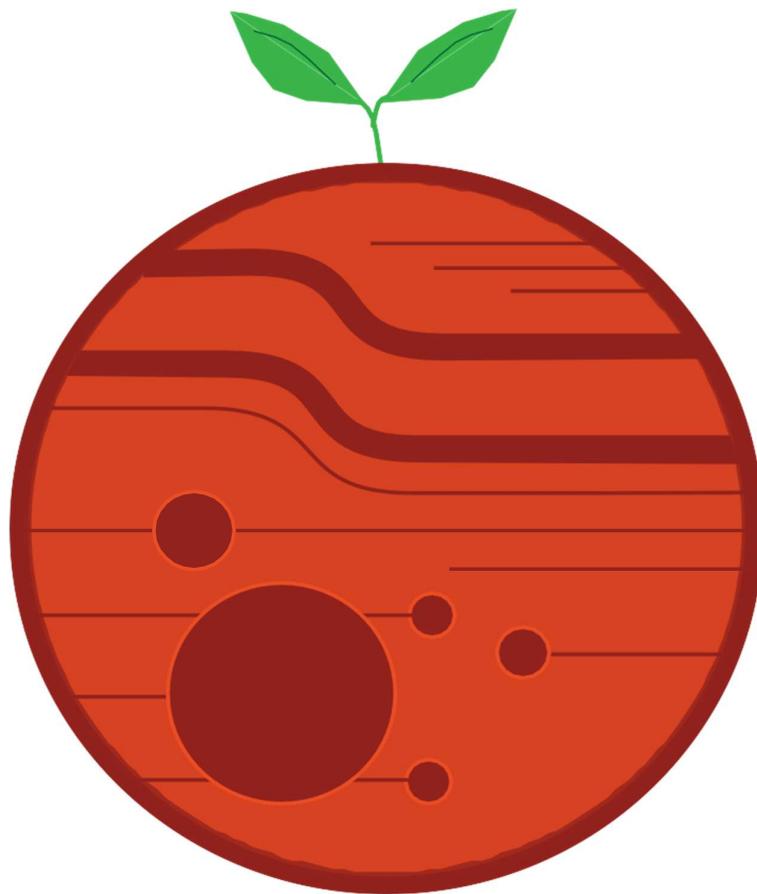


L'espace en classe

→ Un potager sur Mars

Construction d'un système d'arrosage automatique



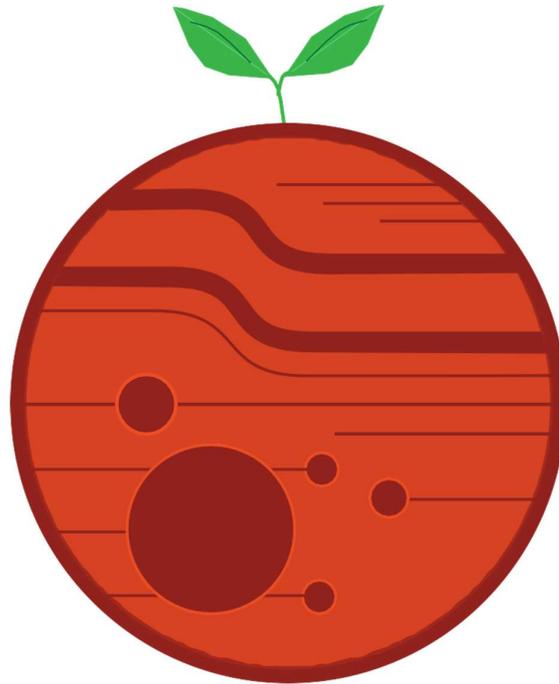


Table des matières

Activité 0 : Bienvenue sur Mars	3
Activité 1 : Préparation des composants et première conception	6
Activité 2 : Concevez et testez votre réservoir d'eau	9
Activité 3 : Montage du servomoteur et raccordement de la conduite d'eau.....	13
Activité 4 : Tester le capteur d'humidité	16
Activité 5 : Connexion des composants.....	18
Activité 6 : Programmez votre système	19
Activité 7 : Prêt pour Mars	23
Annexe 1 : Différences entre les capteurs d'humidité	26
Liens utiles	27

→ Un potager sur Mars

Construction d'un système d'arrosage automatique

→ Activité 0 : Bienvenue sur Mars

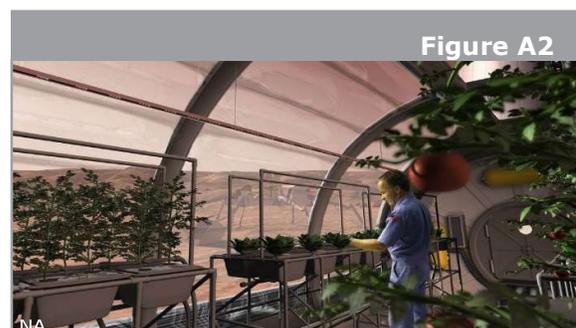
• Introduction

Mars est la quatrième planète à partir du Soleil et la deuxième plus proche voisine de la Terre, après Vénus. La distance minimale entre la Terre et Mars est de 55 millions de kilomètres, alors que la distance entre la Terre et la Lune est relativement courte (380 000 kilomètres). La distance maximale entre la Terre et Mars est d'environ 400 millions de km. Une telle variation de la distance augmente considérablement la complexité de toute mission vers Mars, car il est beaucoup plus coûteux et plus difficile d'envoyer des fournitures.



Une solution possible est que les astronautes emportent des graines de plantes avec eux. Cela permettrait aux astronautes de faire pousser les graines à leur arrivée et de créer une source de nourriture autosuffisante.

Cependant, ce n'est pas une tâche facile. Il existe de nombreux facteurs qui créent un environnement dangereux pour les plantes sur Mars.



