

Tootem



PULPE
La vitamine du partenariat
étudiant - entreprise

TOOTEM AUTOGROW



TOOTEM

Marc CASES

Patrick FRANCO



TOOTEM AUTOGROW



Marc CASES



Patrick FRANCO

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement mon maître de stage Marc Cases d'avoir retenu ma candidature, de m'avoir accompagné tout au long du stage et d'avoir supervisé mon travail en faisant preuve de patience et de sympathie à mon égard. Je remercie également Isabelle Tanon ainsi que Sophia Min, les deux employées de l'entreprise qui m'ont accompagné dans le déroulement du projet et qui ont pu apporter un regard extérieur sur différents aspects.

Je me dois aussi de remercier Patrick FRANCO, mon tuteur de stage et l'ensemble du département informatique ainsi que, bien évidemment la communauté d'agglomération de La Rochelle et tous les membres de l'organisation PULPE qui m'ont permis de réaliser ce stage au sein de Tootem et qui en ont fait une expérience professionnelle des plus agréables et enrichissantes.

SOMMAIRE

1 – Présentation de l’environnement de travail	p 5
1) Présentation de l’entreprise	p 5
2) Environnement Informatique	p 7
2 – Présentation du projet	p 8
1) Enjeux	p 8
2) Elaboration du projet (utilisateur, objectifs, avancement)	p10
3 – Déroulement du stage	p12
1) Mise en place du site E-commerce + Communauté	p12
2) Découverte de l’environnement Arduino et capteurs	p14
3) Choix stratégiques du système Tootem AutoGrow	p16
4) Programme de pilotage du module Grow + tests	p18
5) Envoi des données et configuration réseaux	p20
6) Interface web de visualisation/surveillance	p22
3 – Analyses et résultats du stage	p24
1) Progression et apprentissage	p24
2) Gestion du projet	P25
3) Vie en entreprise et relations humaines	p25
4 – Conclusion	p26
5 – Résumé Français/Anglais et mots-clés	p27
6 – Annexes	p28

Introduction

La société Tootem, dont la mission principale est d'apporter des solutions de production alimentaire saine, locale, riche en nutriments et sans pesticides, a décidé deux mois après sa création de se lancer dans un projet innovant permettant un pilotage autonome de ses systèmes. Celui-ci aura pour but de rendre les consommations ainsi que les conditions de culture les plus optimales possible. C'est ainsi que le concept de l'application Tootem AutoGrow est né.

Le principe ne s'arrête pas là, l'ensemble des données recueillies par les différents systèmes seront stockées sur une base de données afin de pouvoir les analyser et traiter par la suite. Ce projet n'étant qu'au démarrage de sa réflexion, les missions n'ont cessé d'évoluer au fur et à mesure du temps.

Mon stage a donc débuté le 17 avril 2017 et s'achèvera fin juillet, pour une durée totale de 15 semaines. Je travaille dans le bureau de Marc se situant au 34, rue du château à Nieul-Sur-Mer. Mon objectif est de pouvoir concevoir et finaliser une première version du système facilement utilisable pour Marc et le reste de l'entreprise.

Ce rapport sera présenté de la manière suivante : une première partie sera consacrée à la présentation de l'entreprise et de son environnement en général, une seconde partie sur une description approfondie du projet et de ses enjeux, dans une troisième partie je détaillerai le déroulement du stage et du travail que j'ai effectué et pour finir je ferai une analyse sur le déroulement et les résultats obtenus de mon stage à ce jour.

I - Présentation de l'environnement de travail

1) Présentation de l'entreprise



Le groupe TOOTEM créé en 2017 par Marc CASES, dont le siège est situé à Nieul-Sur-Mer s'est spécialisé depuis sa création dans l'accompagnement des villes de demain, vers la résilience alimentaire en proposant des solutions novatrices pour nourrir sainement la planète et créer des emplois locaux. Le groupe intervient dans plusieurs secteurs, permettant la relocalisation des productions alimentaires près des consommateurs pour des raisons de :

- **Qualités nutritionnelles d'espèces locales**
- **Confiance des consommateurs par la proximité**
- **10 ans pour déconnecter la nourriture de l'énergie pétrolière (transport)**
- **Protéger et économiser l'eau**

Cette vocation de l'entreprise pour le respect de l'environnement est principalement due à la passion de son fondateur pour le domaine de l'autosuffisance alimentaire, habitant lui-même dans une maison entièrement autonome alimentairement et énergétiquement. L'ambition de Tootem est donc de développer une activité économique performante qui est cependant cohérente avec les valeurs modernes du développement durable.

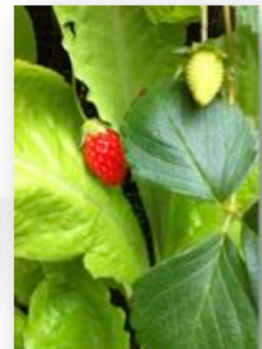
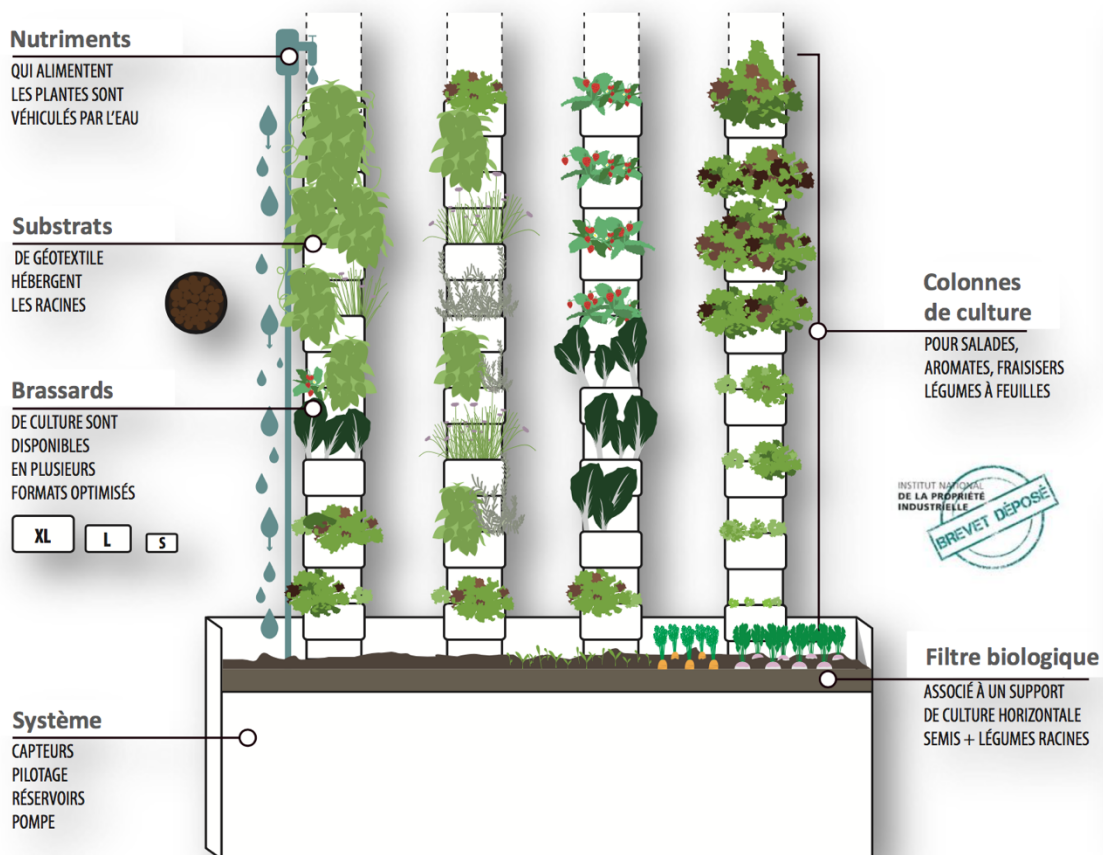
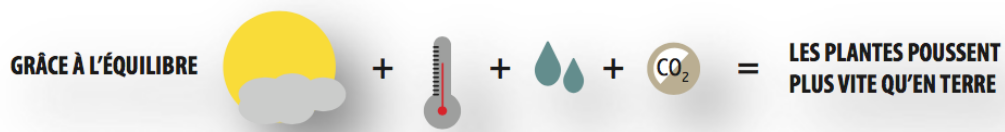
Le fonctionnement de cette solution est basé sur le même principe que la culture hydroponique (hors-sol), ce qui permet d'avoir un total contrôle de la culture de chacune des plantes. En effet, l'irrigation d'un courant de solution dans un substrat neutre, apporte des sels minéraux et des nutriments essentiels à la plante.

Le marché de l'alimentaire pouvant alors intervenir à la fois à petite et grande échelle, il a donc fallu trouver une solution capable de s'adapter sur n'importe quel support. L'ambition écologique promue par la société est alors conçue pour répondre aussi bien à des besoins de faibles et de très grandes productions alimentaires (Fermes Urbaine).

Tootem a donc développé un écosystème vertical de culture urbain innovant, au service de la santé des hommes et de l'environnement. Compact et simple d'utilisation, il est performant et évolutif. Il est accompagné de formations, de semences biologiques, de fertilisants sélectionnés, d'un support technique et d'une communauté.

Il permet de produire en abondance fruits, légumes, aromates, fleurs comestibles dans un environnement protégé.

L'approche *low tech* et *low carbon* renforce la contribution au bien-être de la planète en proposant une alimentation de proximité, saine et goûteuse, accessible à tous.



2) Environnement informatique

Pour effectuer mon stage, j'ai choisi d'utiliser mon ordinateur portable personnel, bien qu'un ordinateur de l'entreprise était à ma disposition, pour des raisons de performances techniques ; de plus, cela me permettait de compléter mon travail durant mon temps libre. L'application est hébergée en interne.

Le fonctionnement de Tootem AutoGrow nécessitant une large quantité de données et de fichiers pour fonctionner, les tests n'ont pas été effectués directement sur le serveur. Etant donné que l'application n'avait pas encore d'utilisateurs réels, je me suis recréé un environnement local pour me permettre de travailler sans risques.

