

François Bekemen  
Xavier Nomicisio  
Jean-Alexis Gagnière  
Sébastien Serre  
Laurie Cazals



# **Le jardin autonome**

## **Cahier des charges**

Janvier 2019

# Sommaire

<b>Sommaire .....</b>	<b>2</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>Présentation des fonctionnalités.....</b>	<b>4</b>
Les fonctionnalités principales .....	4
Les fonctionnalités secondaires.....	4
Les fonctionnalités « bonus » .....	4
<b>Les solutions techniques .....</b>	<b>5</b>
Design pratique et évolutif .....	5
Surface cultivable.....	6
Facilité d'accès à la surface cultivable .....	7
Arrosage automatique.....	8
Gestion automatique de la lumière .....	9
Contrôle de l'aération.....	10
Ecosystème autosuffisant en énergie.....	11
Interface homme/machine clair et complet.....	12
Adaptation au type de plante .....	13
Ajustement automatique de l'humidité .....	14
Recyclage des eaux usées .....	15
Connexion avec son smartphone.....	16
<b>Liste du matériel nécessaire .....</b>	<b>17</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>18</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>19</b>

# Introduction



Après la Seconde Guerre mondiale, le processus d'urbanisation de la France s'accélère. La part de la population urbaine passe de 53% en 1946 à 70 % en 1968 : l'emploi agricole s'écroule sous l'effet de la modernisation, et les ruraux viennent grossir la population des villes portées par la progression de l'industrie et des services. Aujourd'hui en 2017 plus de 48,8 millions de personnes (plus des trois quarts de la population) habitent en ville.

Vous l'aurez compris, la population française a de plus en plus abandonné la culture de la terre au profit de nouveaux secteurs de services. Et si en 2017 nous redonnions l'envie au français de cultiver eux même leurs propres plantes ? Mais comment faire avec un travail qui nous prend les trois quarts de notre temps et dans un appartement de 20m<sup>2</sup> en plein centre-ville ?

Concevoir un jardin intelligent, autonome et de petite taille devient donc un réel besoin pour redonner envie au citoyen de voir germer leurs propres fleurs !

C'est avec cet objectif en tête que nous avons commencé à réfléchir sur l'avenir du jardin d'appartement. Sa fonction principale consistera à s'autogérer en fonction de ses propres besoins et conditions. S'arroser quand la terre devient sèche, éclairer les plantes quand il fait trop sombre, renouveler l'air quand cette dernière est saturé...

Ainsi, plus personne n'aura d'excuses pour ne pas mettre la main à la terre !

# Présentation des fonctionnalités

## Les fonctionnalités principales

Les fonctionnalités principales sont celles sur lesquelles notre équipe va se focaliser afin de rendre un livrable fonctionnel. Elles se décomposent en 6 fonctionnalités que voici :

- Un design pratique et évolutif
- Une surface cultivable de taille
- Une facilité d'accès à la surface cultivable
- Un arrosage automatique
- Une gestion automatique de la lumière
- Une aération contrôlée

## Les fonctionnalités secondaires

Les fonctionnalités secondaires sont celles sur lesquelles nous travaillerons une fois les fonctionnalités principales opérationnelles. Elles n'apportent que du confort supplémentaire à l'utilisateur. Elles se décomposent en 4 fonctionnalités que voici :

- Un écosystème auto-suffisant en énergie
- Une interface homme/jardin clair et complète
- Une adaptation au type de plante
- Un ajustement automatique de l'humidité

## Les fonctionnalités « bonus »

Les fonctionnalités bonus sont celles sur lesquelles nous travaillerons en dernier si le temps libre nous le permet. Elles se résument en deux fonctionnalités que voici :

- Un recyclage des eaux usées
- Une connexion avec son smartphone

# Les solutions techniques

## Design pratique et évolutif

Notre jardin autonome doit avant tout avoir un design sobre et facilement intégrable dans n'importe quel environnement. Il faut aussi que son design nous permette une grande possibilité d'évolution en vue des fonctionnalités secondaires et bonus que nous souhaiterions ajouter par la suite.