• Exercice

1. Pour commencer à y réfléchir plus en détail, énumérez quelques-unes des choses dont les plantes et autres organismes vivants ont besoin pour survivre :

2. Avant d'examiner les conditions sur Mars, vérifions ce que vous comprenez de la Terre. Discutez avec vos camarades de classe et votre professeur des réponses que vous pensez avoir aux questions suivantes sur la Terre :

- Quelles sont les causes des saisons sur Terre ?
- Quelle est la forme de l'orbite de la Terre autour du Soleil ?
- Quels sont les principaux éléments présents dans l'atmosphère terrestre ?
- Qu'est-ce que la zone de la Boucle d'or et la Terre se trouve-t-elle à l'intérieur de cette zone ?

3. Déterminez si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses.

Déclarations sur Mars – Tableau A1	
Déclaration	Vrai ou faux
Mars connaît des saisons, tout comme la Terre.	
L'orbite de Mars a une forme similaire à celle de la Terre, ce qui signifie que la température à la surface est assez constante.	
L'atmosphère de Mars est épaisse et retient la chaleur du Soleil.	
Mars n'a pas de champ magnétique, ce qui signifie qu'il y a moins de protection contre les rayons UV nocifs et les vents solaires.	
Nous avons trouvé de l'eau liquide à la surface de Mars.	
L'atmosphère de Mars a une composition similaire à celle de la Terre.	
Les plantes de Mars devraient s'adapter aux cycles diurnes et nocturnes très différents sur Mars.	
Mars n'existe pas à l'intérieur de la zone "Boucle d'or" (habitabile), il est donc impossible que de l'eau liquide existe à la surface.	

Dans les activités 1 à 7, nous agissons comme des explorateurs spatiaux en mission vers Mars afin d'établir un avant-poste martien. Pour augmenter les chances de succès de la mission, nous construirons un système d'arrosage automatique des plantes. Nous allons expérimenter et concevoir un prototype ici sur Terre, afin de pouvoir l'adapter plus tard à l'environnement martien !

• Exercice – Introduction à Arduino

Pour vous familiariser avec Arduino et les bases du C++, utilisez la ressource "Meet Arduino ! Vous y serez guidé à travers l'utilisation de plusieurs capteurs pour effectuer des mesures de l'environnement et commencer à apprécier la façon dont un Arduino peut être utilisé.

→ Activité 1 : Préparation des composants et première conception

- Introduction

Pour qu'une mission vers Mars soit réussie, les astronautes devront être aussi autonomes que possible. Cela inclut le recyclage d'un maximum de leurs ressources et la culture de leur propre nourriture.

Les plantes sont une ressource précieuse. Les légumes sont une source d'aliments à forte densité nutritionnelle qui peuvent être cultivés à partir de petites graines et de bulbes, ce qui limite la quantité de matériel transporté à bord du vaisseau spatial. La photosynthèse, un processus effectué dans les plantes pour produire du glucose pour la croissance et la respiration, nécessite du dioxyde de carbone, dont il y a une abondance dans l'atmosphère martienne. Cependant, les plantes nécessitent une surveillance constante si elles veulent produire de bonnes récoltes, surtout si leur environnement n'est pas naturellement riche en ressources dont elles ont besoin.

Le maintien d'un écosystème sur Mars pourrait donc nécessiter de nombreuses heures et prendre une grande partie du temps des astronautes. Notre tâche est de commencer à développer un système qui permettrait à un ordinateur de surveiller à distance le bien-être d'une plante et de prendre des décisions en conséquence. Cela donnerait aux astronautes une plus grande liberté pour effectuer d'autres tâches.

- **Exercice**

Faites un croquis d'un système d'arrosage automatique, mais avant d'y penser :

- Quel équipement pourrais-je utiliser ?
- Comment l'eau sera-t-elle transportée jusqu'à l'usine ?
- Comment allons-nous décider si la plante a besoin d'être arrosée ?
- Quels sont les problèmes auxquels nous pourrions être confrontés ? Comment pouvons-nous les surmonter ?

Dans l'espace ci-dessous, dessinez et annotez votre premier plan de système d'arrosage :

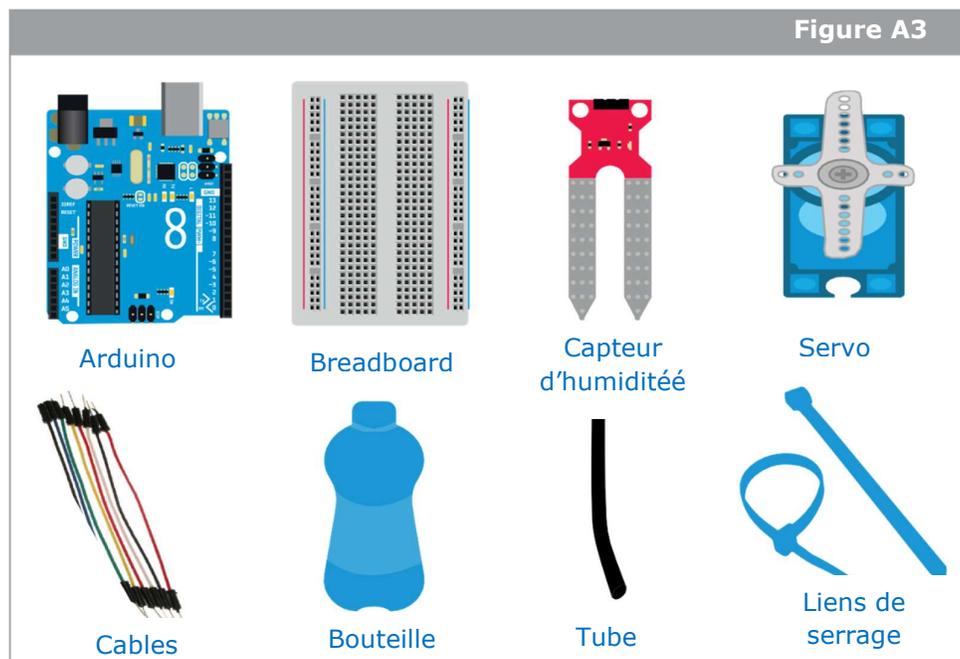
Nous avons choisi un ensemble spécifique de composants pour développer un éventuel système. Combiné à votre connaissance du fonctionnement des différents composants et à la liste de kits ci-dessous, votre tâche consiste à concevoir un système qui peut être utilisé pour arroser automatiquement une plante en fonction du niveau d'humidité du sol.

