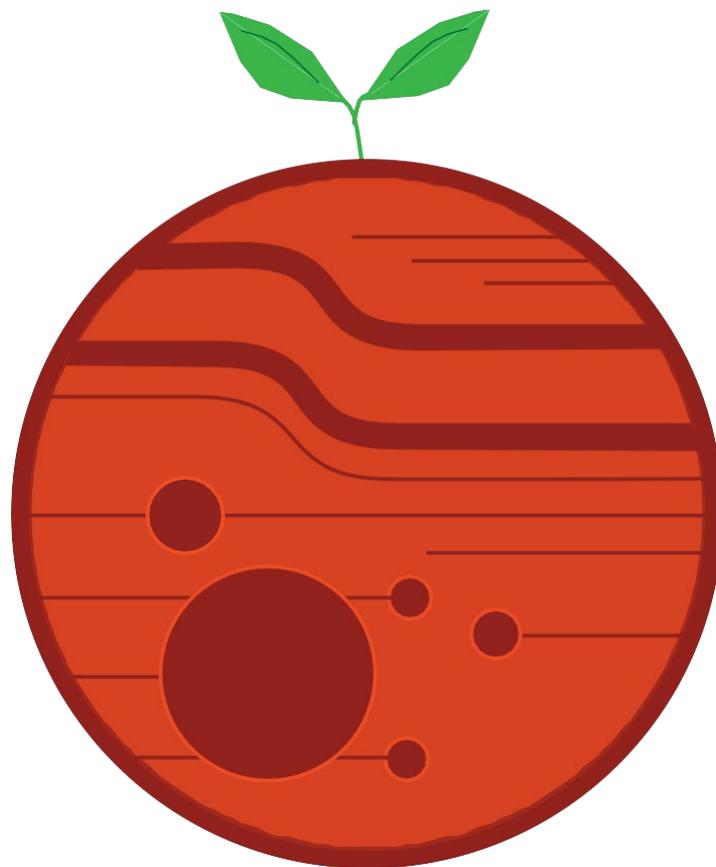
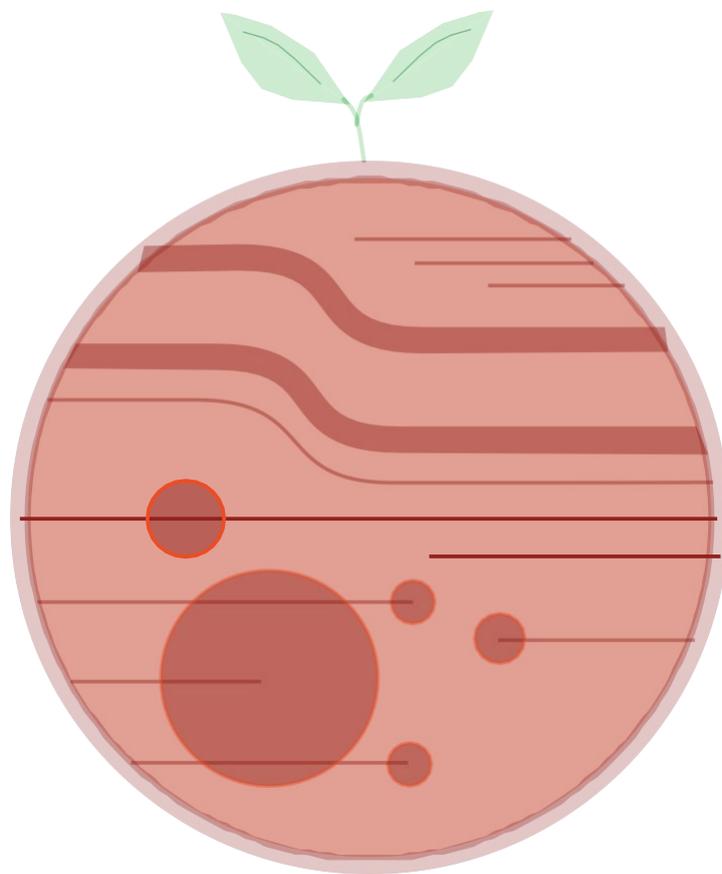


teach with space

→ DES PLANTES SUR MARS

Construire un système d'arrosage automatique





Éléments clés page 3

Résumé des activités page 4

Activité 0 : Prise en main page 5

Activité 1 : Préparation des éléments et première conception page 7

Activité 2 : Conception et test de votre réservoir d'eau page 8

Activité 3 : Montage du servomoteur et raccordement du tuyau d'eau page 10

Activité 4 : Test du capteur d'humidité page 11

Activité 5 : Raccordement de tous les composants page 12

Activité 6 : Programmation de votre système page 13

Activité 7 : Prêt à voyager sur Mars ? page 14

Annexe 1 : Différences entre capteurs d'humidité page 32

teach with space - Des plantes sur mars | T09

www.esa.int/education

<https://esero.fr>

ESA Education vous remercie d'avance pour vos commentaires

En Europe à teachers@esa.int

En France à esero.france@cnes.fr

Une production ESA Education en collaboration avec ESERO Portugal

traduite en français par ESERO France

Copyright © European Space Agency 2019

Copyright © ESERO France, CNES 2020

→ DES PLANTES SUR MARS

Construire un système d'arrosage automatique

Éléments clés

Tranche d'âge : de 14 à 19 ans

Complexité : Moyenne

Durée de la leçon : 3 heures

Lieu : en intérieur

Inclut l'utilisation de :

- Un ordinateur
- Arduino
- Une plaque d'expérimentation
- Des câbles de circuit (mâle-mâle et mâle-femelle)
- Un micro servomoteur
- Un capteur d'humidité
- Une bouteille
- De la pâte adhésive Blu Tack
- Des serre-câbles
- Un tuyau d'arrosage et une source d'eau
- Un seau
- Une plante en pot (ou de la terre)

Résumé

Les élèves vont étudier la technologie utilisée dans l'espace avec l'outil Arduino. Ils construiront un système d'arrosage automatique qui mesure l'humidité du sol et arrose une plante en conséquence. Les bases de la programmation en C++ seront présentées à l'aide de l'environnement de développement intégré Arduino.

Les élèves apprendront

- À identifier des composants électroniques
- À comprendre les bases de la programmation en C++
- À utiliser et à calibrer des capteurs pour prendre des mesures
- Les bases de la physique des fluides
- À implémenter une technologie pour résoudre un problème
- À communiquer, à discuter et à évaluer des hypothèses
- À travailler en équipe et à partager des idées
- À comprendre et à évaluer les risques et les dangers sur Mars
- Davantage d'informations sur les ressources naturelles
- Davantage d'informations sur les boucles fermées et l'autosuffisance
- À créer un modèle de travail en le planifiant, en l'analysant et en le peaufinant