Les logiciels utilisés lors de mon stage :

- Arduino et SublimeText3 pour la programmation.
- Terminal MacOS pour la passerelle SSH avec le VPS.
- FileZilla pour les transferts de fichiers avec le serveur VPS.
- Mamp pour l'environnement local.
- PhpMyAdmin pour la manipulation de base de données.
- GIMP, Paint et Photoshop pour le traitement d'image.

II – Présentation du projet

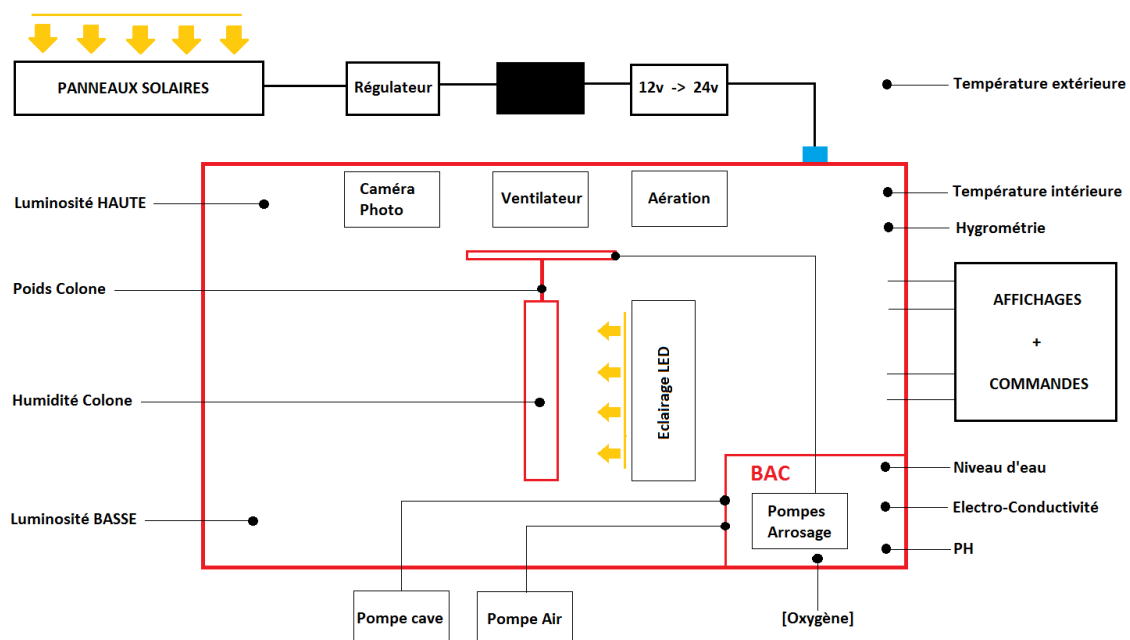
1) Les Enjeux

Le projet informatique détient alors 3 grands enjeux qui peuvent facilement se distinguer de manière suivante :

- **Rendre visible et accessible l'activité de l'entreprise avec la création du nouveau site Vitrine/E-commerce/Blog/Communauté :**

L'innovation apportée en terme de culture urbaine permet un accès simplifié aussi bien à des particuliers qu'à des professionnels possédant peu d'espaces disponibles de production. Cette révolution réalisant environ 100kg/m2 de nourriture par an, des petits produits prêts à la vente ont déjà été réalisés tels que le « Tootem – Duo Garden » possédant 2 colonnes de cultures et facilement installable sur un balcon d'appartement. Afin de rendre accessible la technologie, il est alors évident de référencer les différents produits sur une boutique en ligne incluse dans le nouveau site tootem.eu. De plus, un espace communautaire permettra aux utilisateurs de partager entre eux sur leurs expériences de culture.

- **Concevoir et réaliser un système informatique de pilotage autonome des produits Tootem (nommé Tootem AutoGrow) :**



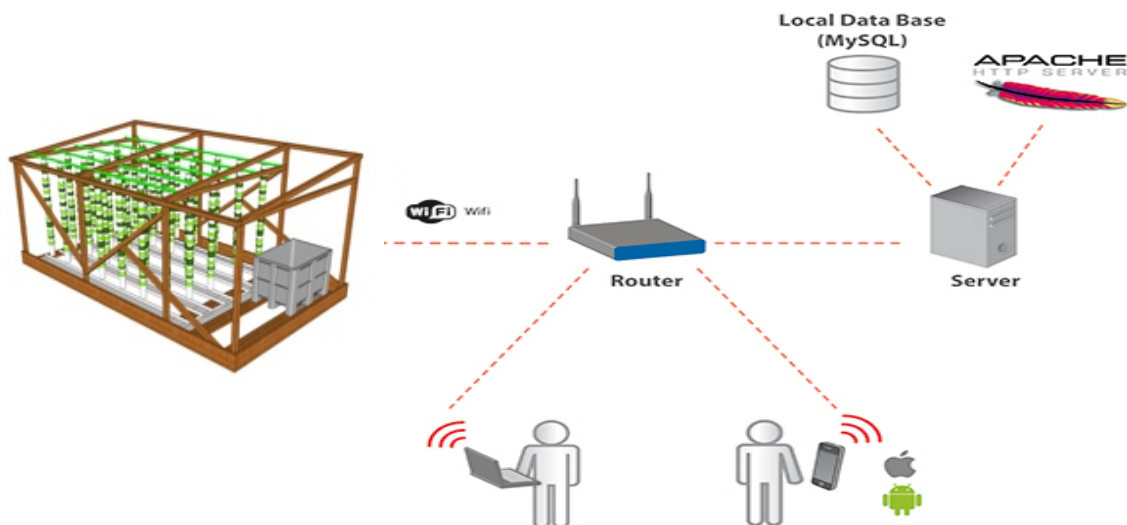
L'image ci-dessus représente le fonctionnement général du système de pilotage et été réalisée dès le premier jour de mon arrivée dans l'entreprise. Elle permet de comprendre et déterminer l'ensemble des paramètres de culture à contrôler afin de rendre la production à la fois autonome localement et la plus optimale possible. En effet, à l'aide d'un microcontrôleur déjà déterminé par Marc, Arduino, le système devra être capable d'analyser l'environnement de culture dans lequel il se situe (capteurs de météorologie, de calcul du taux d'engrais, etc) et devra actionner de multiples éléments tels que la pompe d'arrosage, l'éclairage, la ventilation ...

Cette première version de réflexion, conçue avec Marc, a par la suite très vite évolué suite aux différentes contraintes informatiques relevée au cours du développement. Une partie du rapport nommée « Choix stratégiques du système » permettra de mieux comprendre les différents choix.

➤ **Connecter l'ensemble des systèmes au réseau afin de stocker, visionner et analyser les différents paramètres de culture :**

Une fois la partie de pilotage autonome en local stable, l'enjeu de connecter les produits Tootem à internet va permettre de mieux comprendre les comportements de culture en fonction des localisations et autres paramètres définissables. Chaque information sera stockée sur une base de données, et facilement visionnable par les utilisateurs à partir d'une interface de management web. Ces envois pourront aussi déclencher des alarmes à l'utilisateur.

Le schéma ci-dessous explique techniquement la structure des échanges informatiques que le système comportera :



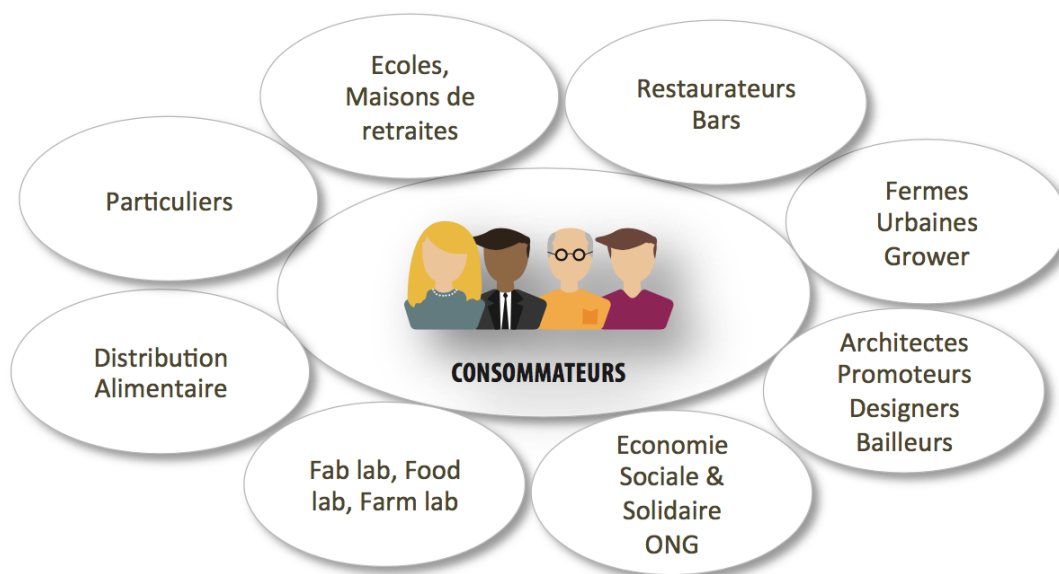
Chacun de ces trois enjeux seront plus amplement détaillées dans la suite de ce rapport.

2) Elaboration du projet

a) Les différents utilisateurs

Autoconsommation, rentabilisation du foncier, optimisation de ferme urbaine, réinsertion professionnelle, intégration dans les logements, les éco-quartiers, les communautés, les projets neufs, les projets de transition énergétique et les zones désertiques...

Réintroduction de la nature et de la culture en ville et création d'emplois autour d'une alimentation saine et locale. Tootem permet de répondre aux besoins de nombreux consommateurs ([voir image ci-dessous](#)).



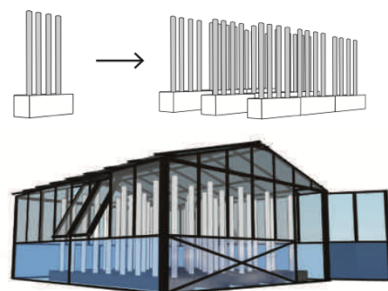
Les utilisateurs du projet Tootem AutoGrow sont alors identiques, chaque produit Tootem étant potentiellement connecté, il est alors indispensable de donner un accès au système informatique à tous, quels que soient les usages.