• **Matériel**

- Arduino (tel que Arduino Uno)
- Alimentation électrique Arduino (ordinateur portable)
- Capteur d'humidité du sol
- Servo (mini 3-5V, c'est bien)
- Breadboard
- Tube (un tube d'irrigation fin est parfait)
- Sol/plante
- Fils - y compris femelles-males et males-femelle
- Ciseaux/couteau d'artisanat
- Bouteille vide
- Pâte adhésive/papier collant
- Attaches de câble
- Un seau

Dans la liste ci-dessus figure un servo. Un servo est un petit moteur qui, lorsqu'il est en position fixe, peut être utilisé pour faire tourner une hélice.

Pensons d'abord à l'aspect physique du système - ne vous inquiétez pas pour les connexions électriques spécifiques pour le moment !



→ Activité 2 : Concevez et testez votre réservoir d'eau

• Introduction

Nous avons maintenant une idée de base sur la façon dont notre système d'arrosage des plantes pourrait fonctionner. L'étape suivante consiste à affiner votre conception par des tests ! Dans cet exercice, vous serez guidé dans la construction d'un modèle spécifique. Si votre conception est différente, vous devrez adapter les étapes ou trouver vos propres idées !

Commençons par la conception proprement dite du système. Pour cette étape, vous aurez besoin :

- La bouteille d'eau
- Pâte adhésive
- Ciseaux
- Un tube d'irrigation
- Un seau

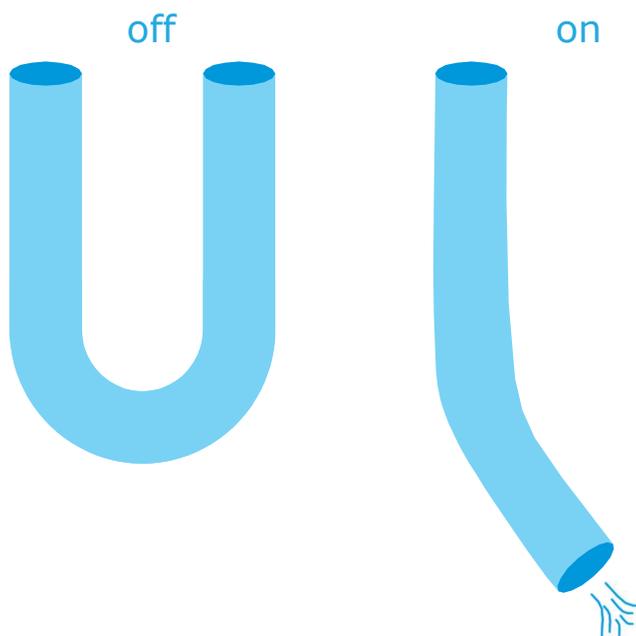
Une grande et large bouteille constitue un réservoir parfait pour notre système d'arrosage. Veillez à garder le couvercle et à couper la partie inférieure de la bouteille pour pouvoir continuer à remplir le réservoir.

Ensuite, nous devons créer un trou dans le bouchon pour notre tuyau d'arrosage. Cette étape doit être réalisée par un enseignant ! Le mieux est de tailler lentement et soigneusement un trou à la taille requise avec une paire de ciseaux. Testez avec la pipe à eau jusqu'à ce que vous soyez satisfait de l'ajustement. Plus l'ajustement est serré, mieux c'est. La longueur du tube dont vous avez besoin peut varier en fonction de votre espace de travail. Mais n'oubliez pas qu'il n'y a pas de pompe dans ce système, nous comptons donc sur la gravité pour permettre et arrêter l'écoulement de l'eau. Gardez cela à l'esprit !

Nous espérons que vous avez réussi à créer un bon ajustement pour le tube, mais il est probable qu'il n'est pas parfaitement étanche. Ce problème peut être facilement résolu avec du blu-tack - un pistolet à colle peut fournir une meilleure étanchéité, si vous voulez créer une installation plus permanente, mais ce n'est pas nécessaire pour notre projet.



Commençons maintenant à réfléchir à la façon dont notre système va fonctionner. Nous devons établir une position "marche" et "arrêt" - quand le tube irriguera, et quand il ne le fera pas. Une configuration intuitive consistera à faire pointer l'extrémité du tube vers le haut en position "off" et vers le bas en position "on". Pour l'instant, il suffit de savoir que notre servomoteur nous aidera en la matière.



• Equation de Bernoulli

L'équation de Bernoulli nous indique dans quelle mesure la pression à l'intérieur d'un fluide en mouvement augmente ou diminue à mesure que la vitesse du fluide change. Voici l'équation de Bernoulli :

$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh = \text{constante}$$

Où :

P est la pression statique en newtons par mètre carré

ρ est la densité en kilogrammes par mètre carré

V est la vitesse en mètres par seconde

g est l'accélération gravitationnelle en mètres par seconde au carré

h est la hauteur en mètres

Imaginez que nous fassions un trou dans notre réservoir d'eau, afin de pouvoir y brancher notre tube. Appliquons maintenant l'équation de Bernoulli à ce système, où les conditions de (1) sont celles du réservoir d'eau, et les conditions de (2) sont celles du tuyau.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho gh_2$$

• Exercice

1. Isolez la vitesse de l'eau qui sort du réservoir (v_2). Quelle est la principale variable dont elle dépend ?

Note : Supposons que le trou soit très petit ($h_2 \sim 0$), et que la vitesse dans le réservoir soit beaucoup plus lente que dans le tube ($v_1 \sim 0$).

