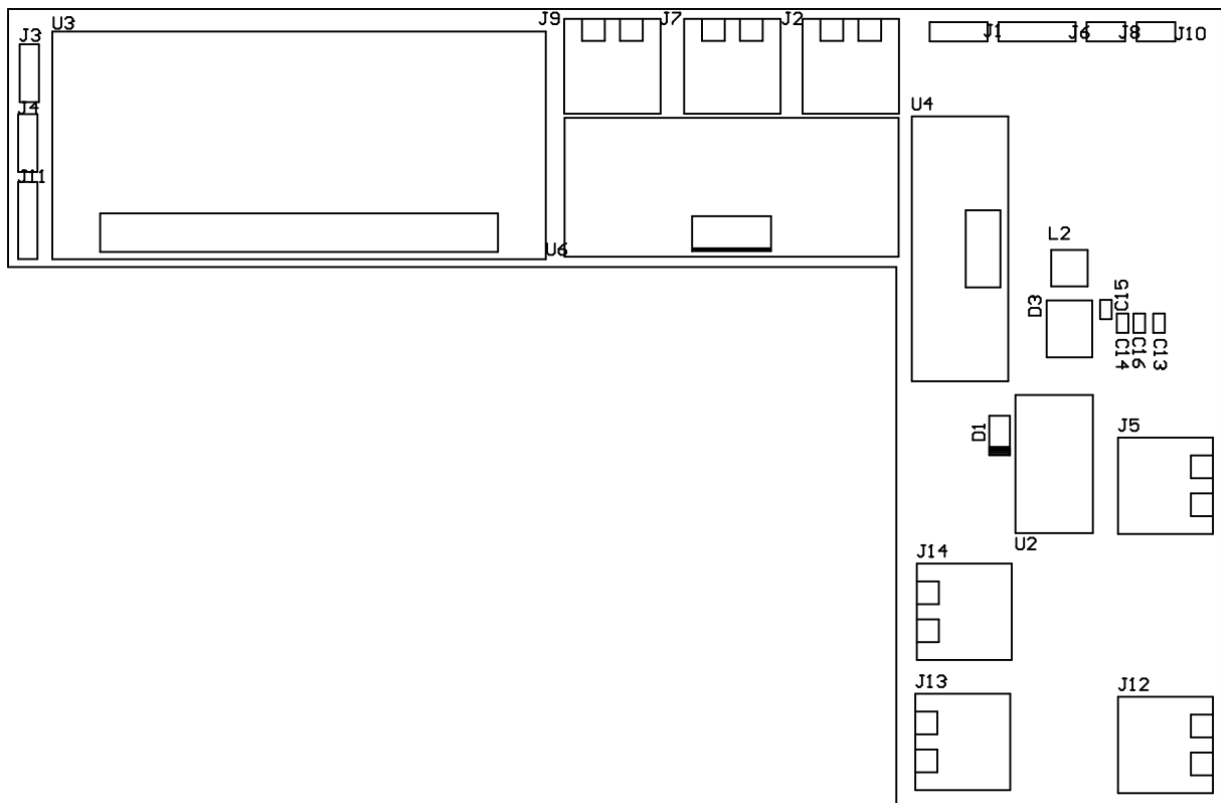


Figure 27 - Top Overlay 1:1

Bottom Layer

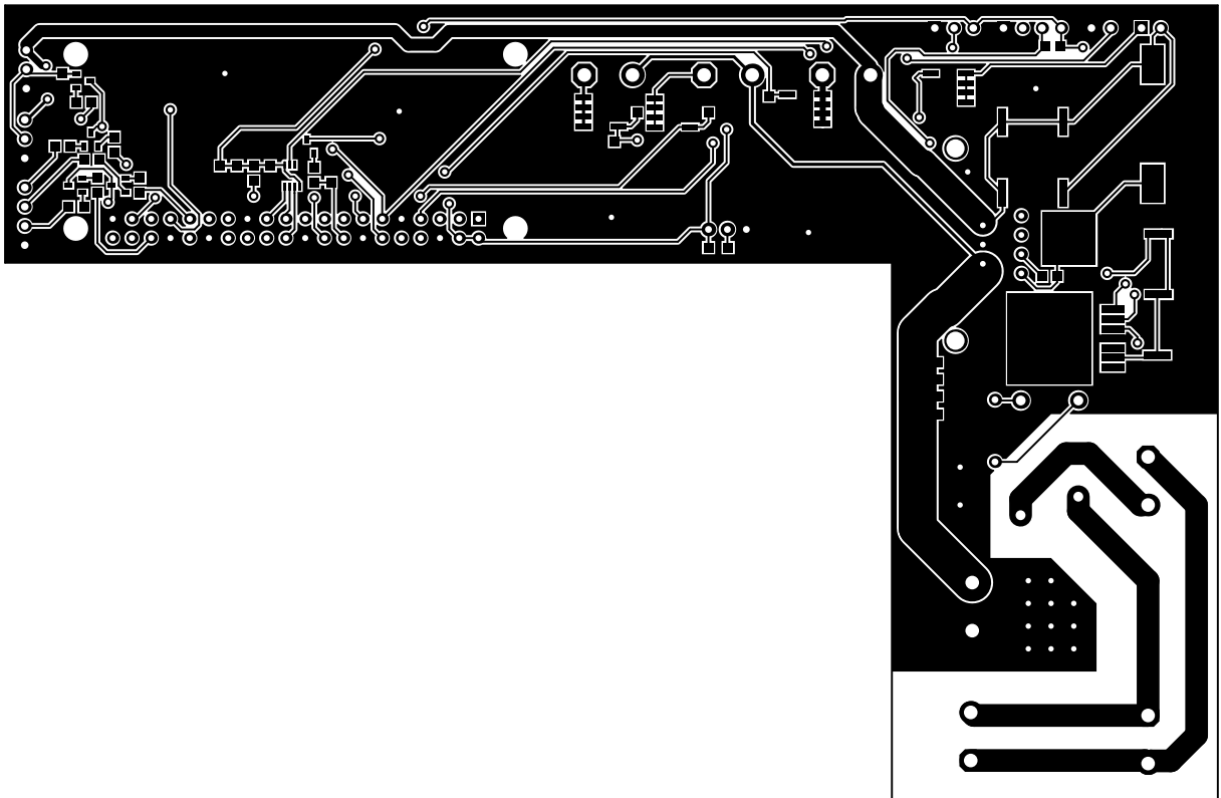


Figure 28 - Bottom Layer 1:1

Bottom Overlay

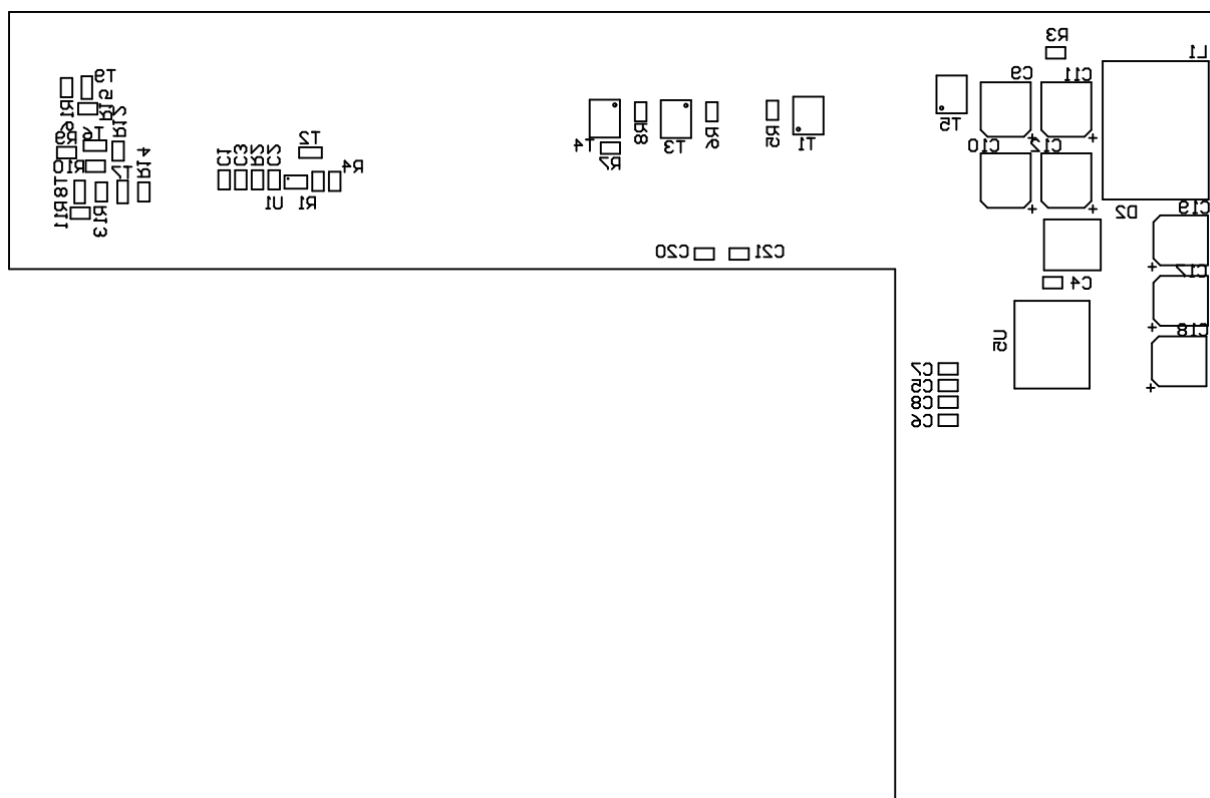


Figure 29 - Bottom Overlay 1:1

Programme

Concernant la partie programmation, je n'ai malheureusement aucun élément pour tester ou même commencer à déboguer. C'est pourquoi je propose dans ce rapport des organigrammes censé représenter le fonctionnement global du code. Evidemment, ces diagrammes sont à tester, et beaucoup de corrections pourront se faire à partir de là, comme par exemple l'asservissement en température ou le fait de faire fonctionner la ventilation en même temps que le chauffage.

Main

La fonction Main est des plus basique. C'est dans cette dernière que seront appelé les différentes tâches à effectuer. Chaque tâche sera détaillée dans les parties suivantes. On peut voir que la serre commencera par créer son propre réseau Wifi, ceci afin de pouvoir communiquer avec l'utilisateur suivi, pour éviter tout bug, d'une mise à jour des variables selon les réglages par défaut. Commence ensuite la phase de gestion de la serre. La fonction température actionnera le nécessaire afin d'y réguler la température au sein de la serre, de même pour la fonction Humidification, Ventilation et Arrosage. La lampe quant à elle s'allumera et s'éteindra à heure fixe dépendant des réglages utilisateurs. La fonction Database est un peu particulière puisqu'elle sera chargée d'une part de prélever les réglages utilisateurs afin de modifier les variables en conséquence, et d'autre part de mettre à jour une base de données afin de fournir à l'utilisateur une vue d'ensemble des conditions climatique au sein de la serre, le tout disponible via une interface web. Enfin, la fonction Led allumera ou éteindra les leds en cas d'erreur.