→ Résumé des activités

| Résumé des activités | | | | | |
|----------------------|---|--|--|--|------------|
| | Titre | Description | Résultat | Exigences | Durée |
| 0 | Bienvenue sur Mars | Les élèves découvrent les conditions martiennes et leurs conséquences sur l'épanouissement de la vie. | Les élèves apprendront les différences entre la Terre et Mars et les évalueront. | Aucune | 15 minutes |
| 1 | Préparation des éléments et première conception | Les élèves sont guidés à l'aide d'une série de recherches pour concevoir un système d'arrosage des plantes à partir d'une liste d'équipements. | Les élèves comprendront la nécessité d'un système d'arrosage automatique et planifieront une première conception. | Activités précédentes Voici Arduino ! | 30 minutes |
| 2 | Conception et test de votre réservoir d'eau | Les élèves se familiarisent avec les principes fondamentaux de la physique des fluides, pour affiner et tester leur conception. | Les élèves analyseront les répercussions de leur conception sur le débit et créeront une conception idéale. | Activités précédentes | 40 minutes |
| 3 | Montage du servomoteur et raccordement du tuyau d'eau | Les élèves sont guidés dans la programmation du servomoteur pour contrôler le débit d'eau. | Les élèves disposeront d'un système de tuyau d'eau motorisé qu'ils pourront mettre en marche et arrêter. | Activités précédentes Voici Arduino ! | 20 minutes |
| 4 | Test du capteur d'humidité | Les élèves sont guidés pour programmer et tester le capteur d'humidité du sol. | Les élèves disposeront d'un détecteur d'humidité calibré. | Activités précédentes Voici Arduino ! | 15 minutes |
| 5 | Raccordement de tous les composants | Les élèves raccorderont les circuits précédents. | Les élèves disposeront d'un système d'arrosage complet. | Activités précédentes | 15 minutes |
| 6 | Programmation de votre système | Les élèves sont encouragés à concevoir leur programme en C++ pour une automatisation totale, à l'aide d'organigrammes pour la pensée computationnelle. | Les élèves découvriront l'importance de tester leur programme et leur conception itérative afin d'obtenir un système d'arrosage automatique fonctionnel. | Activités précédentes Voici Arduino ! | 30 minutes |
| 7 | Prêt à voyager sur Mars ? | Les élèves réfléchiront à des adaptations pour l'utilisation de leur système d'arrosage sur Mars, discuteront de questions éthiques et découvriront la culture hydroponique. | Les élèves pourront appliquer leur connaissance de Mars à leur conception et formuler un argument éthique justifié. | Activités précédentes | 15 minutes |

→ Activité 0 : Bienvenue sur Mars

Introduction

Cette activité présente aux élèves le contexte dans lequel s'inscrit une mission spatiale sur Mars et les défis qui pourraient être associés à la vie sur Mars. Vous aborderez les différences entre la Terre et Mars et les conséquences sur la vie. Les élèves seront invités à réfléchir à ce qui est nécessaire pour que la vie s'épanouisse. Il est recommandé aux élèves de se familiariser avec l'utilisation d'Arduino grâce au support de cours « Voici Arduino ! », dont vous trouverez le lien à la fin de cette ressource.

Informations contextuelles

D'après ce que nous savons déjà sur Mars, il serait difficile d'imaginer que la vie qui a évolué sur Terre puisse survivre dans l'environnement martien. Malgré une inclinaison axiale proche de celle de la Terre (25° contre 23°), qui permet des saisons similaires à celles que nous connaissons sur Terre, il n'y a pas d'océans pour aider à réguler la température de surface et l'atmosphère est mince (environ 1 % de la densité de la Terre). Résultat : il y a des variations de température considérables entre le jour et la nuit.

L'orbite de Mars est également beaucoup plus excentrique (elliptique) que celle de la Terre, ce qui signifie qu'à certaines périodes de l'année, la planète est beaucoup plus proche du Soleil qu'à d'autres, accentuant ainsi le problème des variations extrêmes de température. L'atmosphère mince et le manque d'ozone, combinés à l'absence de protection contre un champ magnétique, exposent la surface de Mars à des rayons UV nocifs et à des vents solaires. Les recherches d'une ressource vitale, l'eau liquide, à la surface de Mars, ont jusqu'à présent été infructueuses. Il existe cependant des signes d'une quantité importante de glace d'eau.

De plus, le CO₂ représente environ 96 % de l'atmosphère, un pourcentage qui est certainement trop élevé pour les animaux sur Terre mais aussi pour de nombreuses plantes. Si nous voulons faire pousser des plantes sur Mars, nous devons peut-être employer nos technologies et outils modernes afin de créer des habitats artificiels et des systèmes d'irrigation sophistiqués.

Cependant, plusieurs facteurs positifs sont à noter. Tout d'abord, la durée d'une journée martienne, qui dure 24 heures et 37 minutes, est très proche de celle d'une journée terrestre. Cela signifie que les cycles de photosynthèse et de respiration des plantes resteraient en grande partie les mêmes. En outre, bien que Mars soit plus éloignée du Soleil que la Terre, elle reçoit tout de même suffisamment de lumière solaire pour permettre à une plante de réaliser la photosynthèse. À cela s'ajoute l'eau qui pourrait éventuellement être extraite des pôles glacés de Mars. Nous disposerions alors de deux des composants vitaux nécessaires à l'épanouissement d'une plante. Cela pourrait réduire la quantité de matériaux à transporter à bord du vaisseau spatial.

Pour terminer, parlons de la zone « Boucles d'or ». Il s'agit de la zone habitable autour du Soleil. Dans cette zone, la plage de température permet à l'eau d'exister sous forme liquide sur une planète en orbite. Le nom est tiré du conte « Boucles d'or et les Trois Ours », dans lequel une petite fille, Boucles d'or, décide de manger un bol de gruau, qui n'est ni trop chaud, ni trop froid, mais juste à la bonne température !

Réponses des exercices

1. Pour commencer à réfléchir à la question, énumérez quelques-uns des éléments dont les plantes et autres organismes vivants ont besoin pour survivre :

Les principaux éléments dont les plantes et autres organismes vivants ont besoin pour survivre et que les élèves doivent identifier ici sont :

- une source d'énergie (nourriture pour les animaux et lumière du soleil pour les plantes) ;
- de l'eau ;
- des nutriments ;
- de l'oxygène ;
- du dioxyde de carbone (nécessaire à la photosynthèse des plantes).

Ils peuvent aussi discuter d'autres éléments comme la protection, la chaleur et la sécurité dans leur environnement. Ces aspects sont tous pertinents et peuvent être reliés à une discussion plus approfondie sur les écosystèmes et l'environnement.

2. Discutez avec vos camarades de classe et votre professeur des réponses que vous donneriez aux questions suivantes sur la Terre :

- Pourquoi y a-t-il 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 « Boucles d'or » ? La Terre s'y trouve-t-elle ?

Les questions de cet exercice ont pour but de vérifier que les élèves comprennent déjà certaines caractéristiques fondamentales de la Terre. Ils doivent consolider leurs connaissances existantes, mais vous pouvez en profiter pour clarifier les malentendus les plus courants, en particulier la cause des saisons terrestres, en utilisant les informations de base ci-dessus.

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

En utilisant les informations de base ci-dessus et les résultats des discussions de l'exercice précédent, les élèves doivent remplir le tableau ci-dessous et réfléchir à la justification de leurs réponses.

Affirmations sur Mars - Tableau A1

| Affirmation | Vrai ou faux |
|---|--------------|
| Mars connaît des saisons, tout comme la Terre. | Vrai |
| L'orbite de Mars est semblable à celle de la Terre, ce qui signifie que la température à la surface est relativement constante. L'orbite de Mars est beaucoup plus excentrique, ce qui signifie que la température varie beaucoup plus que sur Terre. | Faux |
| Mars a une atmosphère épaisse, retenant la chaleur du Soleil. Mars a une atmosphère très mince, ce qui provoque des baisses de température drastiques pendant la nuit. | Faux |
| Mars n'a pas de champ magnétique, ce qui signifie qu'elle est moins protégée contre les rayons UV nocifs et les vents solaires. | Vrai |
| Nous avons trouvé de l'eau liquide à la surface de Mars. Nous avons trouvé des signes d'eau gelée près des pôles, mais pas d'eau liquide. | Faux |
| La composition atmosphérique de Mars est similaire à celle de la Terre. L'atmosphère de Mars a un pourcentage de CO₂ beaucoup plus élevé que l'atmosphère terrestre, et un pourcentage d'oxygène presque nul. | Faux |
| Les plantes sur Mars devront s'adapter aux cycles diurnes et nocturnes très différents de la planète. Le jour martien est de 24 heures et 37 minutes. Les cycles jour/nuit sont donc très similaires à ceux sur Terre. | Faux |
| Mars ne se trouve pas dans la zone « Boucles d'or » (habitable) ; il est donc impossible que de l'eau liquide existe à la surface. Mars se trouve juste à la limite de la zone habitable ; il est donc possible que de l'eau liquide existe à sa surface. | Faux |

→ Activité 1 : Préparation des éléments et première conception

Introduction

Les élèves doivent réfléchir à la façon dont ils vont concevoir un système d'arrosage automatique. On leur donne une liste des matériaux fournis et des informations sur le fonctionnement de chacun des composants.