2. Après avoir testé votre système, quelles sont les caractéristiques de votre système (le tube et la bouteille d'eau) qui sont importantes pour la mise en place du réservoir d'eau ? Plus précisément, quels facteurs affecteront le débit d'eau et si celui-ci s'arrêtera en position "arrêt" ?

3. Déterminez si les déclarations suivantes sont vraies ou fausses :

Déclaration	Vrai ou Faux
L'eau s'écoulera plus rapidement dans le tube que dans le réservoir	
Le diamètre de la bouteille est important pour déterminer le débit	
Le diamètre du tuyau est important pour déterminer le débit	
La différence de hauteur entre la bouteille et le tuyau n'est pas importante	

4. Utilisez vos nouvelles connaissances pour tester le réservoir, puis réfléchissez à la manière dont vous pourriez affiner votre conception pour obtenir une installation idéale.

Dessinez votre installation après avoir testé votre réservoir d'eau et annotez-la :

→ Activité 3 : Montage du servomoteur et raccordement de la conduite d'eau

• Introduction

Nous avons maintenant une assez bonne idée de ce à quoi notre système ressemblera, mais pour le moment, il nécessite notre contribution et notre intervention pour qu'il fonctionne. Notre objectif est d'automatiser ce système, afin que les astronautes puissent utiliser leur temps de manière plus efficace. L'un des moyens pour y parvenir est d'utiliser un servo.

• Matériel

- Votre réservoir d'eau
- Pâte adhésive
- Un servo
- Attaches de câble
- Arduino
- Breadboard
- Câbles

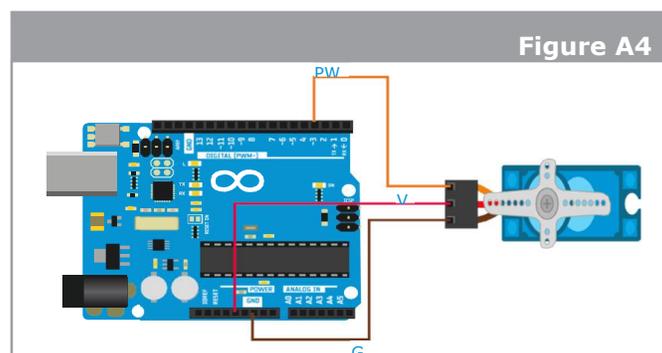
• Exercice

Étape 1 : Apprenez à programmer votre servomoteur.

Pour cette étape, vous aurez besoin :

- Un servo-moteur
- L'Arduino
- Une planche à pain (facultatif)
- 3 fils mâles à mâles

Vous devrez utiliser les fils pour connecter votre servo à l'Arduino Uno. Vous pouvez soit le faire directement dans l'Arduino, soit brancher 3 câbles supplémentaires dans la platine.



L'IDE Arduino comprend un exemple de dessin appelé "sweep". Il peut être utilisé pour tester la stabilité et le mouvement du servo. L'orientation peut être facilement modifiée en enlevant et en faisant tourner l'hélice.

Pour tester votre servo, écrivez un code simple comme celui présenté ci-dessous. Ce code fera pivoter le servo de 100 degrés toutes les deux secondes.

Figure A5

```
#include <Servo.h>

Servo myservo; // create servo object to control a servo

void setup() {
  myservo.attach(3); // attaches the servo on pin 3 to the servo object
}

void loop() {
  myservo.write(100);           // tell servo to go to position in variable 'pos'
  delay(2000);                 // waits 15ms for the servo to reach the position
  myservo.write(0);           // tell servo to go to position in variable 'pos'
  delay(2000);                 // waits 15ms for the servo to reach the position
}
```

Étape 2 : Motorisez votre système.

Pour cette étape, vous aurez besoin des composants supplémentaires :

- Pâte adhésive
- Votre réservoir d'eau
- Une surface plane et verticale à laquelle vous pouvez fixer le servo
- Attaches de câbles



Maintenant que nous savons comment programmer notre servo, nous pouvons le déconnecter de l'Arduino afin de le placer dans notre nouvelle configuration.

Pour cela, nous devons monter notre servo et le connecter à la conduite d'eau. La pâte adhésive peut être utilisée pour monter le servo sur un mur approprié. Là encore, un pistolet à colle permettrait d'obtenir une fixation plus permanente, mais il est probable que vous deviez apporter des ajustements à votre installation au cours des premières étapes.

Un jeu d'hélices est inclus dans la plupart des kits de servo. Nous utiliserons l'une d'entre elles pour connecter le tuyau au servo, en utilisant deux serre-câbles pour le fixer.

La longueur entre l'extrémité du tuyau et l'hélice est importante - le coude créé par le servo doit être suffisamment long pour arrêter l'écoulement de l'eau. Si le coude est trop petit, l'eau continuera à couler en position "arrêt" - les plantes martiennes ne survivront pas !



Nous sommes maintenant prêts à fixer le tuyau au servo. Il suffit de cliquer pour le mettre en place et nous sommes presque prêts !

Nous allons maintenant connecter notre servo à l'Arduino afin de déterminer si l'eau peut être arrêtée ou non avec notre installation actuelle. Une fois la configuration terminée, vous êtes prêt à faire des tests.

Santé et sécurité

Avant de commencer, assurez-vous de cela :

- Vous disposez d'un seau pour recueillir l'eau
- Les appareils électroniques et les fils sont à une distance de sécurité de la bouteille d'eau et de tout risque de déversement

Pour trouver l'emplacement idéal de votre servo, vous devrez trouver le bon équilibre entre les deux :

- La hauteur de la bouteille d'eau
- La hauteur du servo
- La position de l'hélice sur le tuyau
- L'orientation de l'hélice sur le servo
- Les degrés de rotation utilisés dans le code entre la position "on" et "off"

Notez tout ajustement que vous avez fait à votre système à la suite de vos tests :

→ Activité 4 : Tester le capteur d'humidité

• Introduction

Maintenant que la première moitié de notre système fonctionne, il est temps de tester le capteur d'humidité du sol et de voir comment nous allons l'intégrer dans notre système. Les deux "pattes" du capteur d'humidité fonctionnent comme une résistance variable. Plus il y a d'eau dans le sol, meilleure est la conductivité, et vice versa. Nous utiliserons ce principe afin d'automatiser complètement notre système.