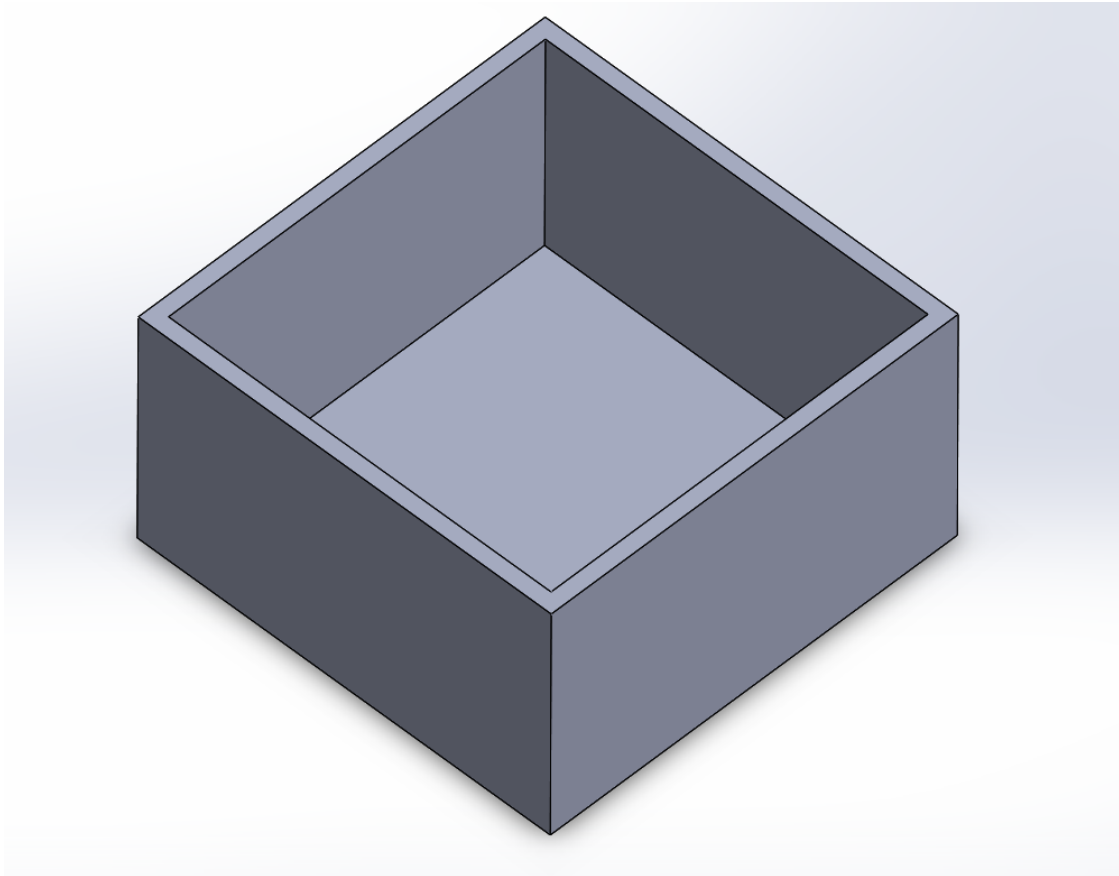
Pour se faire nous réaliserons la structure en bois pour qu'elle soit facilement maniable. Nous ferons un parallélépipède de base 30\*30 cm et d'une hauteur maximale de 60 cm. Pour laisser entrer la lumière sur notre surface cultivable nous y découperons des fenêtres que nous fermerons avec du plexiglass.



Nous distinguerons 3 parties dans notre structure. La partie basse, avec la pompe à eau et le réservoir d'eau. La partie haute (ou intelligente) qui regroupera l'électronique du système (le Arduino, les lampes, l'écran LCD...). La partie cultivable située entre les deux derniers, c'est là que l'utilisateur pourra planter les plantes de son choix.

## Surface cultivable

Afin de garantir une surface optimale pour l'utilisateur nous avons opté pour une surface de 25\*25 cm soit un total de 625 cm<sup>2</sup>. On pourra ainsi planter jusqu'à 4 plantes dans notre jardin autonome. Pour laisser de la place aux racines nous avons décidé de laisser une profondeur d'environ 15cm.



Nous obtenons donc un bac de 26\*26\*15 cm en prenant une épaisseur de 0,5cm pour la réalisation (environ 10L de contenance).

En vue de récupérer le surplus d'eau utilisé lors de l'arrosage, il faudra que notre bac dispose d'un fond laissant l'eau s'échapper tout en gardant la terre. Pour se faire, nous disposerons de cailloux pour réaliser une sorte de passoir naturelle.

