

Présentation du projet S3rre

1 Pourquoi, pour qui ?

1.1 L'agriculture moderne

Pesticides. Engrais chimiques. OGMs. Transport des denrées alimentaires sur des distances de plus en plus lointaines. Omniprésence de quelques sociétés sur le marché alimentaire mondial. Les exemples de déviances de notre système agronomique sont nombreux.

Sous couvert d'une hausse de la population mondiale, les acteurs du lobbying alimentaire justifient qu'une agriculture intensive sera la seule solution pour nourrir tout le monde.

Cependant, nous restons persuadés qu'une autre solution est envisageable. Celle-ci passe premièrement par une prise de conscience de la population et une volonté de changement. Nous pouvons d'ores et déjà assurer que c'est chose faite. En effet, les magasins bios, les systèmes de consommation locale .. Tout ces moyens de distribution des denrées alimentaires attirent de plus en plus de personnes. Les surfaces de cultures occupées par l'agriculture biologique sont également de plus en plus importantes en France, preuve d'un attrait grandissant du public pour ce type de production (Figure 1).

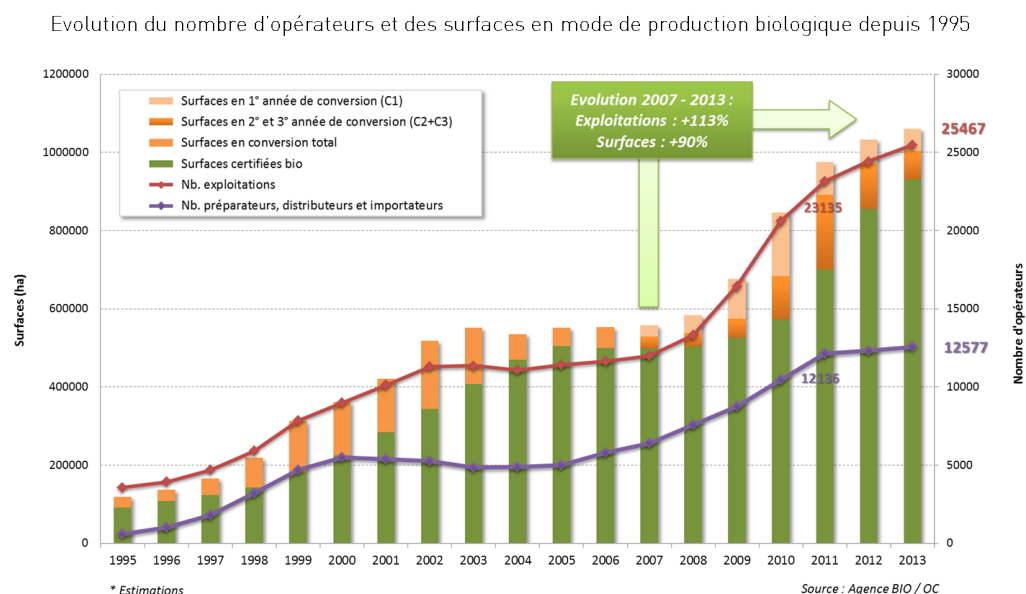


Figure 1 : SURFACES CULTIVÉES EN BIOLOGIQUE ET ACTEURS DE LA FILIÈRE. Depuis 1995, les surfaces en culture biologique ne cessent d'augmenter jusqu'à atteindre 930 900 ha fin 2013. Le nombre d'exploitation en conversion est également significatif chaque année, tout comme le nombre d'acteur de la filière, en constante augmentation.

D'après Agence BIO / OC.

1.2 L'auto-production, une alternative viable

Cependant, bien que l'agriculture biologique soit une excellente alternative à l'agriculture intensive, la distribution de ces produits vise un public assez aisé et pouvant se déplacer dans des épiceries spécialisées. Assez nombreuses en ville, celles-ci ne sont presque pas présentes, voire inexistantes en milieu rural.

Sans volonté aucune de concurrencer ce marché, nous pensons que l'auto-production de quelques denrées alimentaires (de type légumineuses et/ou fruits) devrait être une pratique bien plus répandue.

En effet, cela permet de contrôler au plus près la production de ces aliments, ainsi que de réaliser une petite économie pour les ménages s'étant lancées dans ce type d'activité.

1.3 Frein au développement de l'auto-production

Or, il est assez aisé de comprendre pourquoi chaque habitation française ne dispose pas d'un jardin. Par manque de place en milieu urbain, mais l'espace n'est pas le seul facteur limitant au développement du jardinage dans les ménages français.