• Matériel

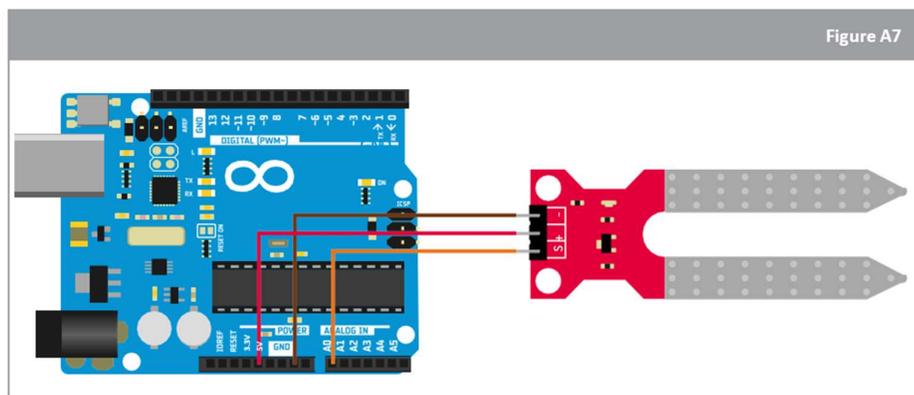
- Capteur d'humidité du sol
- Fils de fer mâles-femelles
- Breadboard
- Arduino

• Exercices

Note

Certains capteurs sont calibrés pour donner une lecture plus élevée à une conductivité plus élevée, alors que d'autres donnent une lecture plus faible. Pour comprendre quel capteur vous avez, comparez une mesure dans l'air à une mesure dans l'eau - ne submergez pas complètement le capteur !

Pour tester votre capteur d'humidité, connectez-le à votre Arduino comme indiqué sur le schéma.



Nous sommes maintenant prêts à écrire un code simple pour mesurer et afficher la valeur du capteur d'humidité.

Le code de la figure A8 prend une lecture toutes les secondes et imprime la valeur dans le moniteur de série. Utilisez ce code pour tester votre capteur d'humidité et pour calibrer votre système d'arrosage.

Figure A8

```
1 int soilsensorpin = 0;
2 int soilmoisture;
3
4 void setup() {
5   Serial.begin(9600); //baudrate serial monitor
6
7 }
8
9 void loop() {
10  soilmoisture = analogRead(soilsensorpin);
11
12  Serial.println();
13  Serial.print("sensor value = ");
14  Serial.print(soilmoisture);
15  delay(2000);
16
17 }
```

- Quelle valeur le capteur donne-t-il lorsqu'il est placé dans l'eau ? _____
 - Quelle valeur le capteur donne-t-il dans l'air "sec" ? _____
 - Quelle serait la valeur appropriée pour faire passer votre système de l'état "marche" à l'état "arrêt" ?
-

Une fois que vous êtes satisfait du fonctionnement du capteur, vous êtes prêt à terminer l'installation !

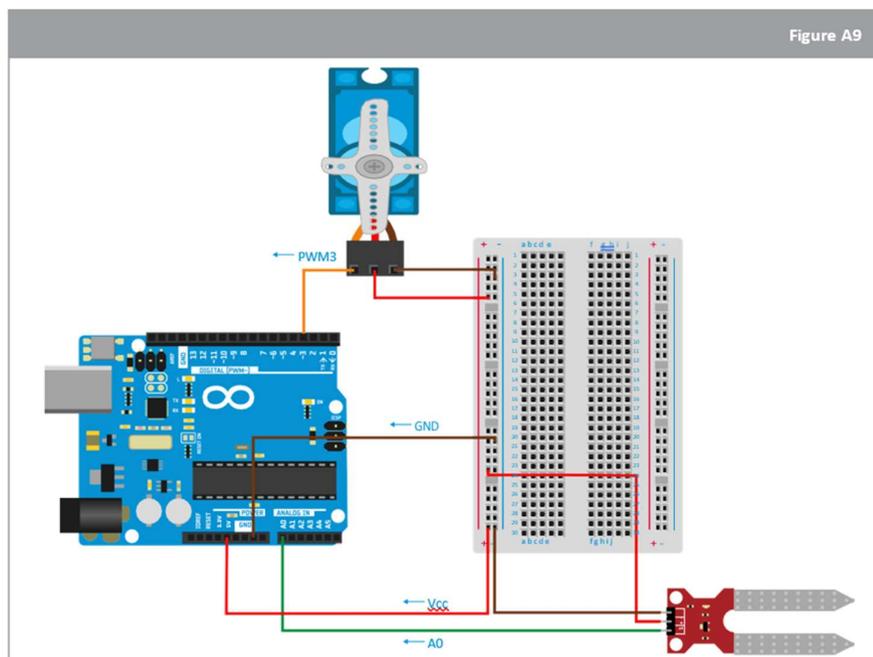
→ Activité 5 : Connexion des composants

• Introduction

On y est presque ! Nous avons maintenant une bonne compréhension de tous les éléments de notre système. Il est maintenant temps de les rassembler et de tester le système pour voir si tout fonctionne.

• Exercice

Une fois que vous êtes satisfait de chaque élément de votre système d'eau, vous êtes prêt à compléter l'installation en connectant les composants à l'Arduino. Après avoir suivi les guides précédents, cela devrait être simple. Un diagramme de l'installation complète est présenté ci-dessous. Faites attention ! Selon le capteur d'humidité que vous utilisez, la disposition des broches peut varier. Consultez toujours la fiche technique du fabricant si vous avez des doutes.