Jardin vertical



Transition énergétique



Fermes urbaines

b) Objectifs de mon stage

Dès mon arrivée au sein de Tootem, l'objectif de mon stage m'est présenté en 3 grandes parties distinctes, en accord avec les enjeux du projet :

➤ **Remplacement du site existant tootem.eu avec des fonctionnalités de Vitrine/E-commerce/Blog/Communauté :**

- Recherche de solutions Web et analyse de concurrence.
- Définition du visuel, contenus et positionnements des éléments.
- Mise en place d'une communauté de type Discourse.

➤ **Finaliser une première version hardware et software de gestion des produits en s'appuyant sur le développement open source Arduino :**

- Gestion des différentes températures, air intérieur et extérieur, eau.
- Pilotage des pompes, de la ventilation, de l'ouverture de volets et des éclairages de croissance.

➤ **Connexion des produits au réseau :**

- Enregistrement des données recueillies pour analyse.
- Interface Smart Phone et PC pour affichage des paramètres de culture.
- Gestion des alarmes.

Pour des raisons de priorité, les missions se dérouleront dans le même ordre que celui indiqué ci-dessus.

c) L'avancement du projet lors de mon arrivée

En ce qui concerne la visibilité de l'entreprise sur internet, un site vitrine temporaire a déjà été créé par Marc. Celui-ci étant réalisé grâce à l'éditeur en ligne WIX, il ne répond pas aux besoins attendus par la société. En effet, Marc m'a demandé en urgence de le remplacer par un nouveau, capable d'être à la fois un site vitrine, e-commerce, blog, communauté et CRM.

Pour la partie système du projet Tootem AutoGrow, une première version du programme Arduino a déjà été réalisée par Marc avant mon arrivée. Celle-ci permet uniquement de gérer les pompes d'arrosage en fonction d'un capteur de luminosité et est tout de même loin d'être achevée et exploitable.

III – Déroulement du stage

Semaines 1,2,3 et 4

1) Mise en place du site e-commerce + Communauté

Dans un premier temps, avec l'arrivée des premiers produits Tootem et afin de répondre à un besoin urgent de rendre l'entreprise visible sur internet, j'ai commencé le stage par le remplacement total du site web. Celui-ci aura la particularité d'être à la fois une vitrine, un e-commerce, un blog mais aussi un espace communautaire.

a) Choix de la solution web/CRM

Après avoir discuté avec Marc et afin d'optimiser au maximum la durée du stage, nous avons opté pour une solution de CMS déjà existante sur le marché. En effet, Marc et moi-même étions conscients que la création d'un site web reprenant toutes les caractéristiques qui sont les siennes (e-commerce, blog, etc) aurait pris énormément de temps. Après de nombreuses recherches et de comparaison des CMS existants, nous avons alors décidé de faire confiance à la solution prête à l'emploi SELLSY.



Ce service créé en 2013 a fait sa différence par sa très proche localisation (Les Minimes, La Rochelle) et son sérieux (3000 entreprises clientes). Une fois les besoins exprimés lors d'un rendez-vous téléphonique avec un responsable commercial, nous avons pu démarrer la personnalisation du site tootem.eu et mettre les premiers produits en ligne.

b) Aspect visuel et contenu du site e-commerce

En ce qui concerne la partie visuelle, après avoir analysé les différents sites concurrentiels en matière de culture hors-sol, nous avons pu classer et choisir le style pouvant potentiellement plaire au maximum d'utilisateurs, tout en restant en accord avec le goût de l'entreprise. J'ai alors commencé par prendre en main l'outil d'édition Sellsy et le paramétrer de manière à ce qu'il s'approche au mieux aux besoins attendus par Marc.

Nous avons par la suite défini la nouvelle charte graphique et réalisé plusieurs réunions afin de dessiner ensemble, l'aspect général de chacune des pages.



Pour le contenu des pages du site, Marc m'a laissé lui proposer mes idées et nous avons finalement pu choisir les éléments indispensables à faire paraître. Au final, un total de 45 pages sont présentes ([voir annexe 8](#)) et nous avons pu rediriger l'adresse web tootem.eu anciennement WIX sur l'adresse IP du nouveau site SELLSY.

c) Installation de la communauté Discourse

Discourse est un logiciel libre pour forum de discussions qui intègre un système de liste de diffusion. Il convient donc parfaitement à la création d'un espace communautaire dédié aux utilisateurs Tootem. Depuis leurs comptes respectifs, chacun aura la possibilité de créer des sujets, discuter et échanger leurs expériences de culture.

Afin de mettre en œuvre cet outil, nous avons dû commander un serveur VPS chez l'hébergeur OVH. Avec un espace de stockage de 2go et fonctionnant avec le système d'exploitation Linux Ubuntu, l'accès à distance nécessita alors un transfert SSH. J'ai pu suivre les étapes d'installation sur le site officiel de Discourse et parvenir à le faire fonctionner sur le Serveur. J'ai ensuite pu créer un sous nom de domaine community.tootem.eu et diriger l'IP du serveur sur ce dernier. Enfin, un onglet « Communauté » sur le site tootem.eu permet de relier les deux espaces Tootem.

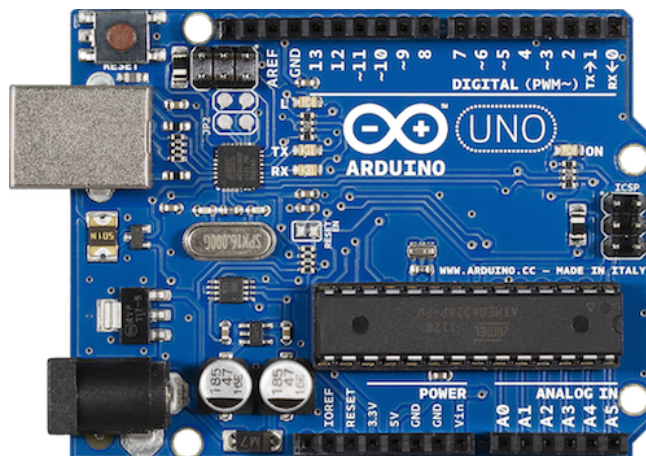
2) Découverte de l'environnement Arduino et capteurs

Une fois le nouveau site de Tootem déployé sur internet avec tous ses produits catégorisés, j'ai pu commencer à prendre en main les différents aspects de la programmation sur le microcontrôleur Arduino. Ayant déjà travaillé sur ce dernier lors de mon baccalauréat, son apprentissage m'a alors été plus facile et rapide.

a) Compréhension du fonctionnement d'Arduino

Arduino est une carte électronique capable de gérer des signaux électriques en 5 et 3,3V. La force de cette carte à microcontrôleur est, au-delà de son prix, la facilité avec laquelle on peut réaliser de petits projets viables, et surtout la communauté libre qui s'est développée autour d'elle.

Comme tous les autres microcontrôleurs, elle est proposée sous différents modèles se différenciant les uns des autres, notamment par leurs puissances de calcul ainsi que par leur nombre d'entrées/sorties. Pour commencer mes premiers tests, j'ai utilisé une « Arduino Uno », celle-ci étant la plus courante du marché avec un nombre raisonnable de 13 entrées/sorties.

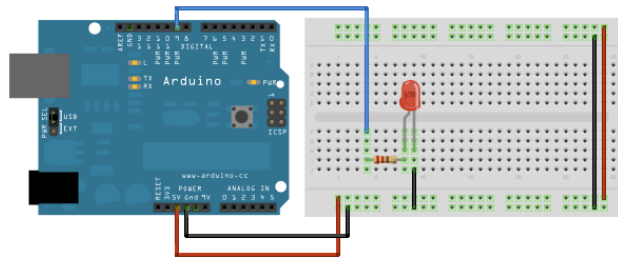


En ce qui concerne la programmation, Arduino est basé sur les langages C et C++. Les programmes peuvent être divisés en trois parties principales : la structure, les valeurs (variables et constantes) et les fonctions. La marque possède son propre logiciel d'édition, mais afin d'améliorer mon expérience de programmation, j'ai installé un plugin sur l'éditeur «Sublim Text 3 », bien plus performant.

b) Soudures et autres apprentissages hardware

Lors de mes 3 années d'études en informatique, j'ai eu l'occasion de manipuler quelques microcontrôleurs de différents types. Cependant il est nécessaire de connaître les bases de l'électronique afin de minimiser les risques de court-circuit ou autres erreurs pouvant être nuisibles au fonctionnement de la carte. Pour cela j'ai pu compter sur l'aide de Marc qui m'a permis d'apprendre les notions indispensables de certains composants. En effet, celui-ci ayant fait ses études et le début de sa carrière dans l'électronique, nous avons pu partager nos connaissances tout au long du stage afin de pallier aux différents problèmes rencontrés.

Pour mes premiers tests, j'ai alors commencé par souder mes composants, chose dont je n'avais pas vraiment l'habitude de faire. Grâce au « Datasheet » de chacun (fiche regroupant toutes les caractéristiques électroniques) il est possible de connaître la tension d'entrée, l'ordre des broches, l'ajout éventuel de résistances.. Heureusement, de nombreux schémas de montages simplifiés sont présent sur internet, ce qui m'a permis de gagner beaucoup de temps. *Exemple de schéma de câblage pour une LED :*



La soudure ainsi que les réflexions de montage des composants ont été présents tout au long du stage et avant toute programmation.

c) Programmation open source des capteurs

Les capteurs sont les composants principaux du projet Tootem AutoGrow. Il en existe énormément, de différents types (photorésistance, capteur de température/humidité, récepteur infrarouge, ...) et les plus communs ont l'avantage d'être directement compatible avec la carte Arduino. Afin de les programmer, leurs lectures peuvent-être réalisée sur des entrées numériques (0 ou 1) ou analogiques (valeur entre 0 et 256) grâce aux instructions « `digitalRead(pinDigital)` » et « `analogRead(pinAnalogique)` ».