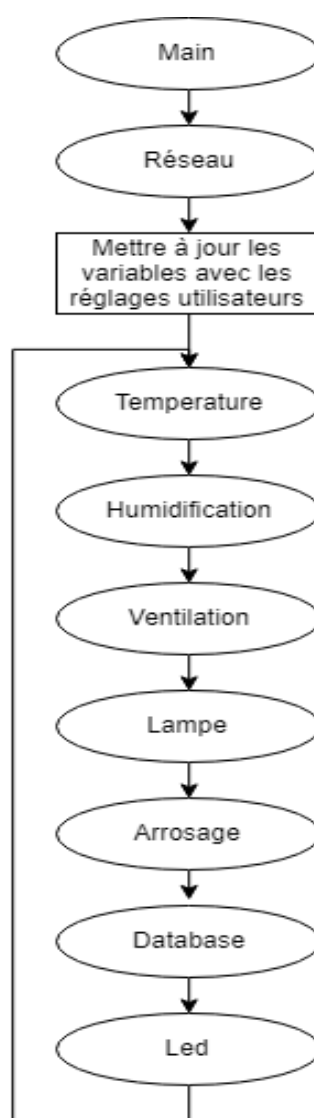


Figure 30 – Organigramme Main

Réseau

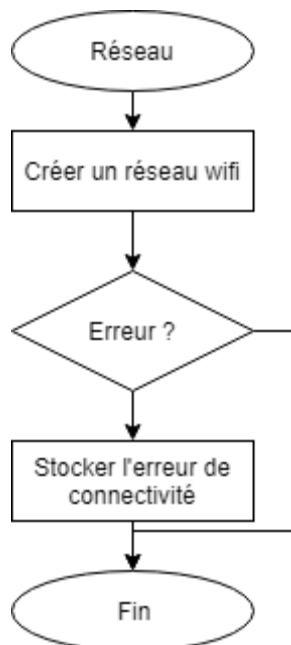


Figure 31 - Organigramme réseau

Comme dit précédemment, la serre générera son propre hotspot wifi. Si toutefois une erreur intervient, cette dernière sera stockée, et la fonction led se chargera d'allumer la led en conséquence.

Température

La fonction température fait partie des plus complexes à mettre en œuvre. Avant toute chose, il est nécessaire de stocker la valeur de température au sein de la serre, celle-ci étant utilisée plus tard par la fonction Database. L'étape suivante est une vérification, l'utilisateur a-t-il demandé à se servir de la fonction température ? Si tel est le cas, la fonction devra vérifier si la ventilation générale est activée, à savoir, est-ce que l'utilisateur a demandé à laisser la ventilation active. Afin d'éviter une perte d'énergie inutile, le chauffage ne s'allumera donc pas si la ventilation est activée. Après toutes ces vérifications, la fonction peut enfin décider si elle souhaite activer le chauffage ou au contraire la ventilation pour rafraîchir l'air ambiant.

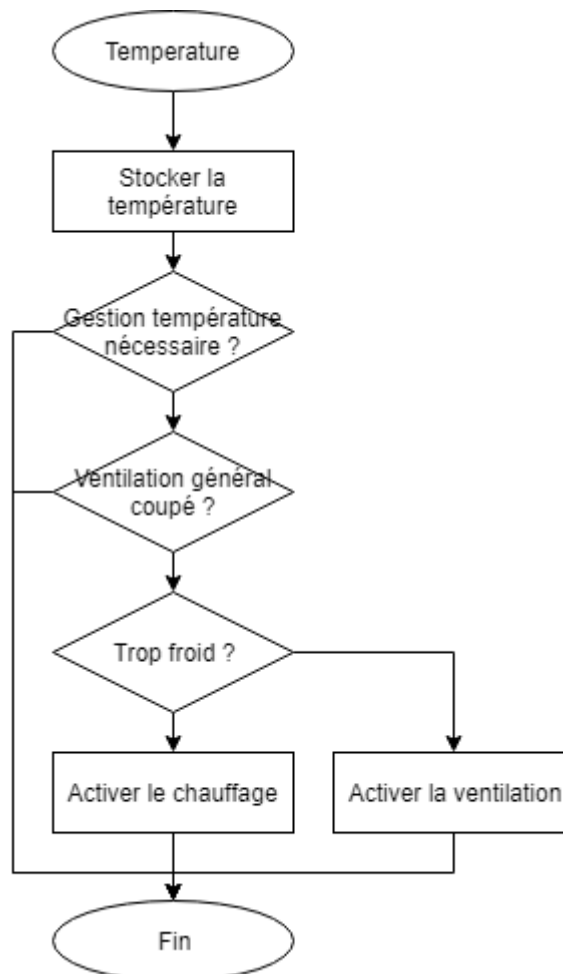


Figure 32 – Organigramme température

Humidification

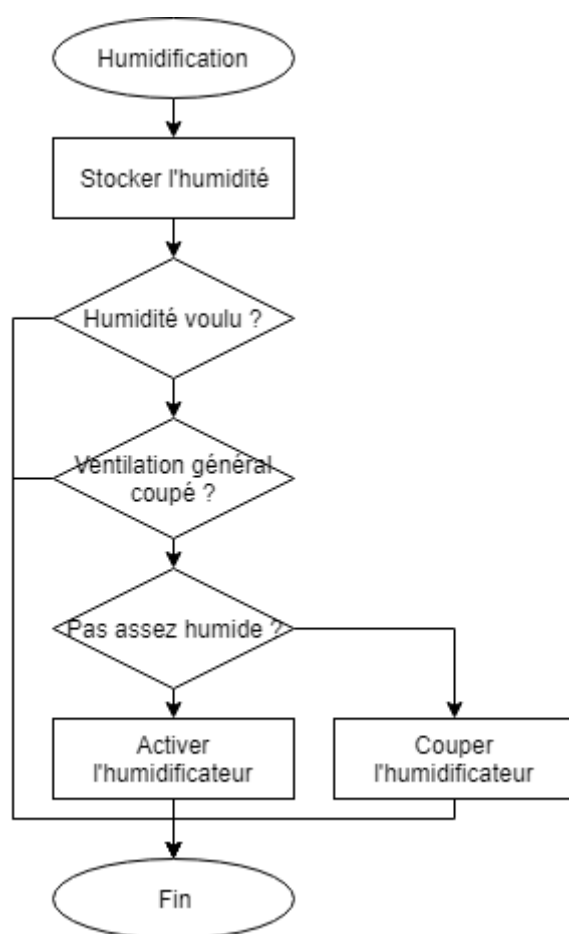


Figure 33 – Organigramme humidification

Le système d'humidification est à peu près semblable au système de gestion de la température. Dans un premier celle-ci stock l'humidité, puis elle se demande si une valeur d'humidité a été rentré par l'utilisateur, avant de vérifier à son tour la ventilation. En effet, humidier l'air ambiant de la pièce nous intéresse peu ici. La fonction se demande alors enfin si l'air de la serre est assez humide.