Réponse de l'exercice

Dans le cadre de cet exercice, vous devriez obtenir un large éventail de propositions. S'il est vrai que certaines idées ne sont pas réalisables, il y en a un nombre incalculable qui pourraient être mises en œuvre. Il est tout à fait probable que la conception proposée par les élèves ici ne corresponde pas à leur conception finale. Les élèves ne doivent pas se décourager s'ils doivent modifier leur plan tout au long des activités, car cela fait partie du processus. En tant que professeur, vous devez chercher à voir s'ils ont réfléchi aux questions posées et si leur proposition a du sens.

→ Activité 2 : Conception et test de votre réservoir d'eau

Introduction

Dans cette activité, les élèves verseront de l'eau dans leurs systèmes prototypes pour voir comment se comporte leur conception. Les élèves pourront ainsi passer par un processus scientifique itératif de conception et de construction d'un système.

Exercice

1. **Déterminez la vitesse de l'eau qui sort du réservoir (v_2). De quelle variable principale dépend-elle ?**

Après avoir appliqué le principe de conservation de l'énergie dans notre système, nous arrivons à l'équation Bernoulli :

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Le premier terme P correspond à la pression.

Le deuxième terme ($\frac{1}{2} \rho v_1^2$) équivaut à l'énergie cinétique par volume unitaire.

Le troisième terme ($\rho g h$), à l'énergie potentielle par unité de volume.

Si nous utilisons un réservoir avec un petit trou dessus (et un tuyau d'écoulement), nous devons prendre en considération :

- que le haut et le bas sont exposés à la pression atmosphérique.
- que la vitesse dans le réservoir (v_1) approche 0.
- que la « hauteur » ou la section transversale du tuyau d'écoulement (h_2) est proche de 0.

En réorganisant l'équation, nous obtenons :

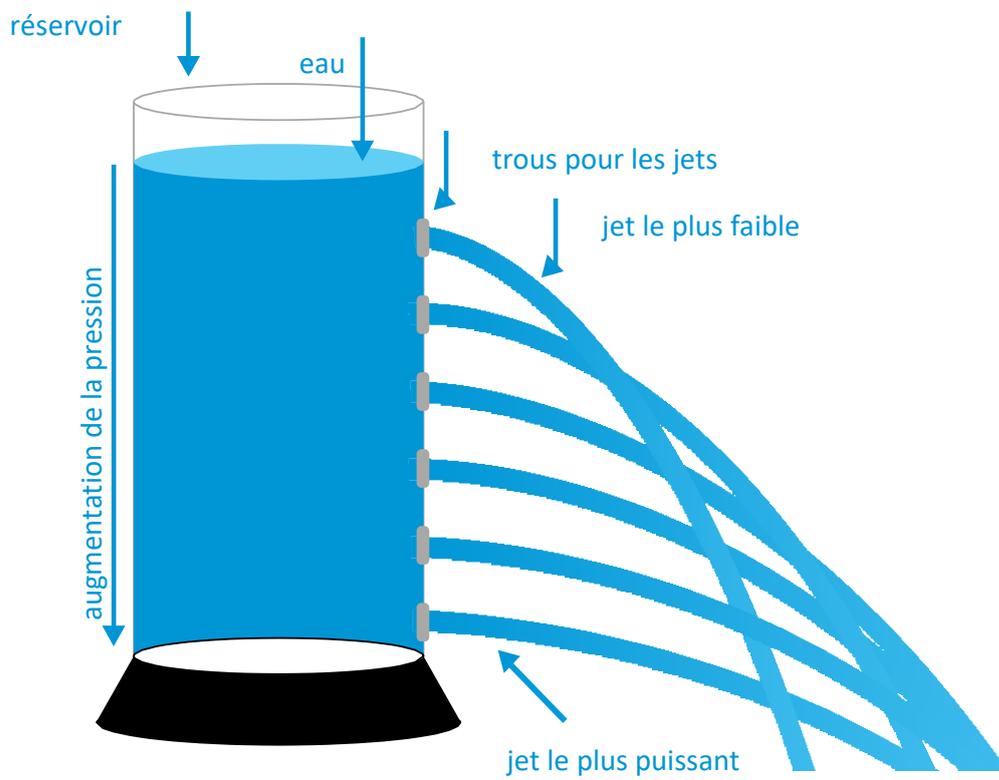
$$p_1 - p_2 + \rho g (h_1 - h_2) = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Après avoir appliqué les conditions énoncées précédemment, il en résulte :

$$g h_1 = \frac{v_2^2}{2}$$

En isolant v_2 , nous obtenons le principe de Torricelli :

$$v_2 = \sqrt{2 g h_1}$$



2. Après avoir testé votre système (le tuyau et la bouteille d'eau), quelles sont les caractéristiques qui se révèlent importantes pour la mise en place du réservoir d'eau ? Plus précisément, quels sont les facteurs qui affecteront le débit de l'eau ? L'eau arrêtera-t-elle de s'écouler en position « arrêt » ?

Les facteurs importants à prendre en compte sont les suivants :

- la longueur du tuyau ;
- la hauteur de la bouteille d'eau ;
- la hauteur du coude en U.

Ces facteurs auront une incidence sur la façon dont l'eau s'écoule dans le tuyau et sur le fait que le débit soit ou non arrêté en position « arrêt ».

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

Les élèves vont découvrir certains aspects de la physique des fluides. Même s'il n'est pas nécessaire de savoir manipuler toutes les équations discutées, il est utile de comprendre leurs conséquences pour le système d'arrosage des plantes. Cela pourrait être fait dans le cadre d'une démonstration en classe.

| Affirmation | Vrai ou faux |
|--|--------------|
| L'eau coulera plus rapidement dans le tuyau que dans le réservoir. | Vrai |
| Le diamètre de la bouteille est important pour déterminer le débit. | Faux |
| Le diamètre du tuyau est important pour déterminer le débit. | Vrai |
| La différence de hauteur entre la bouteille et le tuyau est sans importance. | Faux |

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

Le point principal à retenir de ces exercices est le suivant : plus la différence de hauteur entre la bouteille d'eau et le tuyau est importante, plus le débit d'eau dans le tuyau est important. Les élèves devront trouver un équilibre entre les hauteurs qu'ils utilisent et l'orientation du tuyau afin de construire un système complet. Pour obtenir un système d'arrosage plus précis, les élèves peuvent également envisager de calibrer leur système pendant qu'ils le testent. En effet, la vitesse d'écoulement calculée est la plus élevée qui puisse être atteinte, toutefois le débit réel peut être légèrement inférieur à mesure que la pression baisse dans le réservoir. Là encore, il n'y a pas qu'une seule bonne réponse. Néanmoins, vous devriez demander aux élèves de justifier leur choix dans leur croquis.