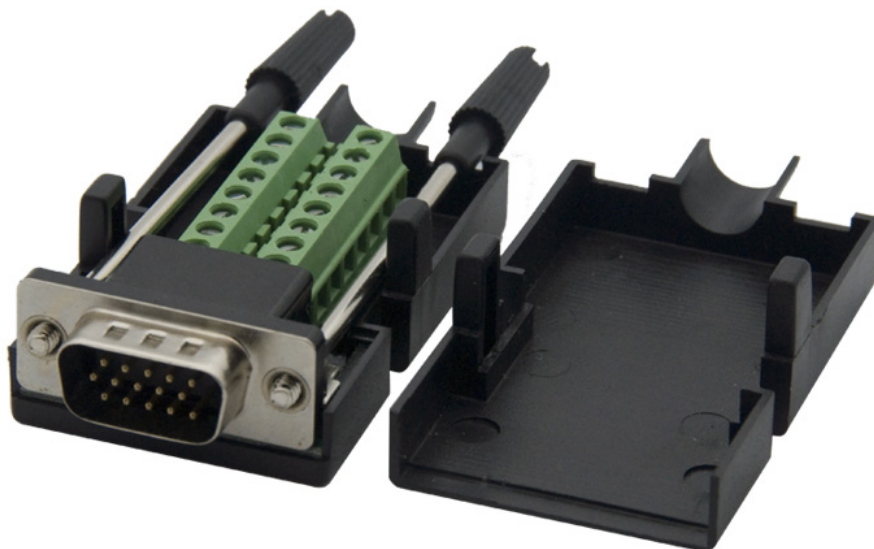
## Facilité d'accès à la surface cultivable

Dans le but de garantir un accès facile à la surface cultivable pour l'utilisateur nous souhaitons que notre structure s'ouvre sur l'une des façades et que le bac dans lequel la terre sera puisse glisser vers l'extérieur et même se retirer de la structure.

Pour se faire, nous utiliserons des glissières de tiroir, du même type que ci-dessous.



Mais la première contrainte se dresse alors devant nous. Le bac de cultivation contiendra divers capteurs pour le système. Il faudra donc qu'une fois le bac insérer dans la structure, on puisse se connecter à la partie intelligente du jardin, là où le Arduino se trouve. Pour se faire, nous aurons requière à un connecteur facilement manipulable tel qu'un connecteur VGA. Ce type de connecteur étant parfait pour faire passer les divers flux de donnée et pour alimenter les capteurs.