Il est important de noter que l'activation de la ventilation aurait été possible afin de faire baisser le niveau d'humidité de la serre. Cependant, la ou une légère augmentation de température dans votre salon est tolérable, un pic d'humidité en sortie des ventilateurs peut grandement détériorer l'état du mur se situant derrière ou des appareils environnants. J'ai donc choisi de l'laisser l'humidité ambiante baisser d'elle-même à la place.

Ventilation

Le système de ventilation est relativement simple, 3 tests sont nécessaires. D'une part si un réglage a été voulu par l'utilisateur, d'autre part si le chauffage est allumé et enfin si l'humidificateur est allumé. Les deux dernières situations sont résumées dans les parties Humidification et Chauffage. Enfin, si tous les tests sont passés, on peut activer la ventilation.

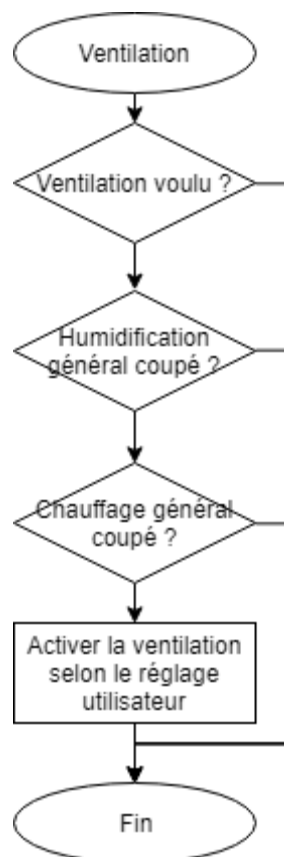


Figure 34 – Organigramme ventilation

Lampe

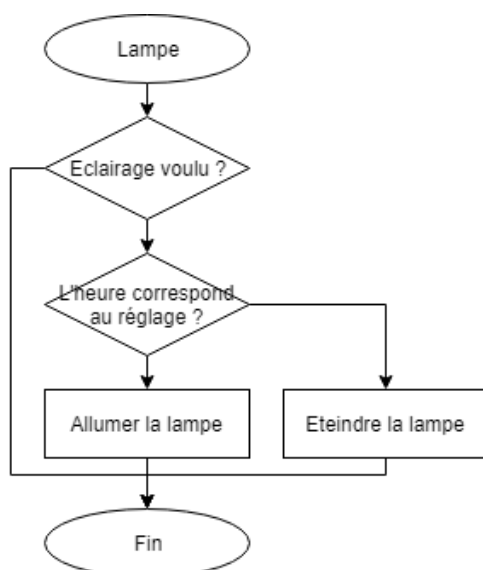


Figure 35 – Organigramme lampe

Concernant la partie éclairage, celle-ci est nécessite moins de précaution avant l'usage. On commence donc par vérifier le réglage utilisateur, puis on regarde si l'heure correspond à celles entré par l'utilisateur. Si tel est le cas, le programme allume la lampe.

Arrosage

La fonction d'arrosage commence, comme toutes les autres, par stocker le taux d'humidité présent dans le sol. Puis se demande après si un arrosage est nécessaire via le capteur d'humidité présent dans la terre. A savoir qu'un taux d'humidité sera par défaut défini dans les réglages utilisateur, à l'inverse de la température et de l'humidité. Celui-ci pourra être de 0% afin de ne pas déclencher la pompe. L'étape suivante consiste à vérifier si le niveau de l'eau n'est pas critique grâce au capteur reed. Si le niveau de l'eau est trop bas, la fonction se contentera de stocker l'erreur pour la fonction Led.

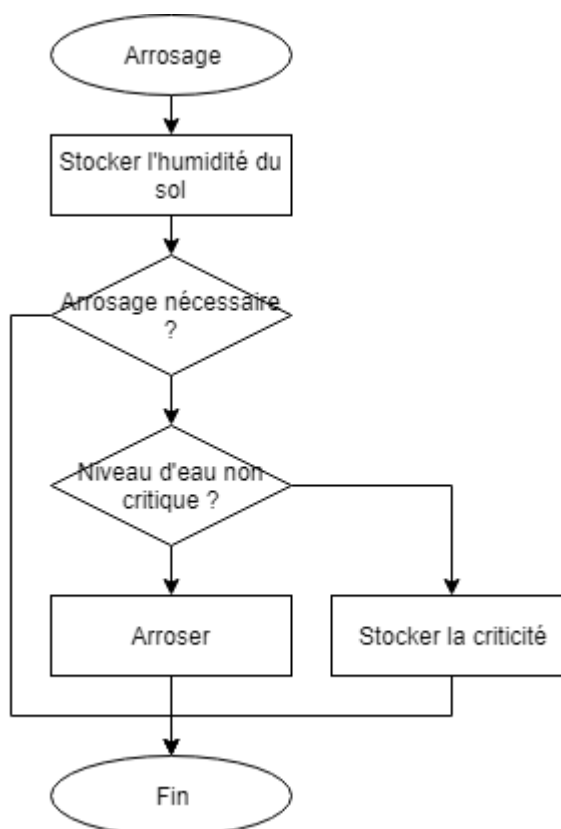


Figure 36 – Organigramme arrosage

Database

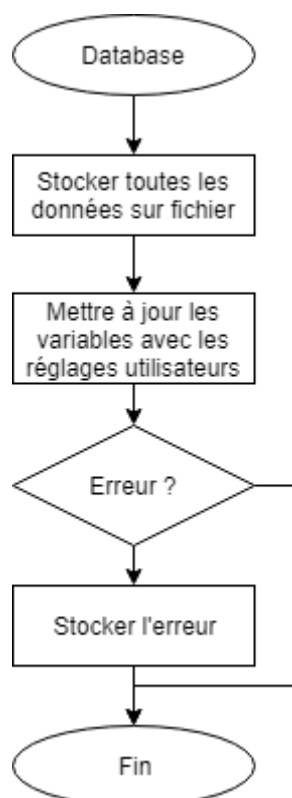


Figure 37 – Organigramme database

La fonction Database commencera par stocker toutes les variables comme la température, le niveau d'humidité, l'heure, etc dans une base de données afin de le rendre disponible pour l'utilisateur. La seconde étape est de mettre à jour les variables de commandes, par exemple une variable commandant la vitesse des ventilateurs, la température demandé, etc, afin qu'elles soient prises en compte dès la prochaine boucle du main. Enfin, en cas d'erreur, celle-ci sera stocké pour la fonctions suivante.