Une réelle perte des connaissances de la terre et de sa culture est observés depuis quelques années. La facilité d'accès aux systèmes de distribution classiques (grandes surfaces) a suggéré aux personnes que ce genre de techniques n'était dorénavant plus indispensable à la vie quotidienne. Les rythmes de vie ont également beaucoup évolués, avec des activités de loisir et un travail prenant de plus en plus de temps dans la journée.

Il est donc tout à fait compréhensible que chaque personne, même désireuse de manger plus sainement, ne puisse pas consacrer une grande partie de son temps libre à l'apprentissage des techniques de jardinages et à la mise en pratique de celles-ci. Ces lacunes de compétences d'une part, et de temps d'autre part, conduisent à une perte de motivation pour les ménages disposant de la surface nécessaire à la réalisation d'une petite production de fruit ou légumineuses locales.

2 Le projet S3rre

2.1 But du projet

En réaction à ce constat, nous avons imaginé un moyen de rendre la production via un jardin plus facile, mais aussi moins prenante pour le jardinier amateur. En effet, nous pensons que si cette pratique pouvait facilement se retrouver à la portée de tous, de nombreuses personnes seraient heureuses de pouvoir consommer des aliments sains, produits à un niveau ultra-local et ce à très bas coût énergétique.

Ce projet s'axe donc sur :

- Une automatisation de tâches pour la pratique du jardinage.
- Une production stable et conséquente sans intrant chimique ni pesticide.
- Une optimisation maximum de l'utilisation d'eau pour l'irrigation.

Des dispositifs de serre auto-pilotées existent déjà, mais celle-ci sont très onéreuses (ordre de plusieurs milliers d'euros pour une installation d'intérieur de surface très réduite). De plus, aucun dispositif n'existe pour automatiser une serre déjà existante.

2.2 Présentation générale et avantages

S3rre se présente sous forme d'un cube, relié au réseau d'eau et d'électricité, placé sous une serre à très bas coût de fabrication et d'installation, ou sous une serre déjà existante. Celui-ci va automatiser et optimiser :

- L'arrosage en fonction de la consommation des plantes.
- L'hygrométrie de la serre.
- Les flux d'air à l'intérieur de la serre.
- Les apports en CO₂ nécessaires à une bonne photosynthèse et le pH de l'eau d'arrosage (projets futurs).

Chacun des facteurs cités ci-dessus sera mesuré en temps réel par des capteurs spécifiques et le cube va définir, via un micro-contrôleur, quelle action exécuter en réponse afin de rétablir la condition optimale dans la serre.

Nous présentons donc ici un dispositif complet, à bas coût de production, ne nécessitant aucun aménagement particulier pour la mise en place et permettant à toute personne désireuse de manger sainement, sans connaissance particulière. Les plans seront, de plus, distribués en *openAccess* afin de permettre à quiconque d'apporter des améliorations ou des modifications au projet.

Partie II

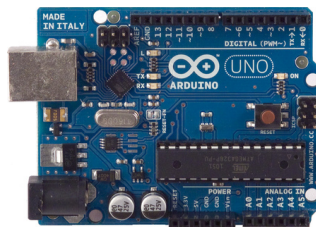
Carractéristiques techniques du projet

3 Plans, schémas et Arduino

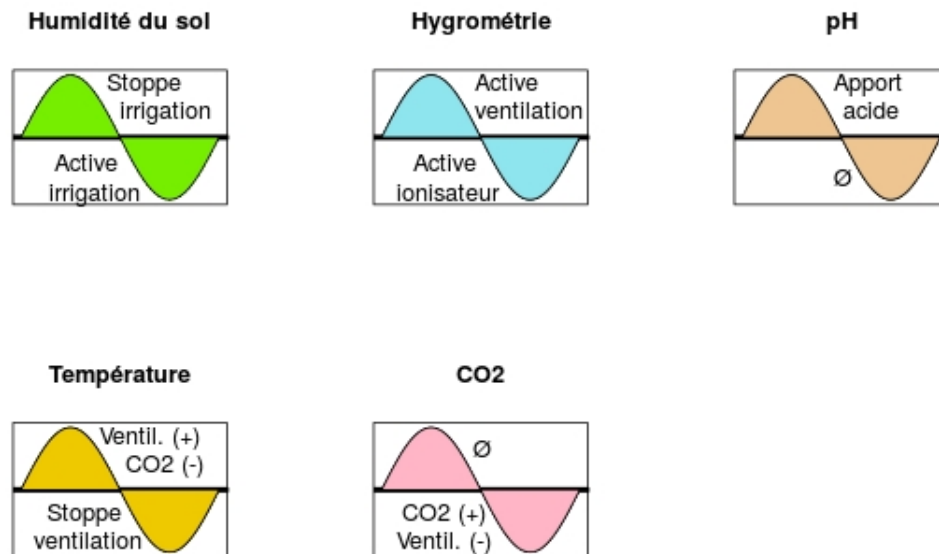
3.1 Plan éclaté

3.2 Le microcontrôleur - Arduino UNO

Le coeur du système sera un Arduino UNO, un microcontrôleur basé sur une puce ATmega328. Chaque capteur va effectuer des mesures, qui seront transmises à l'Arduino afin que celui-ci les analyse. Il activera ensuite automatiquement un élément de réponse spécifique au paramètre à ajuster.