Les fils du servo sont codés par couleur comme suit : marron - masse (GND), rouge - 5V (Vcc), orange - "impulsion". Notez les quatre broches numériques sur la carte Arduino qui ont ~ à côté de leur numéro (3, 9, 10 et 11). Ce symbole indique que la broche est une broche de modulation de largeur d'impulsion. Si vous souhaitez savoir ce que cela signifie, vous trouverez de plus amples informations à l'adresse suivante : <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation>. C'est important pour nous car c'est le type de broche requis par le servo.

→ Activité 6 : Programmez votre système

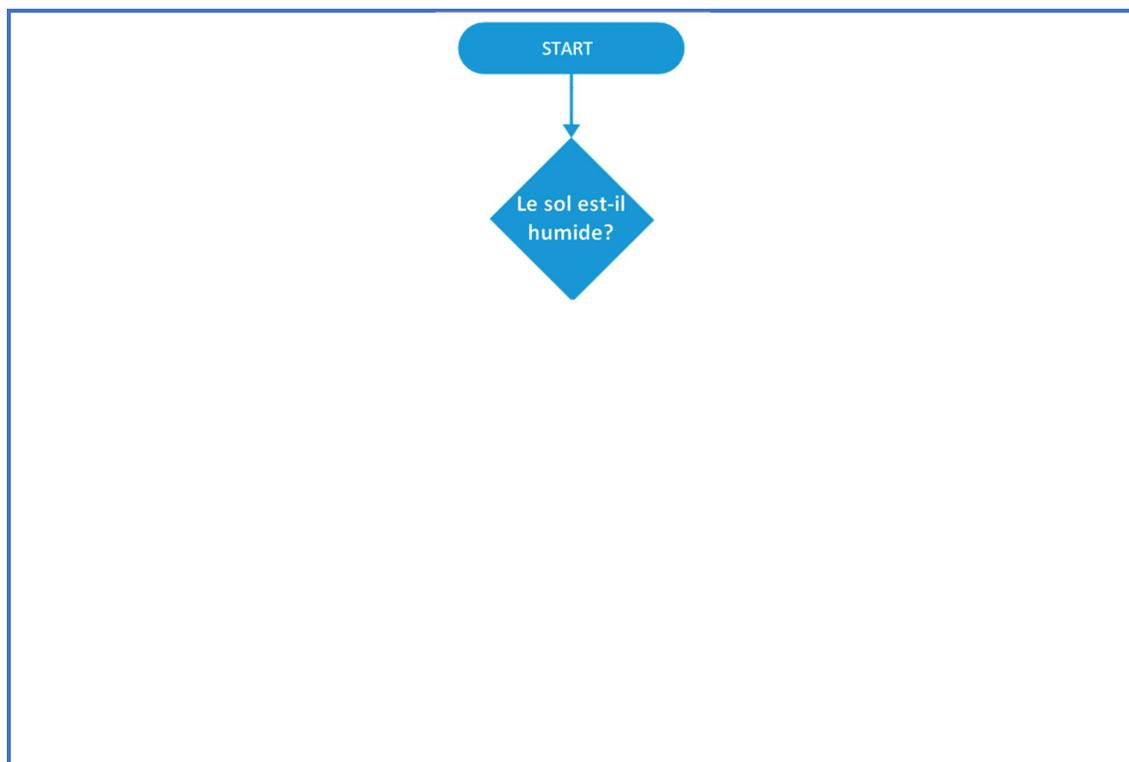
• Introduction

Nous avons testé chaque élément du système séparément, à la fois mécaniquement et à l'aide de code. Lors de l'activité précédente, nous avons assemblé le système. Il est maintenant temps d'écrire le code unique qui sera utilisé pour faire fonctionner l'ensemble du système ! Ce n'est pas aussi intimidant que cela en a l'air. Nous avons déjà fait la majeure partie du travail, il est juste temps de tout assembler.

• Exercice

Pour faciliter l'écriture de notre code, nous pouvons d'abord réfléchir au problème sur papier, en utilisant la même logique que celle que vous utiliserez au moment d'écrire le code. Cela se fait facilement dans un organigramme. En général, un rectangle dans un organigramme est une commande, et un losange une question/décision. Des flèches sont utilisées pour indiquer le chemin à suivre dans le diagramme, en fonction des décisions prises.

1. Essayez d'écrire votre "code" sous la forme d'un organigramme ci-dessous :



Nous avons maintenant tout en place pour commencer à faire fonctionner notre système automatisé d'arrosage des plantes. Il ne reste plus qu'à écrire le code et à l'envoyer à notre Arduino.

La première chose que nous devons faire dans notre code est d'établir plusieurs quantités/variables, notamment : la broche utilisée pour le capteur de sol, la broche utilisée pour le servo, une variable pour stocker la lecture du capteur, et une position de marche et d'arrêt pour le servo. Tout cela se fait par la commande "int". Nous devons également définir un nom pour notre servo et nous assurer que la bibliothèque de servo est appelée dans le code.

Figure A10

```
#include <Servo.h>
Servo waterServo; //creates the name of your servo
int soilsensorpin = 0; //assignes a pin for the soil sensor
int servoPin = 3; //sets the servo pin, this must be a PWM pin
int soilmoisture; //variable to store one sensor reading
int wateringOn = 0; //position of servo to allow water to flow
int wateringOff = 120; //position of servo to hold water
```

Prenez note, la position du servo est donnée en degrés et les valeurs que vous devrez utiliser dépendront de l'orientation de votre servo/hélice, et seront probablement différentes des chiffres que vous voyez ci-dessus.

Ensuite, comme dans les exemples précédents, nous devons établir un débit en bauds (étroitement lié au débit binaire, la vitesse à laquelle les informations/données sont transférées). Nous devons également indiquer à l'Arduino que le servo est une sortie.