Led

Enfin la fonction Led se contentera de regarder chaque variable d'erreur afin d'allumer la led correspondante. C'est une étape importante car il s'agit du mode de communication le plus rapide que la serre possède. En effet, l'utilisateur sera plus enclin à jeter un simple coup d'œil sur un petit panneau de led plutôt que d'ouvrir l'interface web. C'est donc une étape importante à ne pas négliger. De plus, le type d'erreur sera évident selon la led allumée, et le message d'erreur pourra être lu dans son intégralité via l'application.

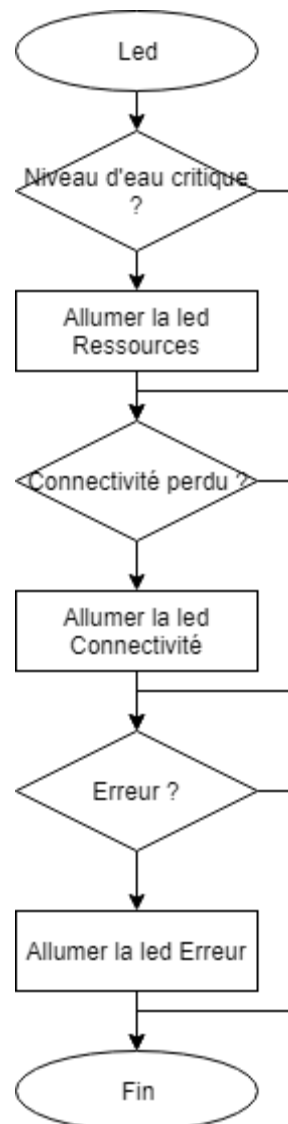


Figure 38 – Organigramme led

Interface Web

J'ai choisi, afin de régler la serre d'utiliser une interface web. Le peu de temps disponible m'a permis d'apprendre à maîtriser les bases des langages HTML/CSS ainsi que de Django qui est un Framework python permettant de créer des pages dynamiques. En utilisant Bootstrap, une bibliothèque de modèle CSS, j'ai pu constituer une vue globale de ce à quoi devrait ressembler l'interface utilisateur. En voici un aperçu.



Figure 39 - Interface web

Cette interface, pour le moment très simple, regroupe l'essentiel. A savoir un petit texte de présentation du projet (non rédigé pour le moment), une vue rapide indiquant l'état de la serre, ainsi qu'une barre de navigation permettant de basculer entre une vue montrant des graphiques d'évolutions (appelé Dashboard), une page de réglage permettant à l'utilisateur de rentrer tous ses paramètres, et la page d'accueil.

Ce modèle pour l'instant très simple a besoin d'être largement étoffé puisqu'une gestion d'une base de données est nécessaire afin de créer des graphiques montrant l'évolution au fil du temps. L'idéal étant que ce site soit adaptatif, compatible avec les formats d'écrans des téléphones. Mais ce dernier point n'est pas une priorité, l'important dans l'immédiat est de concevoir une interface fonctionnelle sur PC.

Modèle 3D

La serre en elle-même se décomposera en 4 parties : la cuve qui accueillera principalement l'eau, son couvercle qui empêchera les feuilles de tomber dans l'eau, en plus de jouer un rôle esthétique, la tête qui accueillera la carte mère ainsi que plusieurs systèmes, et enfin son couvercle qui sera principalement esthétique également. Je ne détaillerai pas les côtes ici car les modèles 3D des différents éléments sera donné en annexe.

Cuve

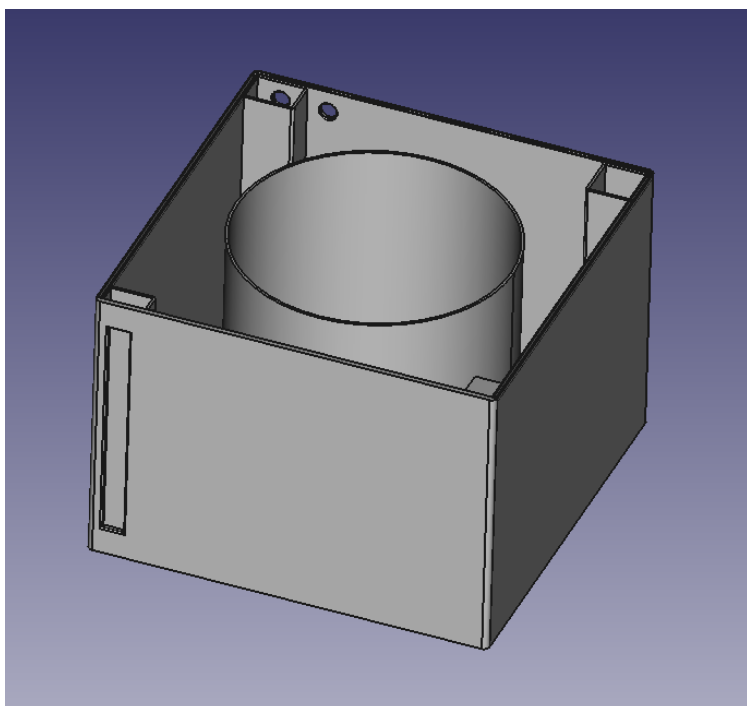


Figure 40 - cuve vue ombrée

Comme dit précédemment, la cuve accueillera principalement l'eau. On peut voir également un pot intégré au sein de la réserve d'eau, étant destiné à accueillir la terre ainsi que la plante. Mais aussi plusieurs modules destinés à chaque actionneur que le vais détailler point par point plus bas.