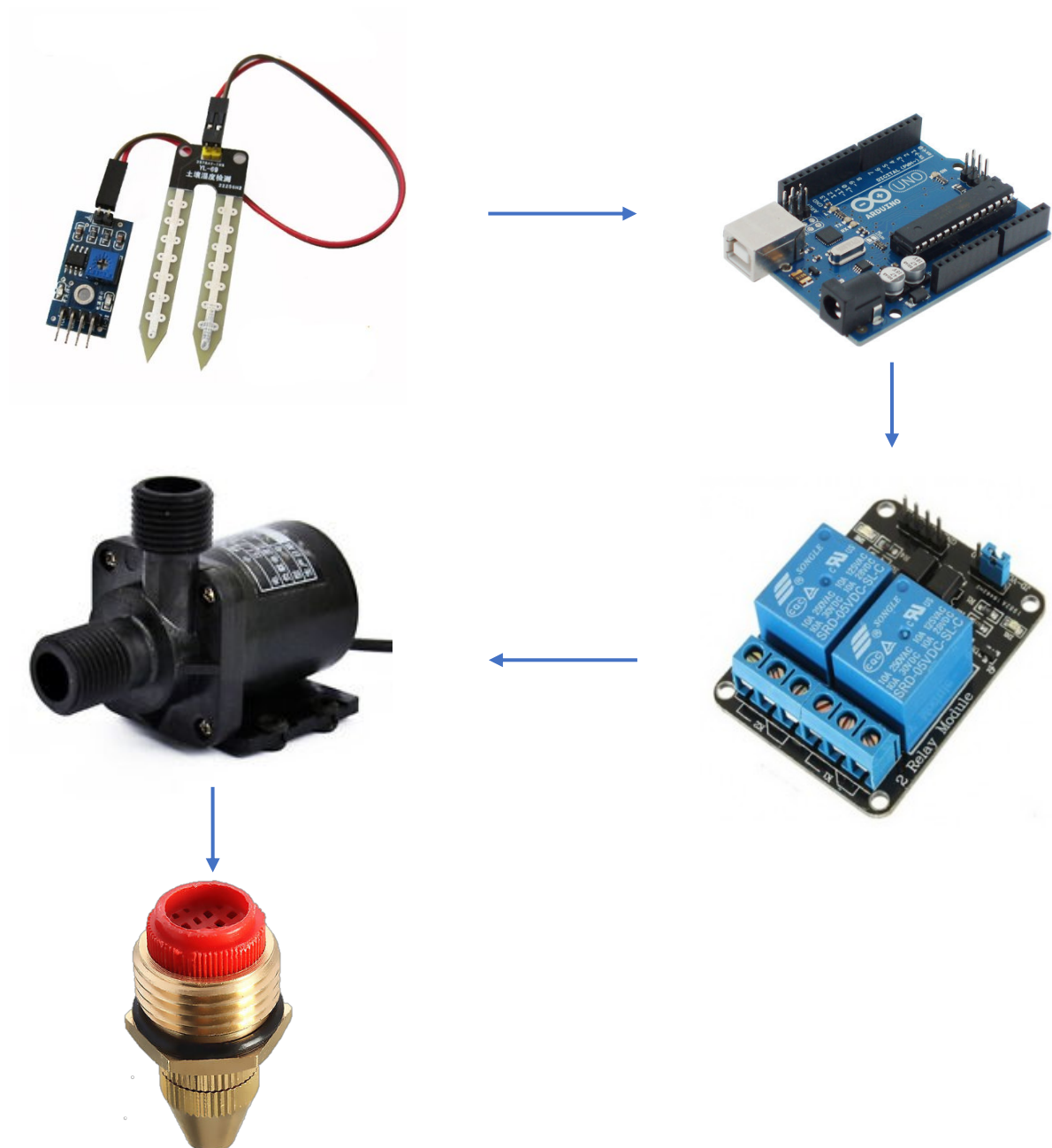




## Arrosage automatique

La fonction primordiale pour rendre notre jardin autonome est bien sur l'arrosage automatique des plantes quand les conditions sont nécessaires.

Grâce à un capteur de moisissure placé dans le bac de culture, nous saurons si la terre nécessite un arrosage. Dans le cas où l'arrosage serait nécessaire, le Arduino contrôlera la pompe à eau situé dans la partie basse du système par le biais d'un relais. Cette dernière fera remonter l'eau le long d'un tuyau jusqu'à un brumisateurs situé au-dessus du bac de culture.