→ Activité 3 : Montage du servomoteur et raccordement du tuyau d'eau

Introduction

Maintenant, les élèves sont prêts à travailler sur l'automatisation de leur système. Un servomoteur est utilisé pour activer et désactiver automatiquement le système. Vous voudrez peut-être adapter la conception suggérée ici en fonction des conceptions proposées par vos élèves.

Exercice

Tout d'abord, les élèves relieront le servomoteur au tuyau d'arrosage et à un mur approprié. Ils utiliseront alors la routine de « balayage », incluse dans l'EDI Arduino, pour appréhender le fonctionnement du servomoteur et pour mieux comprendre comment l'intégrer dans leur système.

→ Activité 4 : Test du capteur d'humidité

Introduction

Afin d'automatiser complètement le système d'arrosage des plantes, nous devons savoir quand la plante a besoin d'être arrosée. Dans cette activité, les élèves vont découvrir le capteur d'humidité du sol. Les instructions spécifiques requises peuvent varier de celles indiquées dans le guide, selon le capteur d'humidité du sol que vous utilisez. Consultez l'Annexe 1 pour en savoir plus sur les installations ou les configurations différentes nécessaires selon le capteur. Il est important de consulter systématiquement la fiche technique du fabricant et les documents qui l'accompagnent lors du montage du circuit.

Exercice

Si les élèves ont terminé le support de cours « Voici Arduino ! », alors cette activité devrait être facile. Si des problèmes persistent avec le code ou le capteur, assurez-vous que les connexions entre les composants sont bonnes et que le débit en bauds choisi est approprié.

Les valeurs que les élèves obtiennent pour les relevés en conditions sèches et humides varient d'un capteur à l'autre. La valeur choisie pour passer de « marche » à « arrêt » doit être comprise entre les deux valeurs.

→ Activité 5 : Raccordement de tous les composants

Introduction

Les élèves sont maintenant prêts à raccorder tous les éléments de leur système afin d'obtenir un système complet d'arrosage des plantes.

Exercice

Dans cet exercice, les élèves doivent raccorder les circuits qu'ils ont montés dans les activités 3 et 4. Cette tâche devrait donc s'avérer facile. Une fois de plus, consultez la fiche technique des capteurs que vous utilisez pour vous assurer que les ports choisis sur Arduino sont les bons.

→ Activité 6 : Programmation de votre système

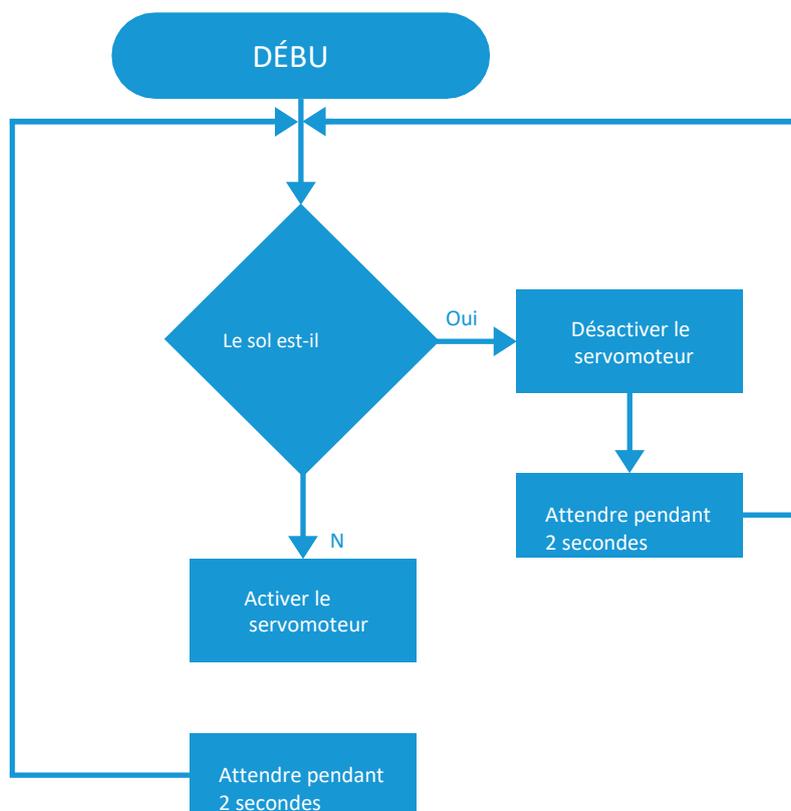
Introduction

Maintenant que les élèves ont construit leur système, il est temps de programmer Arduino pour faire fonctionner tous les composants de manière automatique. Le problème se décompose en plusieurs étapes réalisables. Il est demandé aux élèves de créer un organigramme avant d'écrire un code quel qu'il soit.

Exercice

1. **Essayez d'écrire votre « code » sous la forme d'un organigramme, comme ci-dessous.**
Même si les processus de réflexion et les conceptions de systèmes d'arrosage de vos élèves varient, il est presque certain qu'ils incluront l'utilisation d'une instruction conditionnelle « si, sinon » dans leur code. L'organigramme devrait donc utiliser une boîte de « décision », indiquée par un diamant.

Voici un organigramme simple de ce que nous voulons que notre code fasse.



2. En utilisant les variables que nous avons définies précédemment, essayez d'écrire votre propre instruction conditionnelle « si, sinon » en utilisant la syntaxe correcte dans l'espace ci-dessous. Vous voudrez peut-être afficher la valeur de l'humidité du sol sur le moniteur série (utilisez le guide précédent si vous avez oublié comment procéder).

Vous trouverez un exemple terminé ci-dessous. Rappelez-vous qu'il existe de nombreuses façons différentes d'aborder chaque problème de programmation. Les élèves ne doivent donc pas s'inquiéter si leur code ne correspond pas exactement à cet exemple, tant qu'il se compile !

Figure A13

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  soilmoisture = analogRead(soilsensorpin); //reads the soilsensorpin and assigns its value to 'soilmoisture' variable