Figure A11

```
void setup() {

  Serial.begin(9600); //baudrate serial monitor
  waterServo.attach(servoPin); //sets servo pin as output
}
```

Nous sommes maintenant prêts à commencer à rédiger notre programme principal. Nous pouvons voir, en regardant l'organigramme, que l'Arduino doit mesurer une variable (dans ce cas, "l'humidité du sol") et faire l'une des deux choses suivantes en fonction de sa valeur. En C++, cette situation peut facilement être résolue en utilisant une instruction "if, else".

La syntaxe d'un "si, sinon" est très simple et peut être consultée ci-dessous :

```
if(boolean_expression) {  
  // statement(s) will execute if the boolean expression is true  
} else {  
  // statement(s) will execute if the boolean expression is false  
}
```

Une "expression booléenne" est une déclaration mathématique qui est soit vraie soit fausse et qui comprend souvent l'utilisation des symboles suivants : <, >, =.

2. En utilisant les variables que nous avons définies précédemment, essayez d'écrire votre propre déclaration "if, else" en utilisant la syntaxe correcte dans l'espace ci-dessous. Vous pouvez également envisager d'imprimer la valeur de l'humidité du sol dans le moniteur en série (utilisez le guide précédent si vous avez oublié comment faire).

```
If( ) {  
  
} else  
{
```

Vous êtes maintenant prêt à exécuter votre programme ! C'est une bonne idée de faire d'abord un test sans eau dans le système - l'eau et l'électronique ne se mélangent pas bien et le programme pourrait ne pas fonctionner exactement comme vous l'avez prévu !

Bien que le code que nous avons conçu fasse ce qu'il est censé faire, il y a de nombreuses façons de l'améliorer. Par exemple, le code que nous avons conçu fait ce qu'il est censé faire, mais il pourrait être amélioré de nombreuses façons :

3. Notez les améliorations dans l'espace ci-dessous - pourriez-vous les intégrer dans votre code ?

La saviez-vous ?

La consommation mondiale annuelle d'eau d'irrigation devrait dépasser les 1500 kilomètres cubes d'ici 2025 ! Il est donc vital que tout système d'irrigation conçu pour une mission vers Mars soit aussi efficace et autonome que possible, sinon les quantités d'eau nécessaires à elles seules rendront la mission impossible ...



→ Activité 7 : Prêt pour Mars

• Introduction

L'eau n'est bien sûr qu'une des nombreuses ressources vitales dont une plante a besoin pour survivre. Comment pourrait-on développer un système inclusif et autonome capable de surveiller et de maintenir les plantes en bonne santé dans un environnement martien ? Y a-t-il quelque chose d'unique dans l'environnement martien dont nous devons tenir compte ? Y a-t-il d'autres préoccupations liées à une mission vers Mars ? N'oubliez pas que tout ce qui est requis pour le système doit faire le voyage avec les astronautes, donc des solutions simples et légères sont les meilleures !

• Exercice

1. Pensez aux changements que vous devriez apporter au système si vous étiez sur Mars. Réfléchissez :

- Y a-t-il eu des relevés d'anomalies ? Si oui, comment pourriez-vous les traiter ?
- L'eau a-t-elle coulé seulement quand elle était nécessaire ?
- Quelles sont les différences entre la Terre et Mars, et ces différences ont-elles des conséquences sur notre système ?

2. Est-il éthique d'envoyer de la vie terrestre sur Mars ? Et s'il y a déjà de la vie sur Mars et que celle-ci est accidentellement contaminée ou tuée ?

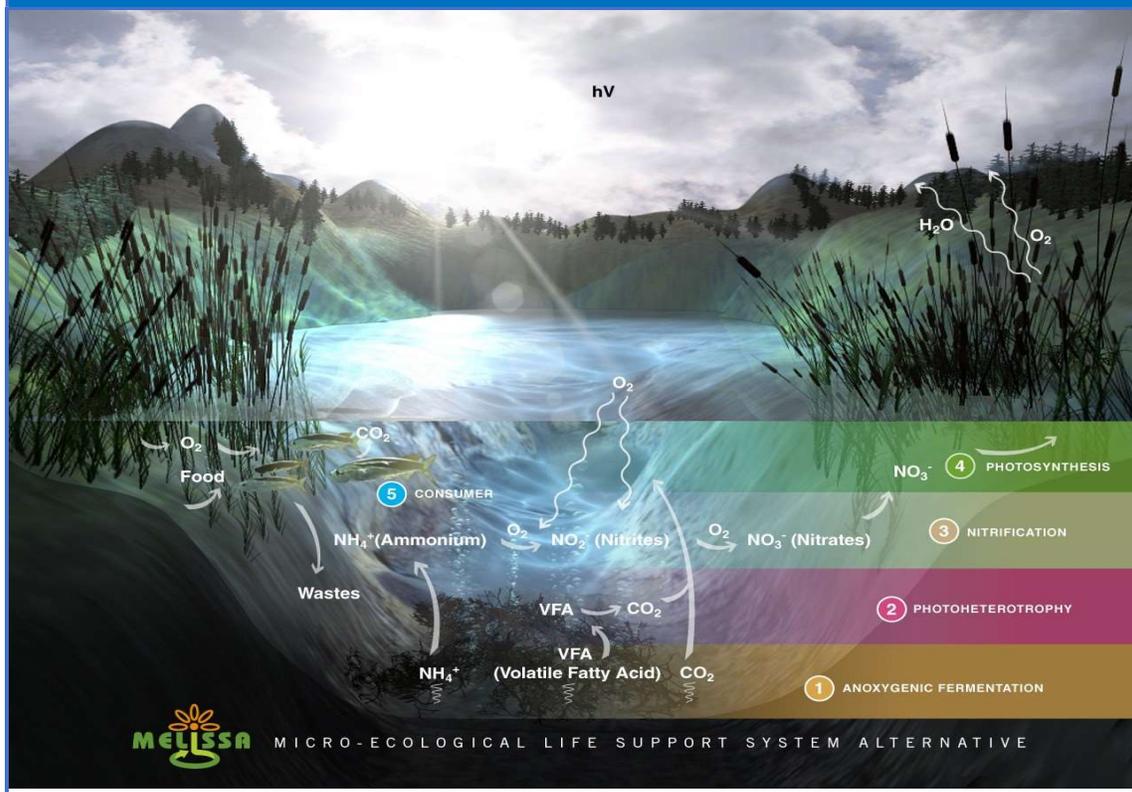
Votre professeur vous assignera à un groupe pour réfléchir aux arguments "pour" ou "contre" une telle mission sur Mars. Essayez de débattre de vos raisons avec vos pairs. Quelques points de départ pour chaque partie de l'argument sont donnés ci-dessous.