Chaque facteur contrôlé aura un seuil défini par l'utilisateur. Si la valeur envoyée par l'un des capteurs est supérieure ou inférieure à ce seuil, l'Arduino va effectuer une action spécifique via différentes parties opératives afin d'osciller toujours au plus près de ce seuil (représentant la condition optimale de croissance pour les plantes en culture).



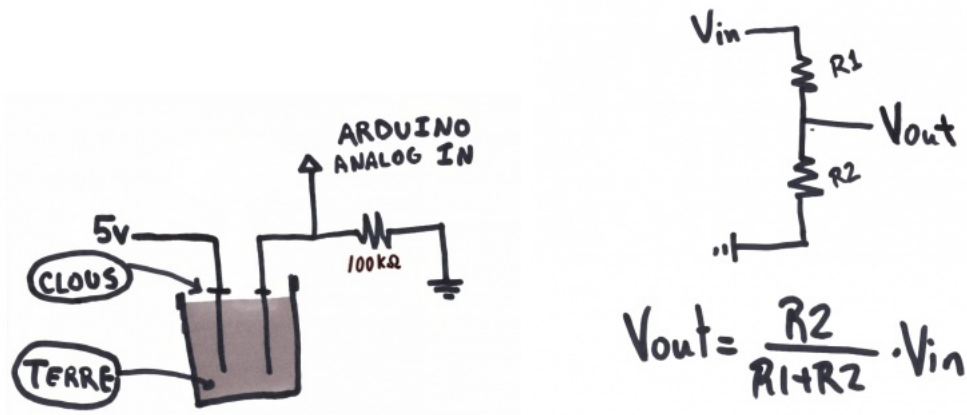
4 Fonctionnement général des capteurs et des parties opératives

4.1 Humidité du sol - arosage

La mesure de l'humidité du sol sera effectuée en plusieurs points sur deux lignes de culture. Les capteurs seront fabriqués selon le modèle présenté (Lien 1). Ce type de capteurs utilise la propriété conductrice du sol qui augmente avec l'humidité de celui-ci. Lors d'une diminution du taux d'humidité, la conductance sera diminuée et la résistance appliquée au courant électrique enregistrée par l'Arduino sera donc augmentée. Cette information pourra être traitée et commandera l'ouverture d'une electrovanne, activant un système de goutte-à-goutte pour la ligne de culture asséchée.

L'efficiencia de l'arrosage est donc ici maximum, puisqu'il ne s'active que lorsque l'eau dans le sol diminue (ce qui signifie que la plante a tout utilisé) et uniquement pour la ligne de culture en ayant besoin. L'arrosage de chaque ligne de culture est en effet sous contrôle de capteurs spécifiques contrôlant une electrovanne par ligne (deux lignes de culture avec chacune 3 capteurs d'humidité).

4.1.1 Capteur DIY d'humidité



La résistance R_1 est modifiée par une série de capteurs DIY. La somme de toutes les R_1 va faire varier la résistance globale mesurée sur V_{out} .

- V_{in} branchée sur +5V.
- V_{out} branchée sur A0.

4.1.2 Electrovanne

Les électrovannes contrôlant l'arrivée d'eau de chaque ligne seront des modèles utilisés dans les systèmes de contrôle des chauffe-eau solaires (électrovannes précises et bon marché). Elles seront de type "normalement fermées", ce qui évite le gaspillage d'énergie électrique. En effet, l'arrosage sera plus souvent arrêté qu'allumé, une position fermée par défaut est donc préférable. Le modèle utilisé fonctionne sur courant 12V.



4.2 Hygrométrie

L'hygrométrie de la serre sera mesurée par un capteur d'humidité et de température. L'humidité ambiante est généralement comprise entre 40 et 60% en France, or il a été démontré qu'une hygrométrie relative comprise entre 65 et 75% améliorerait le rendement de nombreuses légumineuses.

En dessous de ce seuil, l'évapotranspiration des plantes augmente, causant des déficits hydriques à celle-ci. Au dessus, les pathogènes fongiques sont en condition de développement favorable, d'où une bonne gestion de ce paramètre [1].