  if (soilmoisture > 600){
    Serial.println();
    Serial.print("Sensor value: "); //for debugging
    Serial.print(soilmoisture);
    waterServo.write(wateringOff);
    delay(2000);
  }else
  {
    Serial.println();
    Serial.print("Sensor value: "); //for debugging
    Serial.print(soilmoisture);
    waterServo.write(wateringOn);
    delay(2000);
  }
}
```

↑ [Une instruction conditionnelle « si, sinon » aboutie](#)

L'instruction conditionnelle « si, sinon » se trouve dans la boucle principale. Le programme lit d'abord la valeur du capteur de sol avant de l'utiliser dans l'instruction conditionnelle « si, sinon ». Dans l'exemple ci-dessus, pour que le sol soit suffisamment humide, la valeur doit être supérieure à « 600 ». Cette valeur varie d'une plante à l'autre, en fonction des besoins de la plante. La commande « waterServo.write(wateringOn/Off) », quant à elle, est utilisée pour tourner le servomoteur dans la position requise. Vous noterez également qu'il y a une valeur « delay » à la fin de chaque boucle, qui permet de garantir que la plante est arrosée.

3. **Notez les améliorations dans l'espace ci-dessous. Pouvez-vous les intégrer dans votre code ?** Dans la conception de ce système, l'amélioration la plus évidente à apporter serait d'intégrer un relevé moyen pour prendre en charge les données d'anomalie. Les élèves peuvent également discuter de l'avantage d'un système plus robuste que celui fourni par le servomoteur. Là encore, de nombreuses suggestions peuvent être faites. Pour en juger de la validité, étudiez le raisonnement et la justification proposés.

→ Activité 7 : Prêt à voyager sur Mars ?

Introduction

Cette activité sert d'introduction générale à l'automatisation et aborde la question de l'éthique concernant une telle mission vers Mars.

Exercice

1. Pensez aux changements qu'il faudrait apporter au système si vous étiez sur Mars.

Bon nombre des ressources dont une plante a besoin pourraient être surveillées de la même façon que nous avons surveillé les niveaux d'humidité du sol. Vérifiez que les élèves ont bien étudié les ressources qu'ils ont identifiées dans l'activité 0. Plus particulièrement, ils doivent aborder les effets possibles de la lumière solaire en fonction de sa quantité, ou des rayonnements potentiellement nocifs, et réfléchir également à la source d'eau qu'ils exploiteraient pour utiliser le système de façon continue pendant une longue mission. Pour approfondir la discussion, vous pourriez vous demander si la gravité réduite sur Mars, par rapport à la Terre, aurait des conséquences sur le débit d'eau.

2. Est-il éthique d'envoyer de la vie terrestre sur Mars ? Et s'il existait déjà des formes de vie sur Mars et que celles-ci étaient accidentellement contaminées ou tuées ?

Divisez la classe en deux groupes, un groupe « pour » et un groupe « contre », et demandez-leur d'énumérer les raisons pour lesquelles une telle mission devrait/ne devrait pas être accomplie. Cet exercice peut servir à engager une discussion intéressante sur l'éthique d'une mission habitée vers Mars. Bien que les lois applicables en la matière soient complexes, cet exercice peut être utilisé pour donner un contexte aux discussions sur l'exploration spatiale en général.

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

Cette activité se penche sur la culture hydroponique, c'est-à-dire l'utilisation de solutions nutritives dans un réservoir d'eau plutôt que dans la terre. Assurez-vous que les élèves comprennent bien que la « solution » évoquée ici fait référence à une substance dissoute dans un solvant. Un exemple simple : le sel dissous dans l'eau. La culture hydroponique présente les avantages suivants :

- Il n'y a pas besoin de terre, ce qui réduit la quantité de matériaux à transporter à bord de l'engin spatial.
- L'entretien des cultures prendrait moins de temps.
- La quantité d'eau nécessaire est réduite, de sorte que le système utilise les ressources plus efficacement.

→ DES PLANTES SUR MARS

Construire un système d'arrosage automatique

→ FICHE ELEVE

→ Activité 0 : Bienvenue sur Mars

Introduction

Mars est la quatrième planète du système solaire et la deuxième planète voisine la plus proche de la Terre, après Vénus. La distance minimale entre la Terre et Mars est de 55 millions de kilomètres, ce qui est énorme par rapport aux 380 000 kilomètres qui séparent la Terre de la Lune. 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 des missions vers Mars, car il est beaucoup plus coûteux et plus difficile d'y envoyer du ravitaillement.

Figure A1



Union astronomique internationale

↑ Le système solaire

Une solution possible serait que les astronautes emportent des graines de plantes avec eux. Cela permettrait aux astronautes de cultiver les graines une fois arrivés, et de créer une source de nourriture autosuffisante.

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

Exercice

1. Pour commencer à réfléchir à la question, énumérez quelques-uns des éléments dont les plantes et autres organismes vivants ont besoin pour survivre :

Figure A2



NASA

↑ Illustration de ce à quoi pourrait ressembler une serre sur Mars réalisée par un artiste.

2. Avant d'examiner les conditions sur Mars, vérifions votre compréhension du fonctionnement de la Terre. Discutez avec vos camarades de classe et votre professeur des réponses que vous donneriez aux questions suivantes sur la Terre :
- Pourquoi y a-t-il 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 « Boucles d'or » ? La Terre s'y trouve-t-elle ?
3. Déterminez si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses.

| Affirmations sur Mars - Tableau A1 | |
|--|--------------|
| Affirmation | Vrai ou faux |
| Mars connaît des saisons, tout comme la Terre. | |
| L'orbite de Mars est semblable à celle de la Terre, ce qui signifie que la température à la surface est relativement constante. | |
| Mars a une atmosphère épaisse, retenant la chaleur du Soleil. | |
| Mars n'a pas de champ magnétique, ce qui signifie qu'elle est moins protégée contre les rayons UV nocifs et les vents solaires. | |
| Nous avons trouvé de l'eau liquide à la surface de Mars. | |
| La composition atmosphérique de Mars est similaire à celle de la Terre. | |
| Les plantes sur Mars devront s'adapter aux cycles diurnes et nocturnes très différents de la planète. | |
| Mars ne se trouve pas dans la zone « Boucles d'or » (habitable) ; il est donc impossible que de l'eau liquide existe à la surface. | |

Dans les activités 1 à 7, nous jouerons le rôle d'explorateurs spatiaux en mission sur Mars afin d'y établir un avant-poste. Pour augmenter les chances de succès de la mission, nous allons construire un système d'arrosage automatique. Nous expérimenterons et concevrons un prototype ici sur Terre, afin de pouvoir ensuite l'adapter à l'environnement martien !

Exercice de mise en contexte - Introduction à Arduino

Pour vous familiariser avec Arduino et les bases de C++, utilisez la ressource « [Voici Arduino !](#) ». Vous serez guidé à travers l'utilisation de plusieurs capteurs pour effectuer des mesures au niveau de l'environnement et vous familiariser avec les fonctionnalités d'Arduino.

→ Activité 1 : Préparation des éléments et première conception

Introduction

Pour qu'une mission sur Mars soit couronnée de succès, les astronautes devront être aussi autonomes que possible. Pour cela, ils devront recycler la majeure partie de leurs ressources et cultiver leurs propres aliments.