Pour	Contre
<ul style="list-style-type: none"> • Nous devons le faire pour que l'humanité puisse survivre • Il pourrait nous apprendre des choses sur la vie sur Terre • • 	<ul style="list-style-type: none"> • Nous pourrions contaminer ou tuer des vies déjà existantes • Les radiations peuvent entraîner des mutations imprévisibles dans la vie • •

Un aspect que vous n'avez peut-être pas encore pris en compte est la question de savoir comment les plantes vont recevoir suffisamment de nutriments pour être en bonne santé. Sur Terre, nous faisons souvent pousser des plantes dans le sol, qui agit comme un réservoir contenant les minéraux et les nutriments essentiels dont les plantes ont besoin. Cependant, le sol lui-même n'est pas vraiment nécessaire ! Les racines des plantes absorbent les nutriments du sol après leur dissolution dans l'eau. L'hydroponie est une méthode de culture de plantes sans sol qui utilise l'eau comme réservoir de solutions nutritives. C'est une méthode plus efficace car elle élimine les pertes d'eau dues à l'évaporation et l'eau est recyclée. Un avantage crucial de l'application de cette méthode à une mission sur Mars est que nous n'aurions pas besoin de grandes quantités de terres agricoles, nous aurions simplement besoin de serres confinées.

3. Pouvez-vous énumérer d'autres avantages de la culture hydroponique pour une mission sur Mars ?

La saviez-vous ?

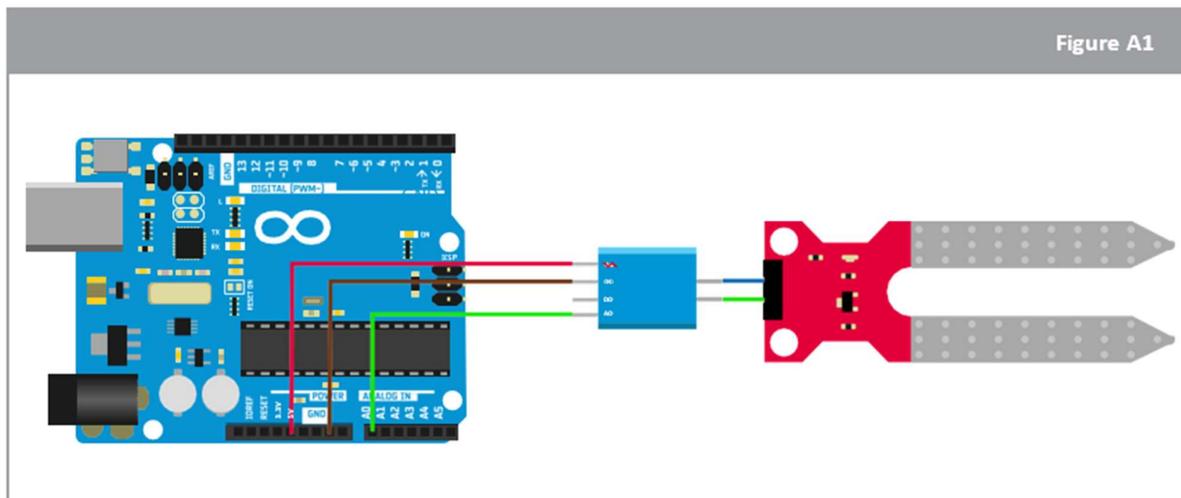


L'initiative MELISSA de l'ESA est l'Alternative aux systèmes de survie micro-écologiques, qui vise à développer la technologie d'un système de survie fermé à utiliser dans l'exploration spatiale. Il est conçu pour recréer un écosystème artificiel, semblable à un lac sur Terre, dans lequel les déchets sont traités par les plantes et les algues pour régénérer la nourriture, l'oxygène et purifier l'eau.

→ Annexe 1 : Différences entre les capteurs d'humidité

Le capteur d'humidité dont il est question dans les activités contient un contrôleur embarqué et peut être connecté directement aux broches de l'Arduino. Certains capteurs d'humidité ont une carte de contrôle externe et doivent d'abord être connectés à cette carte externe avant de pouvoir s'interfacer avec l'Arduino.

La configuration exacte varie selon les capteurs d'humidité. Cependant, les broches seront souvent étiquetées Vcc, GND, AO (sortie analogique) et DO (sortie numérique). Si c'est le cas pour le capteur que vous utilisez, un schéma de circuit approprié est présenté dans la figure ci-dessous. Si votre capteur est différent des deux capteurs dont nous avons parlé (avec des contrôleurs embarqués ou externes), vous devez consulter le manuel du fabricant pour obtenir des instructions supplémentaires.



→ Liens utiles

- **Ressources d'ESERO Belgium**

<http://eserobelgium.be/index.php/ressources-pedagogiques/>

- **Autres liens**

Rencontrez Arduino ! Ressource

http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/T04.1_Meet_Arduino_C.pdf

Le projet MELiSSA de l'ESA

https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Melis

Système d'arrosage automatique sans pompe

<https://www.instructables.com/id/No-Pump-Automatic-Watering>

Guide des capteurs d'humidité du sol

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/soil-moisture-sensor-hookup-guide/all>