Dans le coin au fond à gauche, j'ai placé une partie totalement isolée de l'eau, afin d'y faire passer un fil, pour, par la suite faire remonter ce fil vers la tête. Un trou y est donc placé en bas pour y encastrer une prise, le trou gauche en haut est destiné à faire sortir le fil gainé vers la tête, et celui de droite à faire descendre les fils de la tête vers les actionneurs.

La colonne dans le fond à droite est une colonne de fumée créée par l'humidificateur. Pour ce faire j'ai placé une encoche en haut est en bas, communiquant avec l'eau de la cuve afin que cette colonne soit toujours au même niveau que la cuve. La fumée ainsi créée montera le long de la colonne pour enfin arriver à la plante.

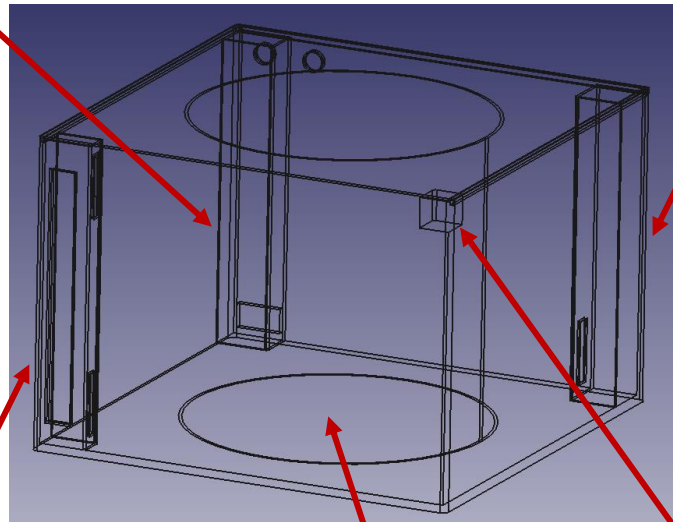


Figure 41 - cuve vue filaire

En face à gauche on peut voir une longue encoche destinée à lire directement le niveau de l'eau. Elle est ici découpée dans la cuve pour pouvoir y placer une plaque de plexiglass. Pour rendre le niveau plus lisible et pour y placer un capteur, j'ai dessiné une colonne, de la même façon que pour l'humidificateur. Ainsi on pourra placer un flotteur, sur lequel sera fixé un aimant et sur lequel sera dessiné un trait rouge. Des encoches sont également présentes sur le côté, communiquant avec la serre, afin de faire faire un appel d'air, et que cette jauge soit toujours au même niveau que la cuve.

Le pot, totalement isolé de la cuve, accueillera la plante et la terre.

La partie en face, à droite est juste composé d'un petit cube afin de maintenir le couvercle en place.

Couvercle cuve

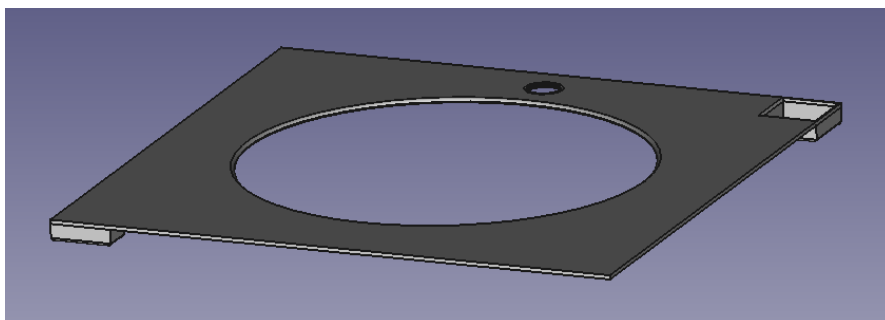


Figure 42 - couvercle cuve vue ombrée

Le couvercle se place par-dessus la cuve, il est relativement simple et contient peu de partie, toutefois, elles sont détaillées ci-dessous.

Une petite partie en plastique s'encastrent dans les parties des actionneurs détaillés dans la partie cuve, qui aidera le couvercle à être maintenu en place. Mais également un bouchon empêchant l'eau de sortir ou de rentrer.

Trou permettant au tuyau de la pompe de passer afin de permettre l'arrosage de la terre, mais aussi au fils du capteur d'humidité du sol.

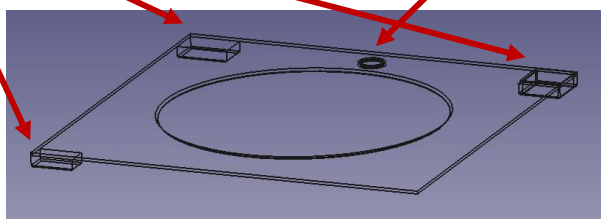


Figure 43 - couvercle cuve vue filaire

Trou donnant accès au pot de la cuve, laissant la plante pousser.

Tête

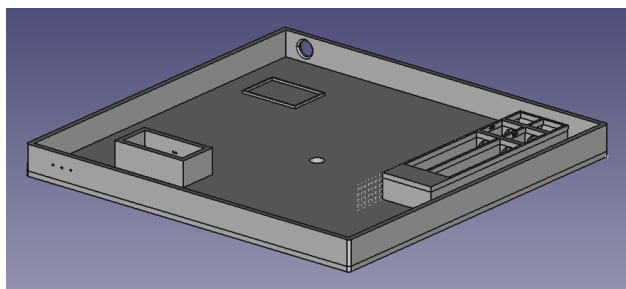


Figure 44 - tête vue ombrée

La tête contiendra la carte mère, l'aération, le chauffage ainsi que divers systèmes détaillés ci-dessous, c'est en quelque sorte le centre des opérations.

Compartiment destiné à immobiliser le transformateur 220v vers 24v.