Les plantes sont une ressource précieuse. Les légumes sont une source d'aliments riches en nutriments qui peuvent être cultivés à partir de petites graines et de bulbes, ce qui permet de réduire la quantité de matériaux transportée à bord de l'engin spatial. La photosynthèse, qui est un processus effectué par les végétaux pour produire du glucose permettant la croissance et la respiration, nécessite du dioxyde de carbone, dont l'atmosphère martienne regorge. Cependant, les plantes doivent faire l'objet d'une surveillance constante si elles veulent produire une bonne récolte, surtout si leur environnement n'offre pas naturellement les ressources dont elles ont besoin.

Le maintien d'un écosystème sur Mars pourrait donc nécessiter de nombreuses heures et occuper une grande partie du temps des astronautes. Notre tâche consiste 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. Les astronautes jouiraient ainsi d'une plus grande liberté pour effectuer d'autres tâches.

Exercice

Vous allez dessiner un croquis de système d'arrosage automatique, mais avant, posez-vous les questions suivantes :

- Quel équipement pourrais-je utiliser ?
- Comment l'eau sera-t-elle acheminée jusqu'à la plante ?
- Comment déterminerons-nous si la plante a besoin d'être arrosée ?
- Quels problèmes pourrions-nous rencontrer ? Comment pourrions-nous les surmonter ?

Dans l'espace ci-dessous, dessinez le plan initial de votre système d'arrosage, avec une légende.

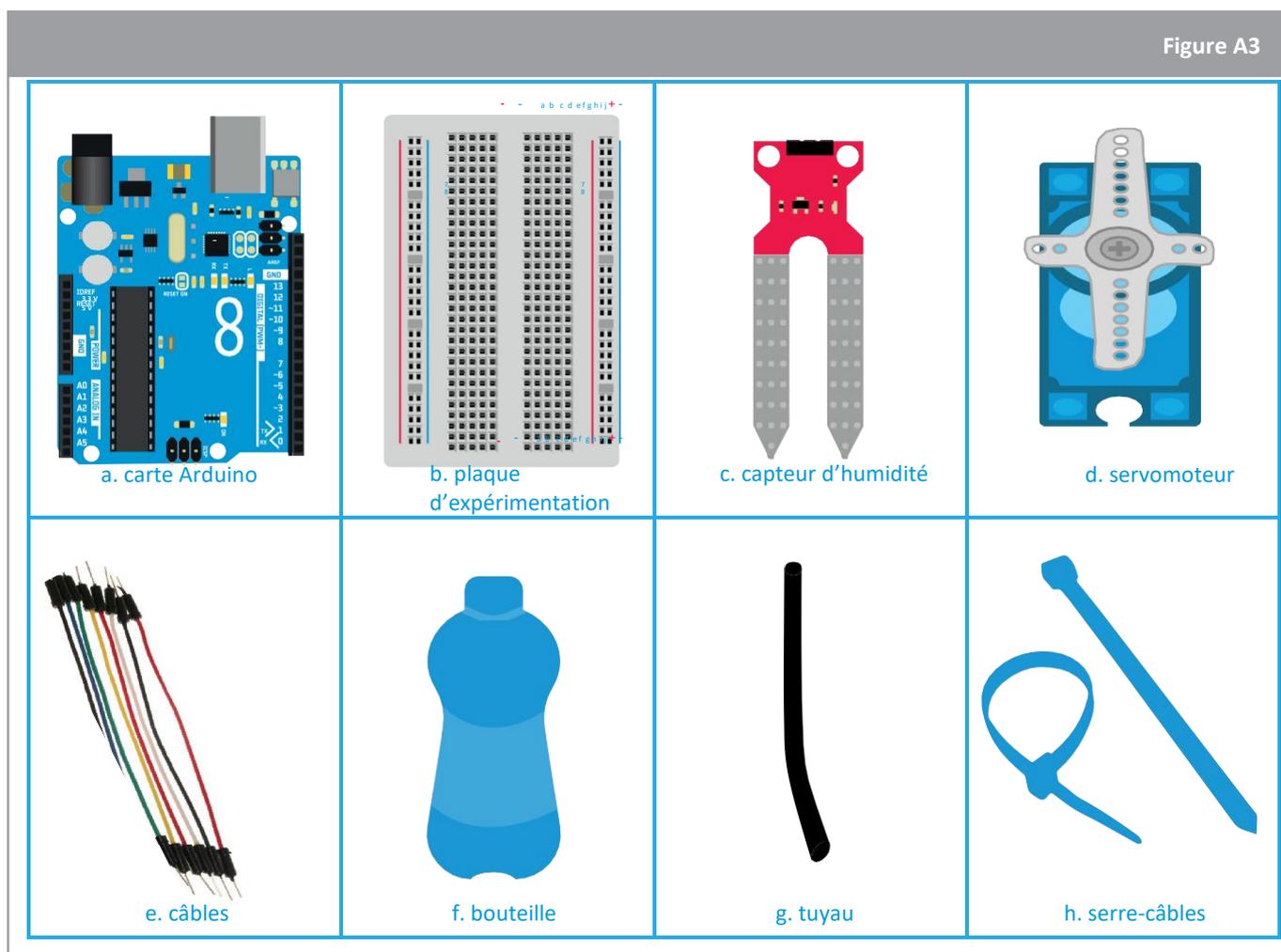
Nous avons choisi un ensemble spécifique de composants pour développer un système possible. À l'aide de votre connaissance du fonctionnement des différents composants et de la liste du kit ci-dessous, votre tâche consiste à concevoir un système qui servira à arroser automatiquement une plante en fonction du niveau d'humidité du sol.

Équipement

- Arduino (Arduino Uno, par exemple)
- Une source d'alimentation pour Arduino (ordinateur portable)
- Un capteur d'humidité du sol
- Un servomoteur (un servomoteur miniature, de 3 à 5 V, convient bien)
- Une plaque d'expérimentation
- Un tuyau (un tuyau d'irrigation mince convient bien)
- De la terre/une plante
- Des câbles, dont mâle-femelle et mâle-mâle
- Des ciseaux/un cutter
- Une bouteille vide
- De la pâte adhésive Blu Tack/de l'adhésif
- Des serre-câbles
- Un seau

Un servomoteur est inclus dans la liste ci-dessus. Un servomoteur est un petit moteur qui, en position fixe, peut être utilisé pour faire pivoter une hélice.

Commençons par réfléchir à l'aspect physique du système. Ne vous occupez pas des connexions électriques pour l'instant !



↑ Composants de base pour construire un système d'arrosage automatique

→ Activité 2 : Conception et test de votre réservoir d'eau

Introduction

Nous avons maintenant un aperçu de la façon dont notre système d'arrosage des plantes pourrait fonctionner. La prochaine étape 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 :

- de la bouteille d'eau ;
- de la pâte adhésive Blu Tack ;
- des ciseaux ;
- d'un tuyau d'irrigation ;
- d'un seau.

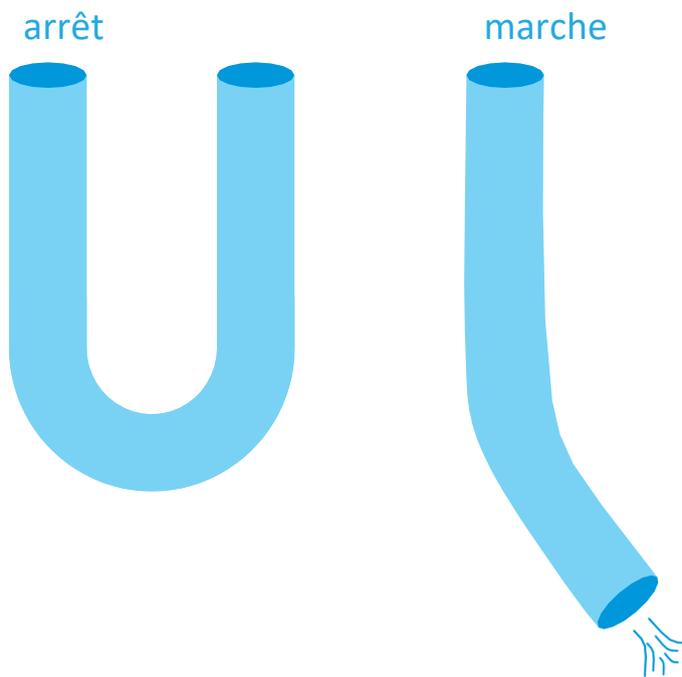
Une bouteille grande et large constitue un réservoir parfait pour notre système d'arrosage. Gardez le bouchon et coupez la partie inférieure de la bouteille pour pouvoir continuer à remplir le réservoir.

Ensuite, nous devons percer un trou dans le bouchon de notre tuyau d'eau. C'est à l'enseignant d'accomplir cette étape ! Il est préférable de découper lentement et soigneusement un trou de la taille requise avec une paire de ciseaux. Faites un test avec le tuyau d'eau jusqu'à ce que vous soyez satisfait de l'ajustement. Plus il est serré, mieux c'est. Selon votre espace de travail, la longueur du tuyau dont vous avez besoin peut varier. Mais rappelez-vous qu'il n'y a pas de pompe dans ce système, donc nous comptons sur la gravité pour permettre au flux d'eau de s'écouler et de s'arrêter. Gardez cela à l'esprit !

Avec un peu de chance, vous avez réussi à créer un bon ajustement pour le tube, mais il est probable qu'il ne soit pas parfaitement étanche. Pour résoudre le problème, servez-vous d'un peu de pâte adhésive Blu Tack. Un pistolet à colle peut fournir une meilleure étanchéité si vous souhaitez créer une installation plus permanente, mais ce n'est pas nécessaire pour notre projet.



Maintenant, commençons à réfléchir au fonctionnement de notre système. Nous devons établir des positions « marche » et « arrêt » (quand le tuyau irriguera et quand il n'irriguera pas). Une configuration intuitive consisterait à faire en sorte que l'extrémité du tuyau soit dirigée vers le haut en position « arrêt » et vers le bas en position « marche ». Pour l'instant, la seule chose à savoir est que notre servomoteur nous aidera sur le sujet.



Contexte

Équation 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

carrée h est la hauteur en mètres

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

- Déterminez la vitesse de l'eau qui sort du réservoir (v_2). De quelle variable principale dépend-elle ?

Remarque : 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 tuyau ($v_1 \sim 0$).

- Après avoir testé votre système (le tuyau et la bouteille d'eau), quelles sont les caractéristiques qui se révèlent importantes pour la mise en place du réservoir d'eau ? Plus précisément, quels sont les facteurs qui affecteront le débit de l'eau ? L'eau arrêtera-t-elle de s'écouler en position « arrêt » ?

- Déterminez si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :

| Affirmation | Vrai ou faux |
|--|--------------|
| L'eau coulera plus rapidement dans le tuyau 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 est sans importance. | |

- Exploitez vos nouvelles connaissances pour tester le réservoir, puis réfléchissez à la manière dont vous pourriez améliorer votre conception pour obtenir une installation idéale.

Dessinez votre installation idéale, avec une légende, après avoir testé votre réservoir d'eau.

→ Activité 3 : Montage du servomoteur et raccordement du tuyau d'eau

Introduction

Nous avons maintenant une idée plutôt concrète de ce à quoi notre système ressemblera, mais dans un premier temps, nous devons travailler dessus pour le rendre fonctionnel. Notre objectif est d'automatiser ce système, afin que les astronautes puissent optimiser leur temps. L'une des manières d'y parvenir est d'utiliser un servomoteur.

Exercice

Pour cette activité, vous aurez besoin :

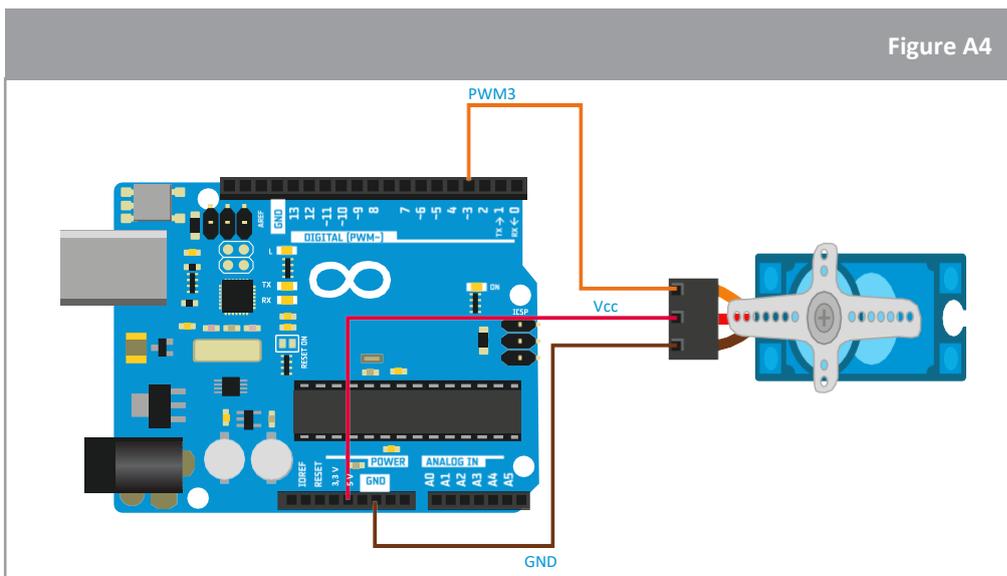
- de votre réservoir d'eau ;
- de pâte adhésive Blu Tack ;
- d'un servomoteur ;
- de serre-câbles ;
- d'Arduino ;
- d'une plaque d'expérimentation ;
- de câbles.

Étape 1 : Apprenez à programmer votre servomoteur

Pour cette étape, vous aurez besoin :

- d'un servomoteur ;
- d'Arduino ;
- d'une plaque d'expérimentation ;
- de 3 câbles mâle-mâle.

Vous devrez utiliser les câbles pour connecter votre servomoteur à la carte Arduino Uno. Vous pouvez le faire directement dans Arduino ou brancher 3 câbles supplémentaires sur la plaque d'expérimentation.



↑ La configuration d'Arduino et du servomoteur

L'EDI Arduino comprend un exemple d'esquisse nommé « balayage ». Celui-ci peut être utilisé pour tester la stabilité et le mouvement du servomoteur. L'orientation peut être facilement modifiée en retirant et en faisant tourner l'hélice.

Pour tester votre servomoteur, écrivez un code simple comme celui ci-dessous. Ce code fera pivoter le servomoteur 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
}
```