Afin de le moduler, l'Arduino traitera les informations reçues par le capteur et commandera un ionisateur. Celui-ci va brumatiser une partie de l'eau grâce à un système à ultrason, ce qui provoquera une hausse rapide de l'hygrométrie dans la serre. Si celle-ci se retrouve trop élevée, un ventilateur se mettra

en marche afin de provoquer un brassage de l'air dans la serre, ayant pour effet une fermeture maximale des structures foliaires permettant la transpiration des plantes.

L'hygrométrie et la température seront mesurées par un capteur DHT22/AM2302 pré-étalonné d'usine. Le nébulisateur (produisant la vapeur d'eau par ultrason) sera récupéré d'après un objet décoratif type diffuseur d'huiles essentielles (Fogger Diffuseur 24V de SODIAL).



4.3 Température / flux d'air

La température est un facteur à contrôler en système cultural, particulièrement sous serre, où les pathogènes fongiques peuvent rapidement se développer en condition hyper-humides et sous de fortes températures. La température sous serre à ne pas dépasser se situe aux alentours de 28 ° C.

Un capteur double, mesurant le taux d'hygrométrie et la température est utilisé. Lorsque la température dépassera le seuil de 28 ° C, le ventilateur sera activé par l'Arduino afin de brasser le stock d'air interne, afin de maximiser le contact avec le sol, plus froid. De plus, dans ce cas, l'ionisateur serait coupé afin de ne pas augmenter le risque de développement de champignon pathogène dans une atmosphère chaude et humide.

4.4 Projets à venir

4.4.1 CO2

La photosynthèse, mécanisme par lequel les plantes convertissent du dioxyde de carbone en sucre, utilise le CO₂ de l'air durant la journée (phase claire de ce phénomène). La teneur en CO₂ de l'air, de 0.04%, est parfois le facteur limitant pour la croissance des plantes.

Un apport, même léger en CO₂, permettrait donc un meilleur rendement cultural sans engrais chimique. Pour ce faire, le CO₂ sera mesuré grâce une sonde MOD7LE. La valeur renvoyée à l'Arduino décidera ou non de l'ouverture d'une électrovanne permettant un apport de CO₂ gazeux dans la serre. Juste avant ce relachement, le ventilateur sera actionné afin d'évacuer l'O₂ produit (la photosynthèse transforme le CO₂ en dioxygène).

La nuit, une photo résistance va stopper ce dispositif d'apport de CO₂.

4.4.2 pH

Afin de permettre une assimilation maximale des nutriments du sol par la plante, le pH (potentiel hydrogène) de celui-ci doit se situer aux alentours de 6.5 [2]. Le pH de l'eau du robinet en France se situe aux alentours de 7. Celle-ci doit donc être légèrement acidifiée.

Un capteur de pH basé sur le modèle du phduino (Lien 2) effectue une mesure du pH de l'eau entrante. La valeur va permettre l'injection de solution acidifiante ou basifiante biologique dans l'eau via une electrovanne (solution vinaigrée ou à base de calcaire).

En arrosant les plantes avec une eau dont le pH sera de 6.5, l'absorption des éléments nutritifs du sol par la plante sera maximum, et ainsi une efficience de culture maximum.

Partie III

Financement

Élément	Prix unitaire	Quantité	Total	Lien d'achat
Arduino UNO	24.90	1	24.90	mot
Électrovanne 12V	5.99	3	17.97	mot
Capteurs d'humidité du sol	2.00	6	12.00	mot
Ventilateur Artic Cooling	8.78	1	8.78	Amazon
Ionisateur	4.98	1	4.98	mot
Capteur DHT22	4.23	1	4.23	mot
Module de 4 relais 5V	2.75	1	2.75	mot
Alimentation 5, 12, 24V	10.00	1	10.00	mot
Divers composants	10.00	1	10.00	mot
Câblage / tuyauterie	15.00	1	15.00	mot
Box étanche	10.00	1	10.00	mot
Total			120.61	

Partie IV

Branchement

Partie V

Code Arduino

Partie VI

Bibliographie et liens

[1] TNAU agritech portal. Agrometeorology : Relative Humidity and Plant Growth.

[2] Université de Liège : L'Influence du pH sur l'assimilation des éléments nutritifs du sol par les plantes.

Lien 1 : http://www.echofab.org/wiki/index.php/Capteur_d'humidité_DIY

Lien 2 : <https://code.google.com/p/phduino/>

Partie VII

Open Ideas

Association avec des projets de fabrication de serre artisanale à bas coût.