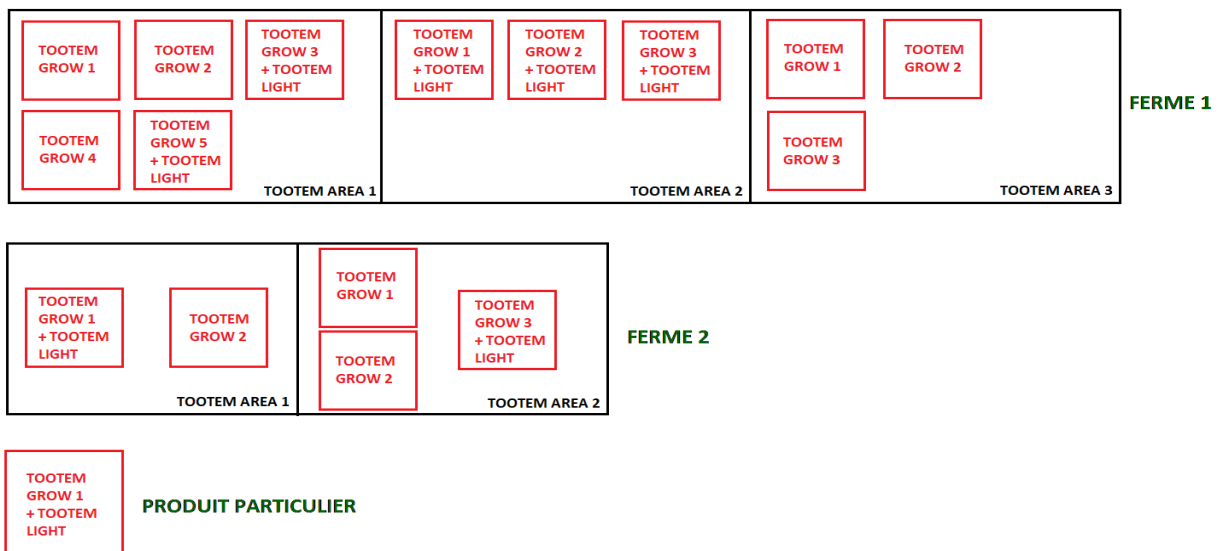
Arduino possédant une approche open-source, j'ai pu récupérer certains programmes déjà réalisés par des membres de la communauté sur le site officiel d'Arduino.

3) Choix stratégiques du système Tootem AutoGrow

Une fois les programmes basiques d'Arduino testés pour les différents capteurs, je me suis confronté à de nouvelles difficultés : les choix stratégiques à mettre en place. En effet, les options choisies initialement par Marc étaient limitées par le matériel informatique ainsi que son fonctionnement, il a donc fallu analyser à nouveau le système et en déduire les meilleurs choix possibles.

a) Nouvelle architecture et décomposition du système

Le choix initial était d'avoir un microcontrôleur Arduino spécifique à chaque système (une ferme, ou un produit unique). Cependant, cela impliquait la réécriture de programmes pour chaque système, ainsi que la configuration de chaque carte Arduino. J'ai donc effectué une nouvelle analyse, en ayant pour objectif d'automatiser le processus pour n'importe quel système, peu importe sa configuration (taille, conditions météorologiques externes, etc). La nouvelle architecture devait être viable dans le futur, afin de ne pas avoir à refaire tout le travail effectué à chaque nouveau projet Tootem.

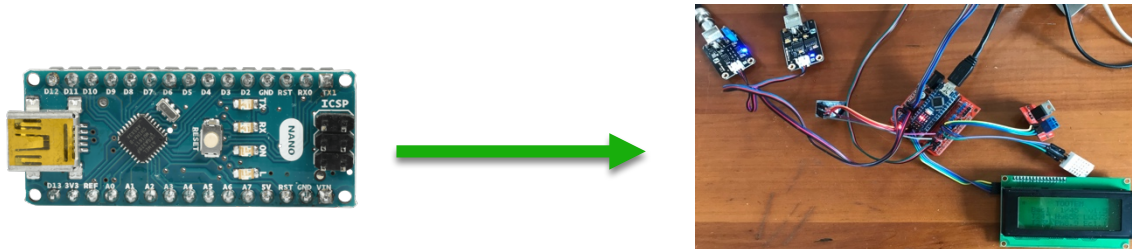


Après la nouvelle analyse, le projet Tootem AutoGrow est divisé en trois modules : Grow, Area, Light. Chaque module possèdera toujours la même carte Arduino, ainsi que le même programme, assurant le bon fonctionnement de chacun, peu importe la taille et le type de produit. Le module Grow correspond au contrôle de croissance locale des colonnes de culture (gestion des pompes d'arrosage, etc), Area gère l'ambiance des zones contenant un/plusieurs Grow (fermes), Light peut s'ajouter à Grow pour gérer l'éclairage.

b) Choix du modèle Arduino et des broches pour le module Grow

Pour le stage, je me suis focalisé sur le module Grow, puisqu'il s'agit du noyau du système général, garantissant la culture des différentes plantes.

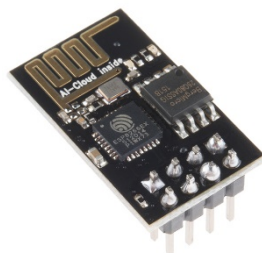
Chaque modèle de carte Arduino pouvant avoir des caractéristiques différentes, il a donc fallu trouver le juste milieu entre le nombre d'entrées/sorties pour les capteurs et autres composants, et le prix. Après élimination, nous avons réduit nos choix à trois cartes Arduino : Arduino Uno, Arduino Minipro, Arduino Nano. Après une dernière analyse, et après avoir fait un choix définitif de composants, nous avons finalement la version Nano, qui permettait de répondre au mieux à nos besoins.



Elle possède 8 entrées/sorties analogiques, et 11 entrées/sorties numériques. On a par la suite pu choisir l'emplacement de chaque composant sur chacune des entrées/sorties, en fonction de leurs contraintes physiques pour un éventuel packaging de la carte. Un document récapitulatif de la carte/capteurs choisis et leurs broches est disponible dans les annexes ([voir annexe 10](#)).

c) Solution d'enregistrement des données

Afin d'anticiper une future connexion, nous avons dû choisir à l'avance le composant permettant des échanges Wi-Fi de toutes les données récupérées par les cartes Arduino de chaque module (Grow, Light, Area). Nous avons donc réservé deux broches pour placer le composant en question, l'ESP-8266-01, dont la programmation sera détaillée plus tard.



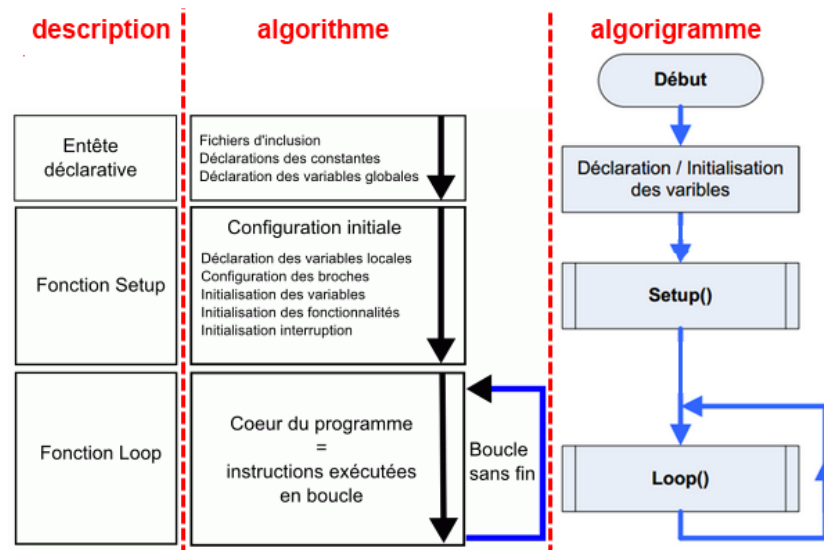
Nous avons défini le cycle d'envoi de données à 10min, afin de récupérer les informations pertinentes, et de ne pas saturer la base de données avec des informations variant peu.

4) Programme de pilotage du module Grow + Tests

Une fois les différentes analyses effectuées et validées, ainsi que la structuration physique des éléments effectuée, je me suis mis au développement du programme principal, en me focalisant sur celui du module Grow. C'est ce programme qui, à l'aide des informations envoyées par les capteurs, dictera les actions à effectuer afin de modifier les différents paramètres de culture.

a) Fonctionnement général

N'importe quel programme Arduino fonctionne de la même manière suivante :



Le fait d'avoir testé chaque capteur un à un précédemment m'a beaucoup aidé pour cette partie, puisque j'ai pu réunir chacune des fonctions propres à chacun des capteurs, afin de remplir en grande partie le programme. Cela m'a permis d'optimiser mon travail, en ne perdant que très peu de temps.

J'ai ensuite structuré l'intégralité de la fonction Loop() du programme sous forme de machine à états ([voir annexe 3](#)), capable de :

- 1 - Détecter et stocker les mesures
- 2 – Traiter les mesures
- 3 - Décider du nouvel état ou Alarme
- 4 – Effectuer les actions en conséquence
- 5 - Afficher les différentes informations sur l'écran LCD

b) Méthode pour ne jamais bloquer le programme

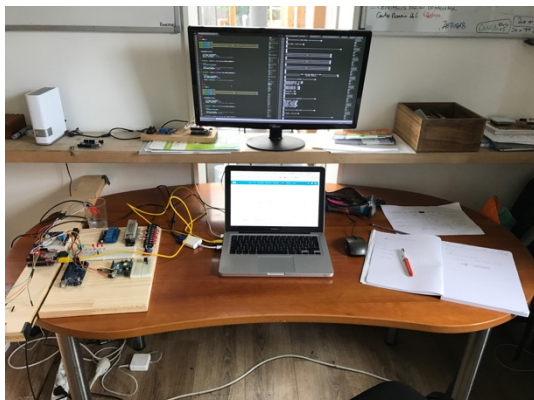
Une des plus grosses difficultés est de jamais bloquer le programme bouclant (fonction de `Loop()`) quel que soit les actions à effectuer. En effet, les changements climatiques pouvant être récurrents, il est alors indispensable de réaliser régulièrement de nouvelles mesures des différents capteurs. Il ne faut alors pas que le programme soit stoppé par une autre tâche. Ceci implique de ne pas utiliser de conditions `WHILE`, ou autre structure de contrôle fonctionnant avec un système de boucle.