↑ [Code pour tester le servomoteur](#)

Étape 2 : Motorisez votre système

Pour cette étape, nous aurons besoin des éléments supplémentaires suivants :

- de la pâte adhésive Blu Tack ;
- votre réservoir d'eau ;
- une surface verticale plate à laquelle vous pouvez fixer le servomoteur ;
- des serre-câbles.

Maintenant que nous savons comment programmer notre servomoteur, nous pouvons le débrancher d'Arduino afin de le placer dans notre nouvelle configuration.



Pour cela, nous devons monter notre servomoteur et le connecter au tuyau d'eau. Vous pouvez utiliser de la pâte adhésive Blu Tack pour fixer le servomoteur sur un mur approprié. Là encore, un pistolet à colle fournirait une installation plus permanente. Cependant, vous devrez probablement apporter des modifications à votre installation au cours des premières étapes.

La plupart des kits de servomoteur contiennent un ensemble d'hélices. Nous utiliserons l'un d'eux pour raccorder le tuyau au servomoteur, en utilisant deux serre-câble pour le fixer.

La longueur entre l'extrémité du tuyau et l'hélice est importante : le coude créé par le servomoteur 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 » et les plantes martiennes ne survivront pas !

Maintenant, nous sommes prêts à fixer le tuyau au servomoteur. Clipsez-le simplement à son emplacement et nous y sommes presque !



Nous allons maintenant connecter notre servomoteur à la carte Arduino afin de déterminer si l'eau peut être arrêtée ou non avec notre installation actuelle. Une fois la mise en place terminée, vous pouvez procéder aux tests.

Santé et sécurité !

Avant de commencer, assurez-vous que :

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

Pour trouver l'emplacement idéal pour votre servomoteur, vous devrez trouver le bon équilibre entre :

- la hauteur de la bouteille d'eau ;
- la hauteur du servomoteur ;
- la position de l'hélice sur le tuyau ;
- l'orientation de l'hélice sur le servomoteur ;
- les degrés de rotation utilisés dans le code entre la position « marche » et « arrêt ».

Prenez note de tout ajustement apporté à votre système suite aux tests :

→ Activité 4 : Test du 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 pourrions l'intégrer dans notre système. Les deux « pieds » du capteur d'humidité fonctionnent comme une résistance variable. Plus il y a d'eau dans le sol, plus la conductivité est élevée, et vice versa. Nous utiliserons ce principe pour automatiser complètement notre système.