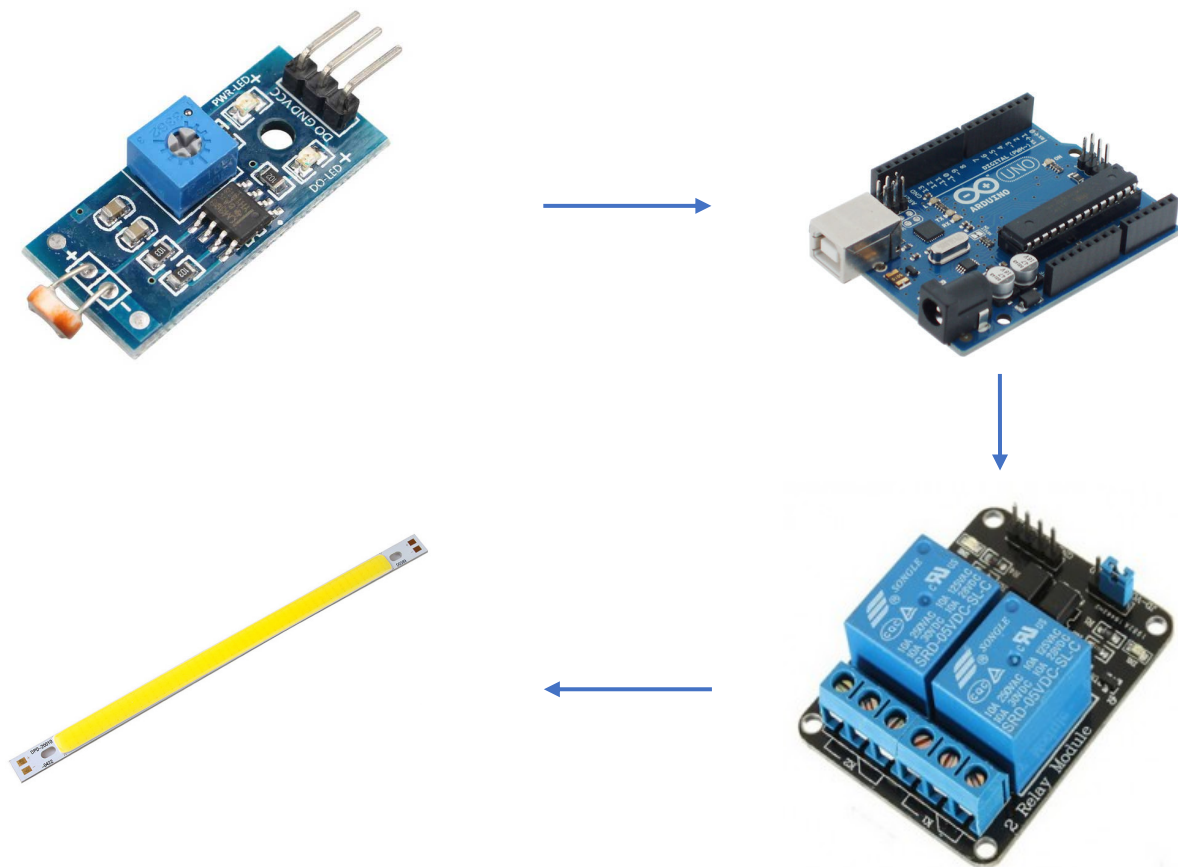




## Gestion automatique de la lumière

Pour l'optimisation de la croissance de nos plantes au sein de notre jardin il faut que ces dernières puissent avoir une source de lumière en continue. Pour se faire, il faut que le système allume des lampes lorsque que la luminosité est trop basse.

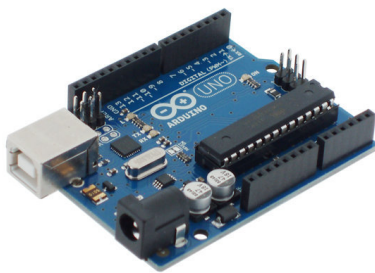
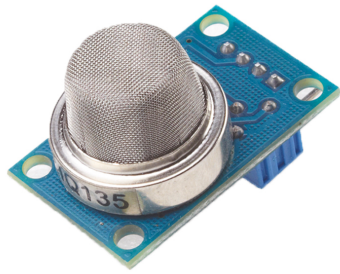
Afin que le jardin soit le plus écologique possible, nous avons opter pour des barres de LED réduisant ainsi la consommation électrique du système. Pour déterminer à quel moment allumer ou non les barres de LED, une photo-résistance placer sur la structure servira d'indicateur au Arduino. Cette fonction d'éclairage automatique sera facilement désactivable dans les réglages du système afin de garantir un confort maximal à l'utilisateur. Le Arduino contrôlera les barres de LED via un relais tout comme la pompe à eau.



## Contrôle de l'aération

Pour assurer un écosystème sain en CO<sub>2</sub> pour les plantes, il nous faut pouvoir réguler l'aération au sein de la surface cultivable afin de renouveler l'air. Pour se faire nous allons disposer d'un ventilateur (les même présent dans les unités centrales d'ordinateur).

Ce ventilateur sera directement connecté au Arduino et sera piloté en fonction de la température présent dans notre jardin et de la qualité de l'air (un capteur de CO<sub>2</sub> étant extrêmement cher nous utiliserons un capteur de pollution).



## Ecosystème autosuffisant en énergie

Un défi intéressant pour notre jardin est de la rendre autosuffisant en énergie. Pour se faire, le moyen le plus judicieux consiste en l'installation de 4 panneaux solaires de 14,5\*14,5 cm sur la partie supérieur. Ces panneaux solaires en question serviraient pour alimenter le arduino en continu, le surplus d'énergie produit serait stocké dans une batterie afin d'alimenter la pompe quand nécessaire et les barres de LED la nuit.