Trou permettant de faire passer les fils d'alimentation venant d'en bas, mais également de faire descendre certains fils de commandes destinés aux actionneurs.

Trou destiné à une douille E27

Fines encoches destinées aux leds de notifications.

Système de chauffage, Le ventilateur placé dans l'encoche brasse l'air dans la direction de l'élément chauffant situé au centre. L'air ainsi réchauffé part se répartir au sein de la serre.

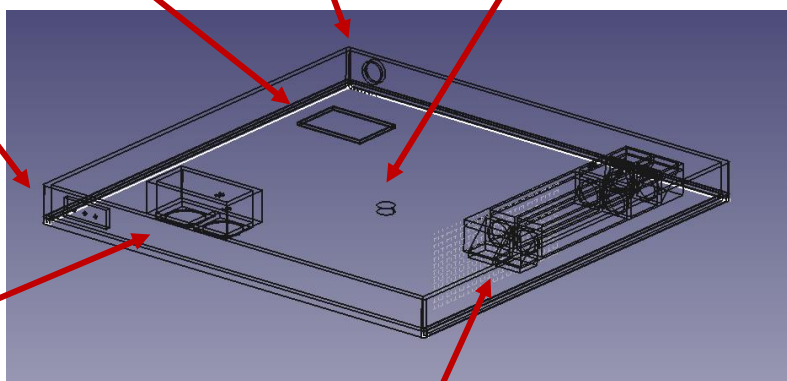
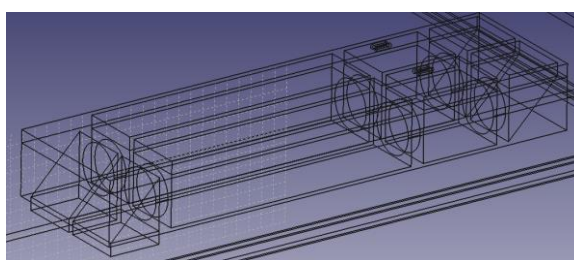


Figure 45 - tête vue filaire

Système de ventilation bidirectionnel, un conduit apportant de l'air de l'extérieur, l'autre fonctionnant dans l'autre sens. Une partie est destinée à accueillir les ventilateurs, et une seconde est destinée à accueillir du charbon actif afin de filtrer les odeurs en cas de culture de plantes odorantes.



Couvercle tête

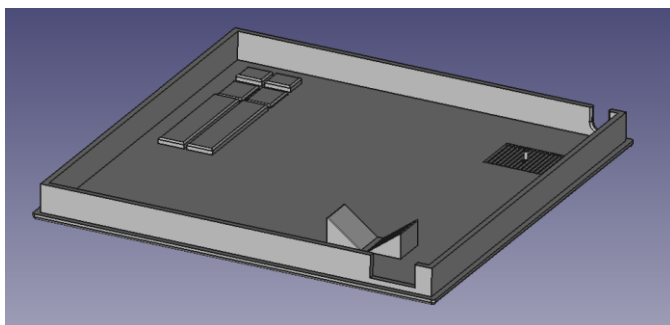


Figure 46 - couvercle tête vue ombrée

Le couvercle de la tête a pour principale but d'être esthétique, mais pas seulement. En effet, celui-ci complète les fonctions de la tête afin de rendre les circuits de ventilations fermés.

Cette partie ferme le circuit de ventilation afin de guider l'air entrant et sortant vers l'intérieur ou l'extérieur de la serre.

La grille permettra au transformateur 220v de dissiper sa chaleur, celui-ci se refroidissant par convection naturelle. Le picot quant à lui permettra de maintenir le couvercle.

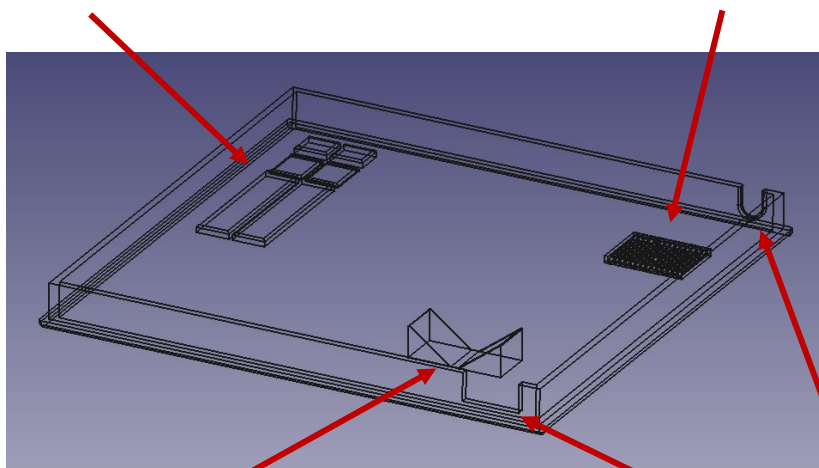


Figure 47 - couvercle tête vue filaire

Ces deux cales ferment le circuit de chauffage afin de guider l'air venant de la serre vers l'élément chauffant, puis le guider à nouveau vers la serre.

Les différents trous dans la paroi permettent de faire passer les fils lorsque le couvercle est en place.