J'ai d'abord essayé de résoudre ce problème grâce à une méthode vue en cours de microcontrôleur : en créant des Timers d'interruption. Malheureusement, cette méthode est trop « gourmande » pour le microcontrôleur, provoquant des conflits de mémoire. Après de nombreuses heures de recherche, j'ai finalement posté un message sur le site communautaire Arduino pour obtenir de l'aide à ce sujet. Une solution a alors été trouvée, celle de l'utilisation du timer interne de la carte et de sa fonction `millis()`. Celle-ci permet, grâce à la vérification de la différence entre la valeur de l'horloge interne et un temps de déclenchement fixé, d'exécuter une action désirée. *Ici le déclenchement des capteurs :*

```
if(millis()-chrono_Releve > 30000 )
{
    releveCapteurs();
    chrono_Releve=millis();
}
```

c) Tests dans la serre personnelle de Marc

A chaque ajout ou modification de fonctionnalités dans le programme ([voir annexes 1-2](#)), j'ai eu la chance de pouvoir instantanément réaliser des tests dans la propre serre de Marc, mon maître de stage. Ce situant juste derrière mon espace de travail ([voir annexe 7](#)), il m'était alors rapide de savoir s'il y avait des dysfonctionnements.



5) Envoi des données et configuration réseaux

Après plus d'une dizaine de prototypes ([voir annexe 9](#)) et de programmes testés, nous arrivions enfin à une version stable capable de piloter la culture localement. A ce stade du projet, il restait encore l'établissement de la connexion avec le composant Wi-Fi, l'ESP-8266-01. Cette partie complexe m'a consacré beaucoup de temps, nous faisant prendre du retard dans le planning prévisionnel du projet.

a) Commandes AT

Lorsqu'il est branché à une carte Arduino, ce composant peut être programmé par ses couches basses : les commandes AT. Ces commandes sont internes au Firmware qu'il possède et réagissent grâce à l'envoi de chaîne de caractères (buffer) via la liaison série de l'Arduino. En combinant de multiples tutoriels disponibles sur internet, j'ai pu plus rapidement apprendre à le programmer, même si cela a tout de même été long.

Dans le cadre du programme de pilotage, la connexion aura alors pour procédure de :

1 – Initialisation du composant

"AT+RST" : Réinitialiser les paramètres du composant

"AT+CIPMUX=1" : initialiser le composant en mode multi connexion TCP

"AT+CWMODE=3" : initialiser le composant en mode Client et Serveur

"AT+CWJAP= SSIDWifi , MotDePasse " : Connexion au routeur

↓
SETUP()

2 – Etablissement d'une connexion TCP

"AT+CIPSTART=2, TCP, IpHôte ,80" : connexion TCP ciblée avec identifiant

"AT+CIPSEND=2, tailleBuffer" : préparation de l'envoi

↓
LOOP()

3 – Envoi ou réception des données

print(Buffer) : Envoi d'une requête (Pour envoi)

find("SEND OK") : Accusé de réception (Pour envoi ou réception)

Deux connexion TCP sont établies en parallèle :

- L'une pour la réception de l'heure pour un affichage sur l'écran LCD (*toutes les minutes*).
- L'autre pour l'envoi des données des capteurs/informations (*toutes les 10 minutes*).

b) Chaînes de caractères à envoyer

Le buffer est une chaîne de caractère de type « String » dans laquelle des protocoles pour les envois ont déjà été identifiés. Pour les modules du système Tootem AutoGrow, nous avons fait le choix d'utiliser un envoi des données par méthode HTTP GET, sous la forme d'URL contenant les valeurs des données à envoyer. Pour ce faire, celle-ci devra obligatoirement commencer par le préfixe « GET / » suivi de l'URL cible à atteindre. Grâce à la concaténation de chaînes, l'élément String se construira tout seul en fonction du nombre de mesures des capteurs récupérés par la carte Arduino. *Exemple de buffer d'envoi :*

```
http://137.74.46.175/G.php?a=100001&c=2&d=25.90&e=24.00&f=52.00&g=37&h=7.97&i=2.62&j=71&k=35555
```

Afin de déterminer la taille exacte du buffer (nombre de caractère à envoyer = longueur du String), j'ai alors réalisé une fonction permettant de la calculer automatiquement peu importe l'ajout ou suppression de données à envoyer ([voir annexe 4](#)).

Les valeurs des données portent chacune une nomenclature suivant les lettres de l'alphabet pour une raison de gain de taille. Cette dernière consommant énormément de mémoire au moment de sa construction (concaténation), il a donc fallu optimiser au maximum sa longueur afin d'éviter d'éventuels débordements de mémoire de la carte Arduino.

c) Réception PHP des données et stockage

Une fois la connexion et l'envoi de la requête http GET correctement effectués côté Arduino, j'ai pu me concentrer sur la réception et le stockage des données sur le réseau. Nous avons alors commandé un second serveur VPS chez OVH qui aura cette fois-ci pour but de gérer toute la partie applicative du système Tootem AutoGrow. Grâce à un fichier PHP nommé G.php (spécifique au fichier de réception du module Grow), les données provenant de l'URL requêtée vont d'abord être recomposées puis stockées ([voir annexe 5](#)).

J'ai alors installé un serveur MySQL sur le nouveau serveur VPS et ensuite conçu et créé une base de données SQL entièrement structurée, capable d'accueillir les gros volumes de données envoyés par les cartes Arduino des modules Grow, Light, Area ([voir annexe 11](#)). De nombreux problèmes liés à de mauvaises nomenclatures lors des échanges réseaux nous ont fait perdre du temps pour les insertions en base de données.

6) Interface Web de visualisation/surveillance

A présent que le projet Tootem AutoGrow permet le stockage en base de données des mesures de la carte Arduino, il me reste une dernière mission à accomplir avant la fin de mon stage : Une interface dynamique de gestion des données.

a) Première version de Tootem.farm

Pour gagner un maximum de temps, j'ai pris l'initiative d'utiliser le Framework Bootstrap possédant une large collection d'outils utile à la création du design. Celui-ci contient des codes HTML et CSS, des formulaires, boutons, outils de navigation et autres éléments interactifs, ainsi que des extensions JavaScript en option.

J'ai alors réalisé une première version de l'interface de gestion Tootem, regroupant les langages de programmation HTML/CSS/JS et PHP pour l'accès aux données de la base. J'ai alors commencé par dessiner avec Marc, l'ergonomie des pages ainsi que le positionnement des différents éléments, afin de développer dans un premier temps le design complet du site. tootem.farm est alors composé de 4 pages ayant chacune le rôle suivant :

Accueil : pour rediriger vers les 3 autres pages du site.

Camera : pour visionner la/les caméras IP présentes dans la ferme.

Lecture Capteur : pour lire sous forme de graphes les données stockées des capteurs.

Alertes : pour visionner l'historique des alertes détectées par les modules Grow.

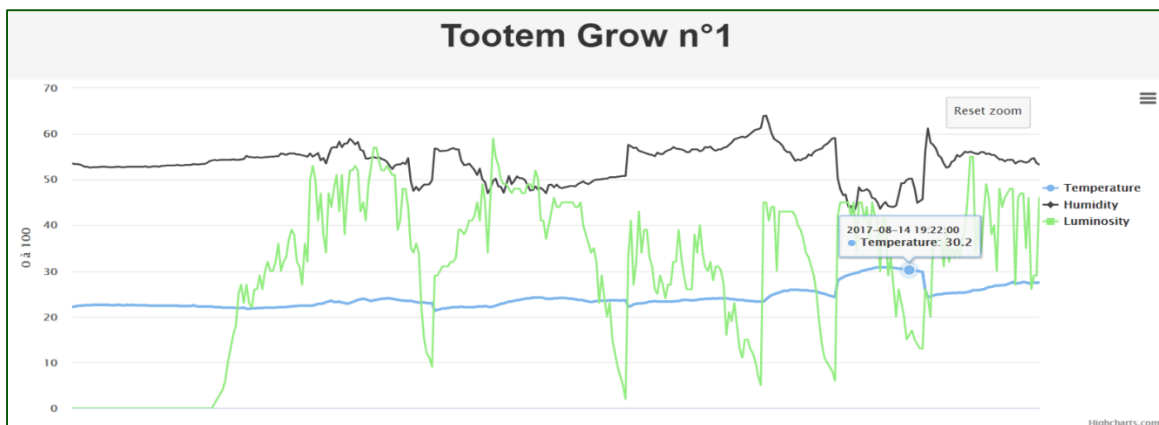


Nous avons tenu de garder une certaine cohérence avec le site e-commerce déjà déployé tootem.eu. La page d'accueil de tootem.farm disposera alors de la même image de fond.

b) Lecture des capteurs

La meilleure manière d'afficher des données ayant pour caractéristique unique, une donnée de temps (date et heure) est le rendu graphique. Grâce à mon précédent stage, j'ai eu la chance de manipuler une API JavaScript de création de graphes agréables et facilement lisibles pour un utilisateur : HIGHCHARTS. En me documentant sur internet, j'ai identifié une stratégie que j'ai par la suite pu appliquer sur le projet. J'ai créé un fichier PHP sur le serveur permettant de transformer les données de la base de données SQL vers le langage JSON. Le JSON a alors permis d'intégrer plus facilement les données pour l'API Highchart, les rendant plus structurées et identifiables.

Après de nombreuses heures d'intégration en PHP et de personnalisation du graphe en JavaScript ([voir annexe 6](#)), j'ai finalement créé un gestionnaire capable de sélectionner un module Grow de la ferme et afficher ses graphes correspondants en dessous (L'un pour l'humidité/température/luminosité, l'autre pour l'Electro-conductivité/Ph). De plus, il est possible de sélectionner une zone zoomable des données en fonction du temps avec l'interaction de la souris ([voir annexe 12](#)).



c) Surveillance et Alarme

La page « Camera » va permettre à l'utilisateur de surveiller sa production en temps réel. Pour réaliser ce service, Marc a commandé une caméra IP avec laquelle j'ai réussi à intercepter le flux vidéo diffusé sur le réseau. J'ai ensuite pu l'afficher sur le site notamment grâce à la méthode HTML iFrame. Cette dernière permet d'intégrer une zone fixée d'un site externe (ici, l'adresse IP de la camera), directement sur une page web.