### Bilan énergétique

Élément	Nombre	Utilisation	Intensité (en A)
Panneaux solaires	4	60%	0,25
Arduino	1	100%	0,1
Pompe	1	5%	0,75
Barre LED	2	40%	0,84

En vue de ce bilan énergétique, il faudra, pendant les phases d'ensoleillement, que l'énergie produit par les 4 panneaux solaire soit stocké dans une batterie. C'est elle qui servira par la suite pour redistribuer l'énergie à la pompe et aux barres de LED.

## Interface homme/machine clair et complet

Nous utiliserons un écran LCD de 20\*4 caractères afin d'afficher les diverses informations pour l'utilisateur.



Heure, température de la terre, température de l'air, humidité... Ce même écran nous servira pour les réglages rapides tel que le type de plante présent dans notre jardin (afin d'ajuster la quantité les paramètres optimaux pour la croissance de ces dernières) ou encore de désactiver l'allumage automatique des lampes. L'utilisateur pourra également forcer le déclenchement des diverses fonctionnalités pour prévenir tout soucis de dysfonctionnement. L'écran sera directement relié au Arduino et un ensemble de bouton lui sera dédié pour l'interaction avec l'utilisateur. Le tout se trouvera dans la partie haute (intelligente) de notre jardin.

## Adaptation au type de plante

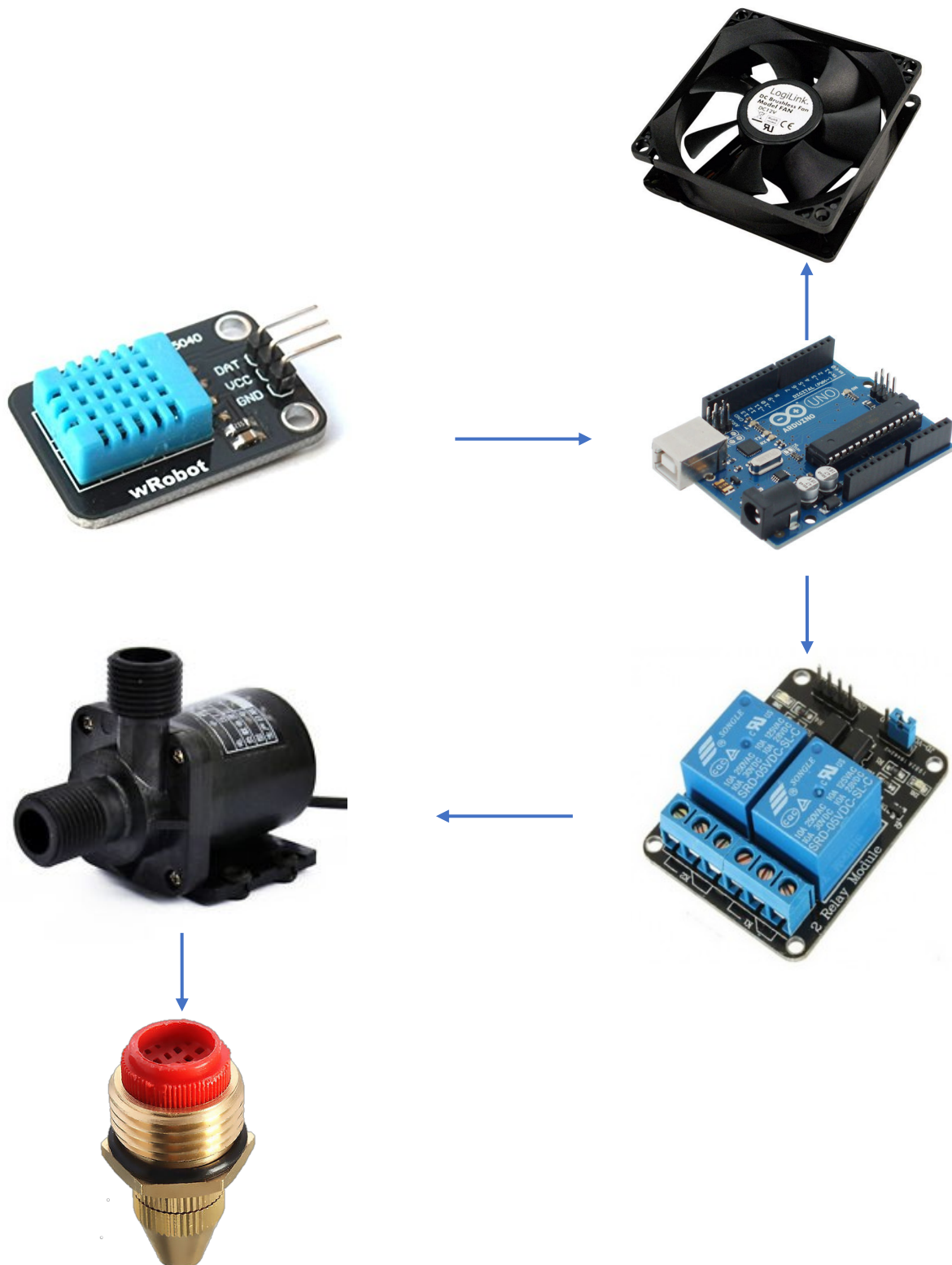
Il est logique que chaque type de plante possède des conditions optimales qui lui sont propre. Il est donc primordial que notre jardin puisse simuler plusieurs environnements. Nous proposerons donc 3 environnements bien distinct que voici :