Assemblage

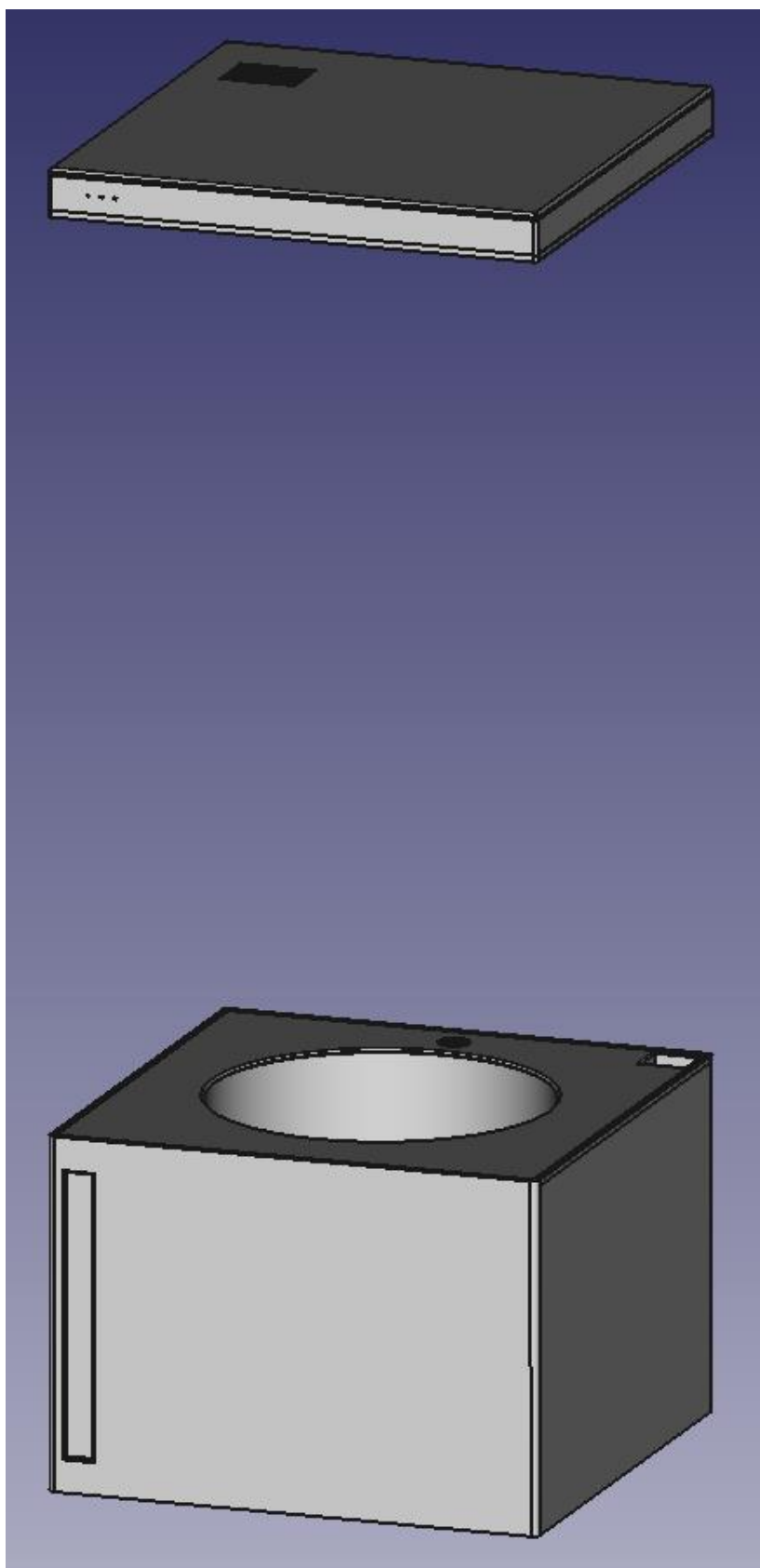


Figure 48 - Assemblage serre

Voici un modèle 3D de la serre entièrement modélisé et assemblé. Du moins un prototype car beaucoup de choses restent à tester comme par exemple le système de chauffage et d'humidification. Sont-ils efficaces ? Ce sont des questions auquel il vaut mieux répondre avant de reprendre entièrement le design de ce produit afin d'éviter les heures de travail inutiles à développer un produit inefficace. Cependant, avec ce rapport qui, rappelons-le, est une simple analyse théorique, il s'agit des solutions adoptées.

La paroi en plexiglass n'a pas été modélisé, et pour cause, elle est à la fois transparente, et est complètement libre en dimensions. Ainsi, l'utilisateur pourra choisir en fonction de la plante à cultiver ou de sa hauteur sous plafond, les dimensions de sa serre. Bien évidemment, il existe des limites sans quoi le système de chauffage pourra être mis à rude épreuve, mais cela reste encore une fois à tester.

Conclusion

Pour conclure, le prototypage de cette serre m'a beaucoup apporté, notamment en termes d'organisation. En effet, je souhaitais réaliser le maximum possible avant la date limite du 15 Octobre, et bien que je n'aie pas pu faire le programme, j'ai pu concevoir un prototype de carte ainsi qu'un prototype 3D.



Figure 49 -Serre 7Sensor

La logique du programme dans les grandes lignes est ici, mais nécessite cependant plus de temps est surtout un minimum de budget. Ecrire un programme sans pouvoir le tester est possible mais m'obligera par la suite à le reprendre dans la globalité pour résoudre tous les bugs. C'est pourquoi je préfère tester mon programme morceau par morceau, après les avoir écrits.

Dans tous les cas, ce rapport fera office de prototype pour un projet que je compte faire évoluer jusqu'à l'élaboration d'un produit fini, utilisable par le grand public. Je tiens également à préciser que ce genre de serre existe déjà. On en retrouve plus particulièrement en Amérique du nord. Le modèle se rapprochant le plus de la mienne est sans hésiter la serre 7Sensor encore en développement aux Etats-Unis. Bien que l'on puisse constater de nombreuses similitudes entre nos deux projets, je tiens à préciser que je n'ai en aucun cas copié leur design ou leur concept.

De par le fait que des entreprises tel que 7Sensor développent de tel produit me conforte dans l'idée que c'est une chose possible et réalisable. Encore une fois, cette étude n'est que théorique et nécessite de nombreux tests avant de pouvoir être considéré comme pleinement fonctionnel.

Annexes

Les annexes seront publiées sur GitHub et pourront donc être mis à jour constamment en fonction des avancés du projet. Voici donc le lien du repository, ainsi qu'une version QR code pour les formats papier. Vous y trouverez donc la version la plus à jour de ce présent rapport, du prototype de code destiné à la serre, ainsi que les fichiers de routages de la carte et les modèles 3D. Si vous possédez ce rapport en format numérique, vous pouvez à tout moment cliquer sur le QR code pour être rediriger.