Finalement, pour la dernière page « Alertes », j'ai répertorié toutes les alertes stockées dans la base et propres aux modules Grow de la ferme (Requête SQL) afin de les afficher sous forme de tableaux triés de la plus récente à la plus ancienne.

IV – Analyse et Résultats du stage

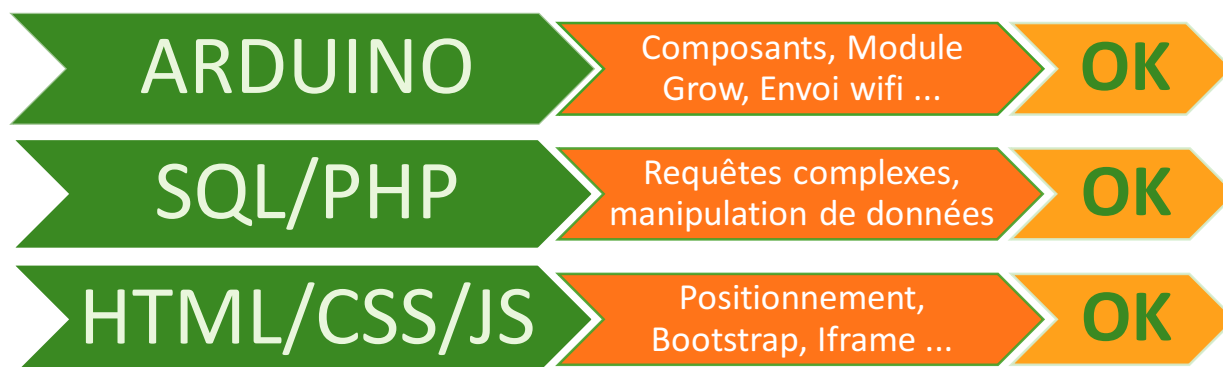
1) Progression et apprentissage

Lors de ce stage, ayant beaucoup travaillé sur des programmes PHP et sur des bases de données SQL, j'ai énormément progressé. Avant le stage il m'arrivait fréquemment de m'y reprendre pour réaliser des requêtes SQL et j'avais quelques difficultés avec la manipulation PHP de fichiers. Les buts et objectifs qui ont été clairement définis lors du déroulement du stage m'ont permis de persévérer dans les domaines que je ne maîtrisais pas totalement. Par exemple les formats de date que j'ai été obligé de manipuler et qui ne posent désormais plus le moindre problème pour moi. Les requêtes SQL sont également devenues beaucoup moins complexes.

Je suis assez satisfait de la polyvalence de mes tâches qui m'ont permis de faire progresser mon niveau général en développement web, que ce soit au niveau de l'apparence avec le Framework Bootstrap, qu'au niveau de la manipulation de données avec MySQL, de la programmation PHP, mais surtout de la programmation sur microcontrôleur Arduino. J'ai également pu apprendre à manier certains composants, le fer à souder et autres éléments propres au domaine de l'électronique. Je me sens désormais également beaucoup plus à l'aise sur les manipulations de grosses données.

Le fait que mon travail fût fortement lié à d'autres domaines hors de mon domaine d'expertise tel que le végétal et la culture hors sol, m'a dévoilé une facette importante du métier d'informaticien qui est l'analyse du contexte pour le besoin d'un projet. Je pense qu'avoir conçu et travaillé sur la réalisation d'un système informatique complet en ne partant de rien, est une expérience technique assez intéressante, voir presque unique.

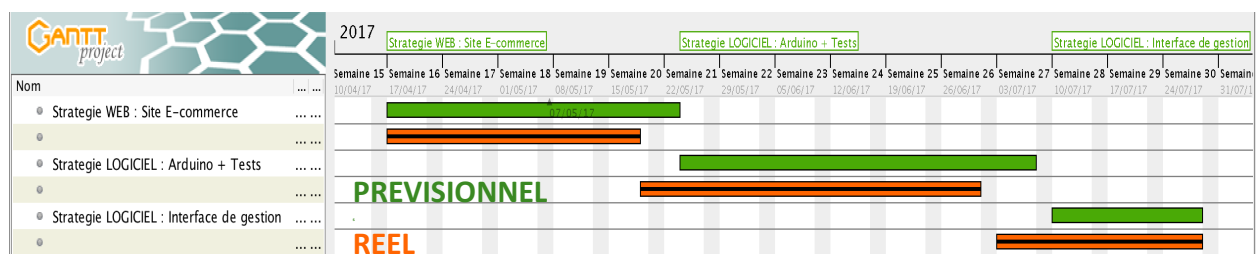
Ci-dessous un récapitulatif des trois principaux domaines de progression :



2) Gestion du projet

Les projets ont pu être déployés après mon arrivée, de nombreuses fonctionnalités qui ne marchaient pas sont désormais parfaitement opérationnelles. Mon stage a été structuré en 3 parties bien distinctes ce qui m'a permis d'avancer naturellement dans l'évolution du projet.

De plus, mon planning réel de stage a respecté les exigences prévisionnelles. L'envoi des données en Wifi via la carte Arduino ainsi que leurs réceptions et stockages côté serveur ont pris du retard et n'ont pu commencer à être solutionnés seulement 3 semaines avant la fin de mon stage, ce qui a beaucoup compliqué les choses. J'ai dû me remettre à travailler sur l'insertion des données alors que j'étais concentré sur la conception de nouvelles fonctionnalités pour le programme de gestion des cultures.



Bien que mon intervention ait grandement fait avancer les projets, il reste encore à réaliser le même travail pour les modules restants : Light et Area. Après discussion avec Marc, j'aurais la chance d'être embauché en Alternance dans le cadre de mes 2 ans de master en Informatique décisionnel à La Rochelle. Cette opportunité me permettrait notamment de m'élancer plus facilement dans le monde du travail.

3) Vie en entreprise et relations humaines

Ce stage m'a aussi permis d'avoir une deuxième expérience professionnelle en entreprise. J'ai eu l'occasion de travailler avec des personnes très intéressantes et sympathiques auprès desquelles j'ai découvert leur implication dans la réussite de leur société. Mon intégration s'est faite très rapidement, même avec des membres de l'entreprise totalement étrangers aux projets. Le personnel m'a également fréquemment sollicité pour de petits dépannages liés à leurs postes informatiques.

De plus, J'ai dû notamment organiser des réunions pour l'avancement du projet, me faisant énormément progresser dans ma manière de communiquer professionnellement.

Conclusion

Malgré les difficultés rencontrées où j'ai dû notamment concevoir et créer tout un système répondant à des besoins bien spécifiques, j'ai apprécié la présence et l'aide de Marc Cases, mon maitre de stage.

Je peux dire que ce stage m'a fait grandement évoluer aussi bien sur le plan technique que sur le plan humain. En plus d'avoir pu découvrir de nouvelles technologies et renforcé mes acquis, j'ai eu la chance de participer à un projet des plus intéressants qui a pour but honorable d'encourager des citoyens à se nourrir sainement. Après un BAC STI2D (**S**cience **T**echnologique de l'**I**ndustrie et du **D**éveloppement **D**urable) ainsi qu'un DUT Informatique, ce stage m'a confirmé l'enjeu majeur pour l'humanité promulgué par le groupe TOOTEM et dont je partage vivement les valeurs. Je pense avoir été très chanceux d'effectuer mon stage au sein de cette entreprise pour un projet aussi passionnant et avec d'accueillantes et chaleureuses personnes.

Toute cette expérience a consolidé mes ambitions de travailler dans le domaine de l'informatique décisionnelle, où je me suis régulièrement confronté à la très grande manipulation de données stockées. J'ai pu mener à bien l'intégralité des tâches qui m'étaient demandées et y ai trouvé un intérêt réel. J'ai cependant trouvé dommage le fait de travailler seul, cela a confirmé mon souhait d'évoluer professionnellement au sein d'une équipe car je pense qu'on est toujours plus efficace et productif dans un travail de groupe.

RESUME FRANÇAIS/ANGLAIS ET MOTS-CLES

Résumé : Dans le cadre de ma Licence 3^{ème} année, j'ai effectué un stage de 14 semaines au sein du service informatique du groupe Eden Promotion, une entreprise spécialisée dans la conception et la fabrication de résidences écologiques. Cette expérience est mon deuxième contact avec le monde professionnel dans ce domaine. J'ai appris à m'intégrer dans un milieu actif et compris l'importance de mon travail au sein d'un service informatique.

L'objectif de ce stage était de réaliser deux projets qui ont pour missions respectives, le déploiement d'un site Vitrine/E-Commerce/Blog/Communauté ainsi que la gestion autonome et visualisation en ligne des cultures pour les produits promus par l'entreprise. J'ai à la fois découvert de nouvelles connaissances et progressé sur celles acquises lors de ma formation, pour mener à bien les différentes missions qui m'ont été confiées.

Enfin, j'ai principalement été entouré de Marc CASES (Directeur Tootem, maître de stage), de Isabelle TANON et Sophia MIN (Employées Tootem) qui m'ont soutenu, guidé et conseillé tout au long du stage.

Mots-clés : Analyse, Gestion, Données, Ergonomie, Microcontrôleurs, Ecologie, Humanitaire, Déploiement, Sympathie.

Abstract : As part of my 3rd year of university, I did a 14-week internship in the IT department of the Tootem Group, a company specialized in the design and manufacture of environment-friendly homes. This experience is my second contact with the professional world in this particular field. I learnt to integrate myself into an active domain, and understood the importance of my work in an IT department.

The objective of this internship was to deploy two projects, the first one being the development and deployment of an e-commerce website, and the second one being the autonomous management and online visualization of the plants cultures promoted by the company. I have acquired some knowledge, and also improved my skills acquired during my training, to carry out the various missions that I had to do.

Finally, I have mainly been working with Marc CASES (Tootem Director, tutor), with Isabelle TANON and Sophia MIN (Tootem employees, who managed, guided and advised me throughout the internship).

Keywords : Analysis, management, data, Ergonomics, Microcontrollers, Ecology, Humanitarian, Deployment, Sympathy.