	Température	Humidité de l'air	Humidité de la terre
Aride	25 – 30 °C	5%	5%
Tempéré	14 – 16 °C	20%	20%
Tropical	20 – 25 °C	80%	80%

Ces 3 différents types de climats seront sélectionnables dans les réglages de notre jardin, directement accessible via l'écran LCD.

## Ajustement automatique de l'humidité

Afin d'ajuster l'humidité au sein de la partie cultivable nous devons jouer sur le brumisateur et l'aération contrôlée. Nous utiliserons un capteur d'humidité connecté au Arduino afin de déterminer comment ajuster les différents paramètres.



## Recyclage des eaux usées

Pour que notre jardin atteigne la perfection du « environmentally friendly » nous pouvons recycler l'eau utilisé à l'aide d'un aquarium à poissons (cf. annexe).

Le principe est simple, les poissons dont les déjections, riches en azote, phosphore et potassium, sont la source de nutriments pour les plantes, l'aliment apporté aux poissons permettant en outre d'enrichir le milieu sous forme d'engrais.

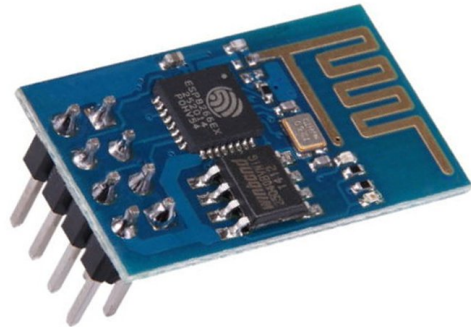
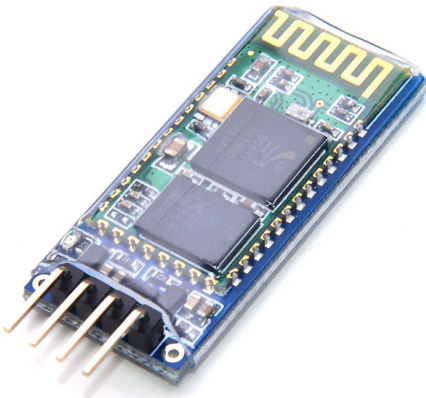
Des bactéries aérobies transforment les matières organiques en nitrites puis en nitrates, ces derniers étant assimilables par les plantes sous forme minérale. Elles permettent de jouer le rôle de filtre biologique puisque les excréments des poissons sont toxiques pour les poissons.

Les plantes cultivées épurent l'eau de l'aquarium par l'assimilation des racines et de leurs symbiotes bactériens, elles se servent des nutriments sous forme minérale pour croître.



## Connexion avec son smartphone

Une fois notre jardin pleinement opérationnel nous pourrons, à l'aide d'un module Bluetooth ou wifi pour Arduino, le rendre connecté. Nous pourrons donc réaliser une application mobile afin que le jardin puisse communiquer les informations directement sur le téléphone de l'utilisateur. L'utilisateur pourra également y changer les réglages du jardin sans passé par l'écran LCD.



## Liste du matériel nécessaire

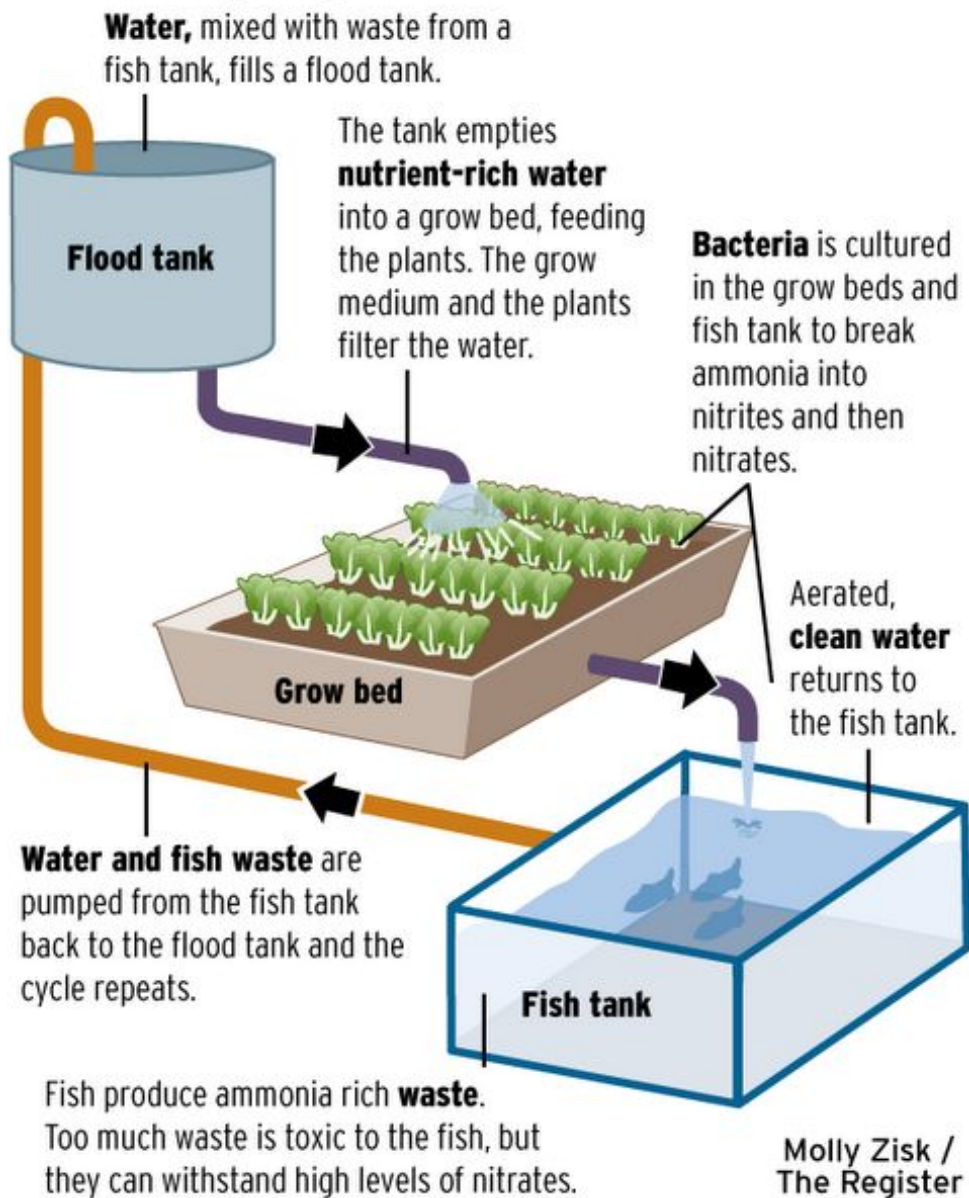
[illegible]

# Conclusion

Le jardin automatique allie à la fois le monde numérique et l'écologie proposant ainsi une nouvelle utilisation des technologies électroniques. Large surface cultivable, arrosage automatique, gestion de l'humidité et de la lumière en fonction des besoins, ce jardin permet une automatisation complète d'un système gérant l'évolution de la plante et s'adaptant à cette dernière. L'interface ergonomique permet un affichage complet de toutes les propriétés nécessaires au bon développement de l'espèce végétale choisie.

# Annexes

## How aquaponics works



*Principe du recyclage des eaux usées*