Toótem



PULPE
La vitamine du partenariat
étudiant - entreprise

TOOTEM AUTOGROW

ANNEXES

TOOTEM

Marc CASES

Patrick FRANCO

ANNEXES



PARTIE 1 : PROGRAMMATION



Annexe 1

Extrait du code vérification des cycles (pompe arrosage)

```
void verifieCycle(){

// ++++++ PPOMPE_ARROSAGE ++++++
// ++++++

// PHASE SECURITE
/*****/
if (val_TEMPERATURE > 35 || val_TEMPERATURE <= 3 ){
    CheckChangementCycleArrosage(S);
}

// PHASE NUIT
/*****/
else if(val_LUMINOSITE < 20){
    CheckChangementCycleArrosage(N);
}

// PHASES 1
/*****/
else if(val_LUMINOSITE >= 20 && val_LUMINOSITE< 40){

    ETAT_CULTURE = E3;

// J1_1
if(val_TEMPERATURE > 3 && val_TEMPERATURE <= 15){
    CheckChangementCycleArrosage(J1_1);
}
// J1_2
if(val_TEMPERATURE > 15 && val_TEMPERATURE <= 25){
    CheckChangementCycleArrosage(J1_2);
}
// J1_3
if(val_TEMPERATURE > 25 && val_TEMPERATURE <= 35){
    ETAT_CULTURE = E2;
    CheckChangementCycleArrosage(J1_3);
}}
```

Annexe 2

Extrait du code de déclenchement de cycle (ventilation)

```
// ++++++ VENTILATION ++++++
// ++++++

void Cycle_Ventilation(int sec_allume, int min_eteint){

    if(CYCLE_VENTILATION){

        if(CHANGEMENT_CYCLE_VENTILATION){
            setVentilation(high);
            etat_VENTILATION = true;
            chrono_ventilation = millis();
        }

        if (millis() - chrono_ventilation >= (sec_allume*1000) && etat_VENTILATION) {

            setVentilation(low);
            etat_VENTILATION = false;
            chrono_ventilation = millis(); // on ré-arme notre chronomètre
        }

        if (millis() - chrono_ventilation >= (min_eteint*60000) && !etat_VENTILATION) {

            setVentilation(high);
            etat_VENTILATION = true;
            chrono_ventilation = millis(); // on ré-arme notre chronomètre
        }

    }

}
```

Annexe 3

Déclaration des énumérations pour machine à états

```
// ++++++ ENUMERATIONS ETATS ++++++
//+++++

enum {E1, // Conditions optimales de culture
E2, // Trop chaud
E3, // Pas assez de lumière
} ETAT_CULTURE;

enum {01, // Sans Ec/Ph
02, // Avec Ph
03, // Avec Ec/Ph
} OPTION_SYSTEME;

enum {P1, // Aucune Alerte, ligne vide
P2, // Connexion wifi
P3, // Niveau d'eau du bac trop faible avec flotteur
P4, // Capteur débranché
P5, // Niveau d'eau du bac trop faible avec flotteur & Capteur débranché
} ALERTE_SYSTEME;

enum {S, // SECURITE
N, // NUIT
J1_1, J1_2, J1_3, // Luminosité 1
J2_1, J2_2, J2_3, // Luminosité 2
J3_1, J3_2, J3_3, // Luminosité 3
} CYCLE_ARROSAGE; // SECURITE

enum {V_OFF, // OFF
V_ON, // ON
} CYCLE_VENTILATION;

enum {B_OFF, // OFF
B_ON, // ON
} CYCLE_BRUMISATION;

enum {P_OFF, // OFF
P_ON, // ON
} CYCLE_PH;

enum {E_OFF, // OFF
E_ON, // ON
} CYCLE_EC;

enum {C1,
C2, C3, C4, C5, C6, C7
} CHOIX_MENU_LCD; // Choix du LCD en fonction de l'envoi wifi
```

Annexe 4

Extrait du code de concaténation du « string » d'envoi

```
// ++++++ ENVOI DES DONNEES WIFI ++++++
//+++++

void envoiWifi(){

boolean envoye = false;
int nbEssais=0;
int nbInitWifi=0;

while(!envoye && CONNEXION_WIFI){
nbEssais ++;

String url;
url.reserve(150);

// INFORMATIONS DU BAC
url += "GET /G.php?a=";
url += reference;
url += "&c=";
url += ALERTE_SYSTEME;

// MESURES DU BAC
url += "&d=";
url += val_TEMPERATURE;
url += "&e=";
url += val_TEMPERATURE_BAC;
url += "&f=";
url += val_HYGROMETRIE;
url += "&g=";
url += val_LUMINOSITE;
url += "&h=";
url += val_PH;
url += "&i=";
url += val_EC;
url += "&j=";
url += val_NIVEAU_EAU_BAC;
url += "&k=";
url += val_POIDS_COLONE;

url += " HTTP/1.0\r\n";
url += "Host:"+host+"\r\n\r\n";

delay(1000);

Serial.println(F("TEST WIFI"));
ESP8266.println("AT+CIPSTART=2,\"TCP\", \""+host+"\",80");
delay(3000);

ESP8266.print(F("AT+CIPSEND=2,"));
```

Annexe 5

Extrait du fichier G.php (recomposition/stockage données)

```
// CONNEXION BD
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = " ";
$dbname = "tootemdev";

// INFORMATIONS DU BAC
$id_grow=($_REQUEST["a"]);

// MESURES
$temperature=($_REQUEST["d"]);
$temperature_bac=($_REQUEST["e"]);
$humidite=($_REQUEST["f"]);
$luminosite=($_REQUEST["g"]);
$ph=($_REQUEST["h"]);
$ec=($_REQUEST["i"]);
$niveau_cuve=($_REQUEST["j"]);
$poids_colonne=($_REQUEST["k"]);

// ALERTES
$alerte_grow=($_REQUEST["c"]);

// TRAITEMENT DES REQUETES SQL
if ($id_grow){
    // Create connection
    $conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
    // Check connection
    if ($conn->connect_error) {
        die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
        ecrire_log("Impossible de se connecter a la base");
    }
    ecrire_log("Connection OK !");

    // INSERTIONS MESURES DU BAC
    $sql2 = "INSERT INTO mesure_grow (id_grow, type_capteur, valeur, unite, date_insert)
    VALUES ('$id_grow', 'TEMPERATURE', '$temperature', 'C', now())";
    $sql3 = "INSERT INTO mesure_grow (id_grow, type_capteur, valeur, unite, date_insert)
    VALUES ('$id_grow', 'TEMPERATURE_BAC', '$temperature_bac', 'C', now())";
    $sql4 = "INSERT INTO mesure_grow (id_grow, type_capteur, valeur, unite, date_insert)
    VALUES ('$id_grow', 'HUMIDITE', '$humidite', '%', now())";
    $sql5 = "INSERT INTO mesure_grow (id_grow, type_capteur, valeur, unite, date_insert)
    VALUES ('$id_grow', 'LUMINOSITE', '$luminosite', '%', now())";
    $sql6 = "INSERT INTO mesure_grow (id_grow, type_capteur, valeur, unite, date_insert)
    VALUES ('$id_grow', 'PH', '$ph', 'ph', now())";
```

Annexe 6

Extrait du code de génération de graphes HighCharts JSON

```
<script type="text/javascript" src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.7.1/jquery.min.js"></script>
<script type="text/javascript">
$(document).ready(function() {
    var options = {
        chart: {
            zoomType: 'x',
            renderTo: 'container1',
            type: 'line',
            marginRight: 130,
            marginBottom: 25
        },
        title: {
            text: ' ',
            x: -20 //center
        },
        subtitle: {
            text: '',
            x: -20
        },
        global: {
            useUTC: false
        }
    },
    xAxis: {
        type: 'datetime',
        tickInterval: 7 * 24 * 3600, // one week
        labels: {
            format: '{valeur: %Y %M %D %H:%M}',
            align: 'right'
            //rotation: -30
        }
    },
    yAxis: {
        title: {
            text: '0 à 100'
        },
        plotLines: [{
            value: 0,
            width: 1,
            color: '#808080'
        }
        ],
        legend: {
            layout: 'vertical',
            align: 'right',
            verticalAlign: 'top',
            x: -10,
            y: 100,
            borderWidth: 0
        },
        series: []
    }

    $.getJSON(<?php echo "'Graphs/data.php?bac=' . $bac . "'" ?>, function(json) {
        options.xAxis.categories = json[0]['data'];
        options.series[0] = json[1];
        options.series[1] = json[2];
        options.series[2] = json[3];

        chart = new Highcharts.Chart(options);
    });
});
```

ANNEXES



PARTIE 2 : COMPLÉMENTS



Annexe 7

Photo aperçu de mon espace de travail



**Après accord de mon maître de stage*

Annexe 8

Page « Produits » du site E-commerce tootem.eu

[ACCUEIL](#) [PRODUITS](#) [POUR QUI ?](#) [CONSEILS](#) [COMMUNAUTÉ](#) [BLOG](#) [CONTACT](#) [Connexion](#) 



Tous les produits

Produits Tootem

Consommables

Accessoires

Sélectionner un produit



Nouveaux produits



FERTILISANT

Nutriments

Notre centre de recherche développe plusieurs solutions que nous souhaitons probantes dans le futur.

Toutefois, afin de vous permettre dès à présent d'obtenir des cycles de cultures forts de leurs rendements, nos experts ont choisi un engrais de fertilisation 5-15-37 + 4,5 MgO + Q.E.

Il est facile d'utilisation et d'application, prêt à l'emploi.

15,00 €

Ajouter au panier



4 Brassards de culture - XL

[Lot de 4] Ce brassard de taille XL vous permettra de cultiver les plantes les plus volumineuses. Il peut accueillir jusqu'à 3 plantes (Fraisiers, aromates volumineux, radis ...).

35,00 €

Ajouter au panier

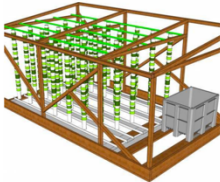


6 Brassards de culture - S

[Lot de 6] Ce brassard de taille Standard/Small vous permettra de cultiver tous vos légumes feuilles. Il peut accueillir jusqu'à 3 plantes (Salades, choux, aromates ...).

30,00 €

Ajouter au panier



[PROCHAINEMENT] Ferme Urbaine -...

[BIENTOT DISPONIBLE]

Ce module de ferme urbaine vous permet de cultiver à grande échelle. Il est équipé de capteurs qui le rendent autonome et fiable.

0,00 €

Ajouter au panier



2 Brassards de régulation

[Lot de 2] Ce brassard à pour objectif de réguler le débit d'eau arrivant en haut de la colonne Tootem.

10,00 €

Ajouter au panier



Do it yourself

Duo Garden - DIY

[VERSION BETA TESTEUR]
25 produits disponibles au total.

Adressée aux jardiniers, un brin bricoleurs, cette référence vous permet de réaliser vous même certaines manipulations techniques.

Le colis contient l'ensemble des éléments nécessaires à son fonctionnement hors filtres d'argile.

329,00 €

Ajouter au panier



Duo Garden - Kit à monter

[VERSION BETA TESTEUR]
25 produits disponibles au total.

Une version pensée pour une mise en œuvre immédiate, sans aucun outillage.

Créer votre jardin nourricier en moins de 10 minutes.

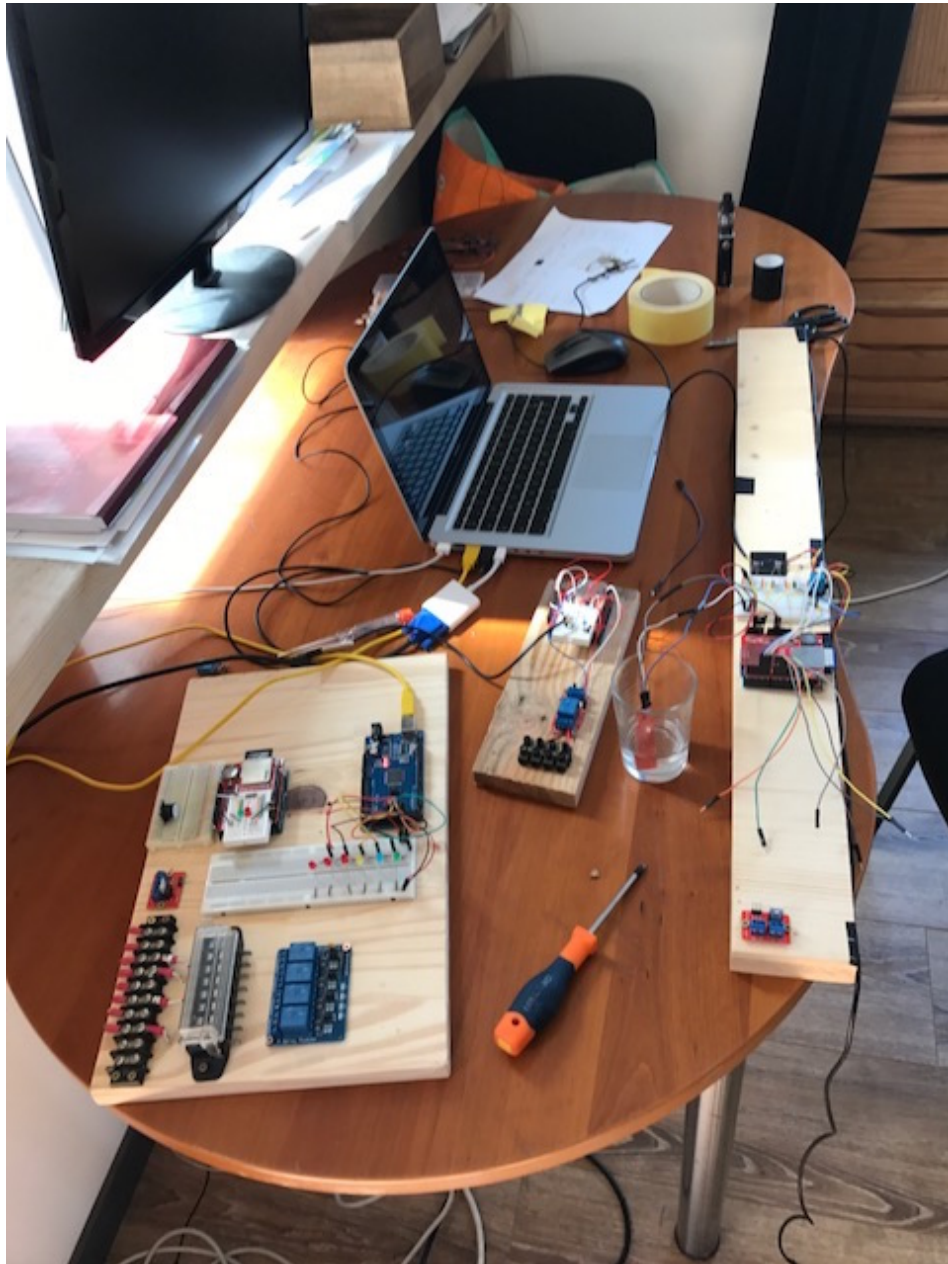
Le colis contient l'ensemble des éléments nécessaires à son fonctionnement hors filtres d'argile.

399,00 €

Ajouter au panier

Annexe 9

Premier prototype Arduino du module Grow



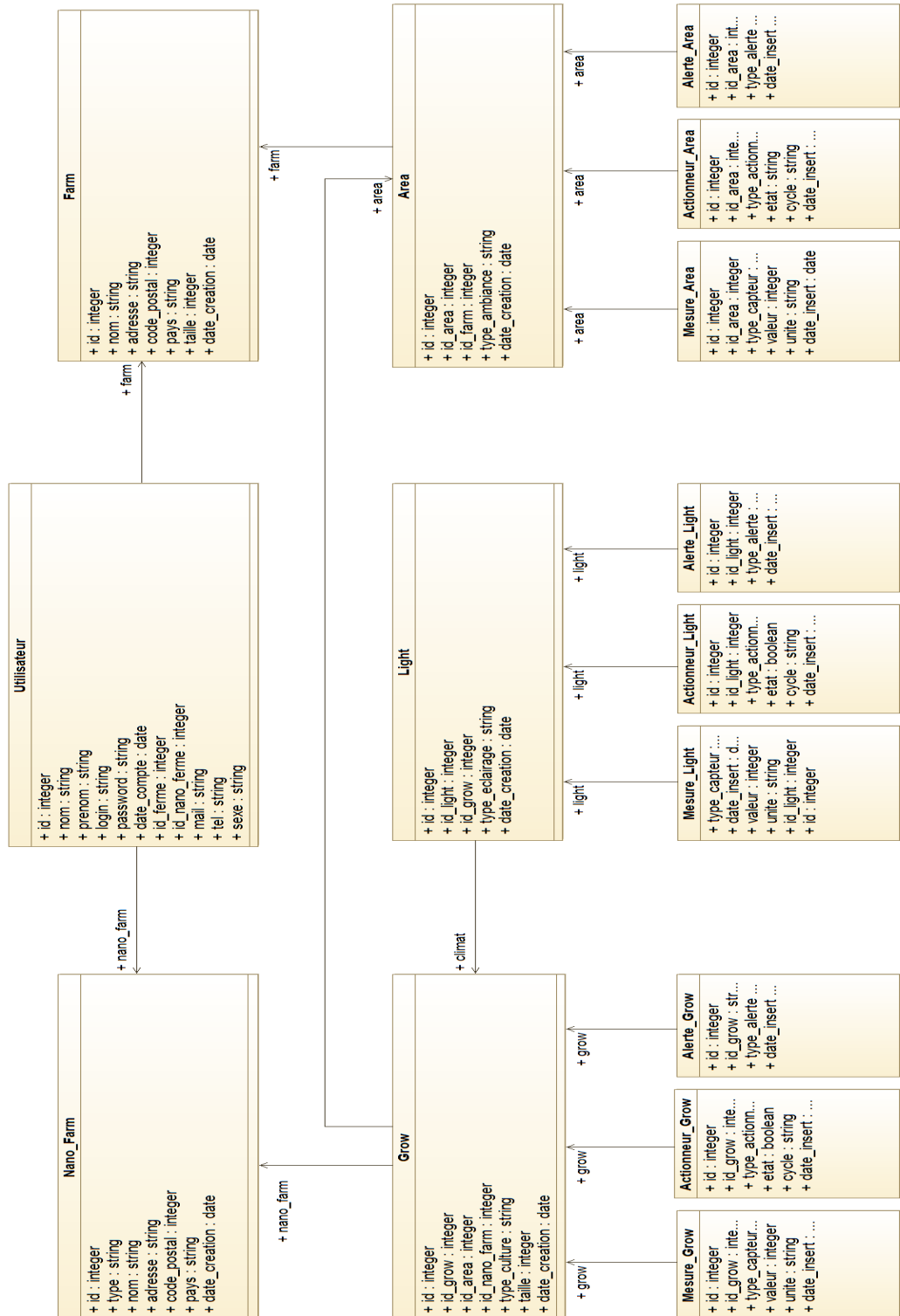
Annexe 10

Choix du Arduino et composants pour module Grow

MINI PRO	UNO	ARDUINO NANO BAC		
PINS	PINS	PINS	Element	Prix
A0	A0	A0	LUMINOSITE (PhotoRésistance)	0,2
A1	A1	A1	FLOTTEUR BAC	3
A2	A2	A2	(OPTION HEXA) CAPTEUR PH	25
A3	A3	A3	(OPTION HEXA) CAPTEUR EC	45
A4	A4	A4	ECRAN (LCD 16x2 I2C)	1,2
A5	A5	A5	ECRAN (LCD 16x2 I2C)	1,2
A6		A6	Emplacement Libre	1,5
A7		A7	POIDS COLONE	
2	2	2	TEMPERATURE BAC (DS18B20)	1
3	3	3	WIFI (ESP8266-01)	1
4	4	4	WIFI (ESP8266-01)	
5	5	5	ECLAIRAGE	15
6	6	6	ECLAIRAGE 2	15
7	7	7	TEMPERATURE/HUMIDITE AIR (DTH22)	3
8	8	8	POMPE ARROSAGE	30
9	9	9	POMPE OXYGENE	15
10	10	10	BRUMISATION	15
11	11	11	VENTILATION	30
12	12	12	POMPE PH	15
13	13	13	POMPE EC	15

Annexe 11

Conception de la base de données Tootem AutoGrow



Annexe 12

Page « Lecture capteurs » de tootem.farm