Exercice

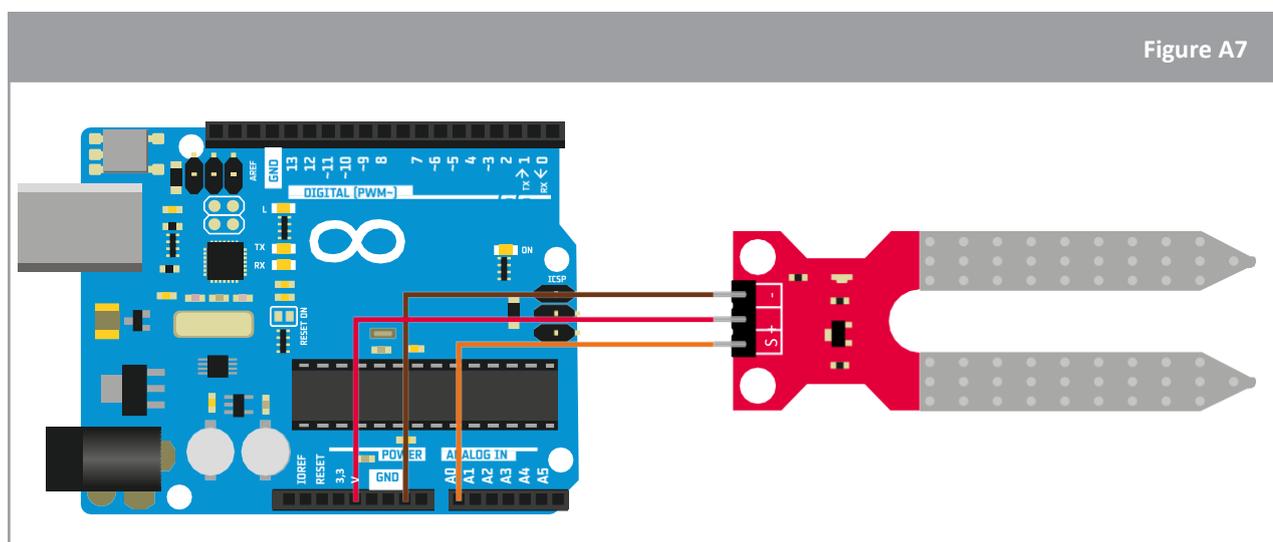
Pour cette activité, vous aurez besoin :

- d'un capteur d'humidité du sol ;
- de câbles mâle-femelle ;
- d'une plaque d'expérimentation ;
- d'Arduino.

Remarque :

Certains capteurs sont calibrés pour générer un relevé plus élevé quand la conductivité est plus haute, tandis que d'autres donnent un relevé plus faible. Pour comprendre le type de capteur dont vous disposez, comparez un relevé dans l'air à un relevé dans l'eau. Attention cependant à ne pas submerger complètement le capteur.

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



↑ Configuration d'un capteur d'humidité du sol, sans carte de contrôle externe

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

Le code indiqué à la Figure A8 effectue un relevé à chaque seconde et affiche la valeur sur le moniteur série. Utilisez ce code pour tester votre capteur d'humidité et 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 }
```

↑ Code pour calibrer le capteur d'humidité

Exercice

- 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 !

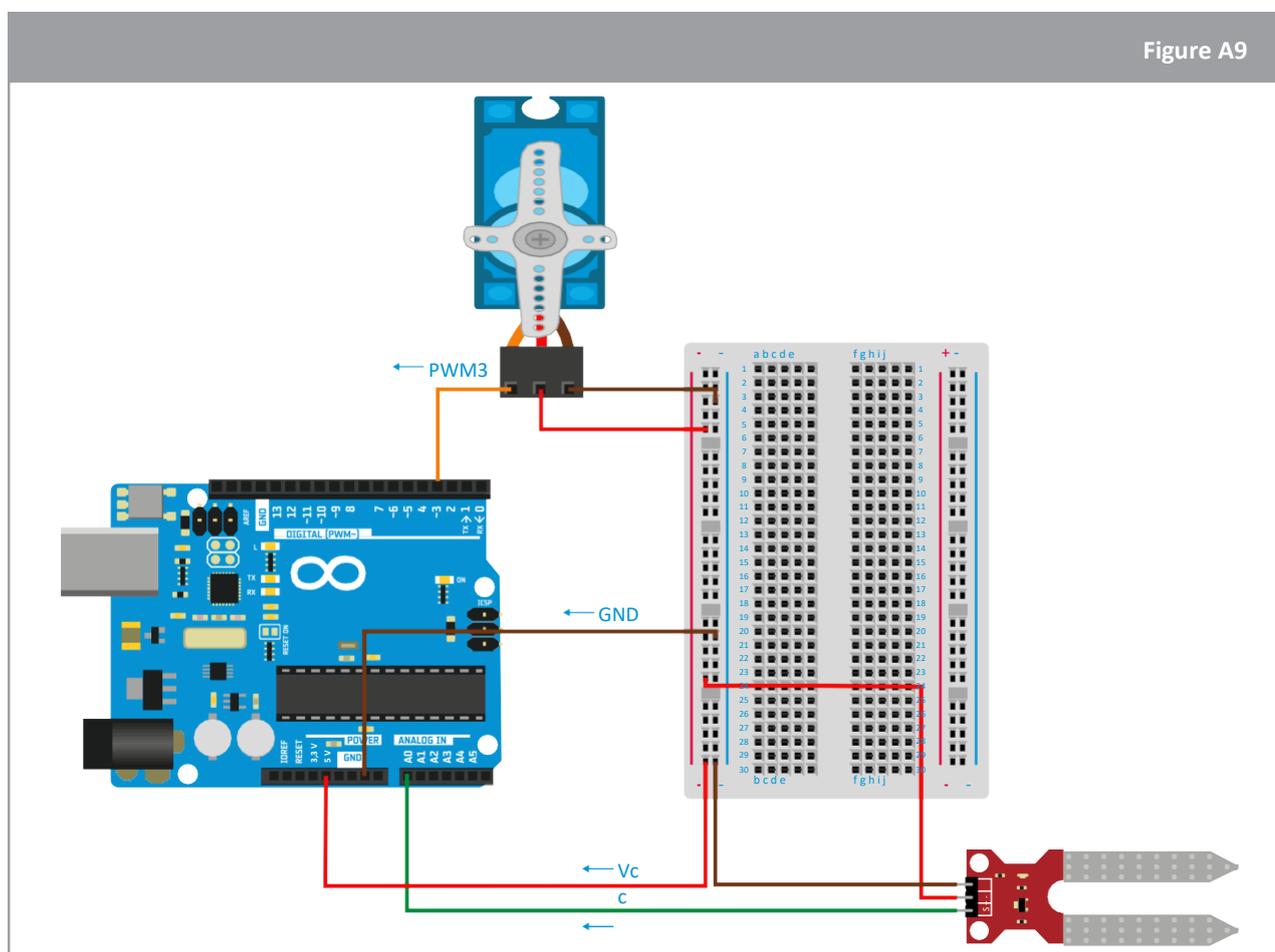
→ Activité 5 : Raccordement de tous les composants

Introduction

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

Exercice

Une fois que vous êtes satisfait de chaque élément de votre système d'arrosage, vous êtes prêt à finaliser l'installation en connectant les composants à la carte Arduino. Après avoir suivi les guides précédents, vous devriez y arriver facilement. Un diagramme de l'ensemble de l'installation est présenté ci-dessous. Attention ! Selon le capteur d'humidité que vous utilisez, la disposition des broches peut différer. Consultez toujours la fiche technique du fabricant en cas de doute.



↑ Connexions électriques entre la carte Arduino, le servomoteur et le capteur d'humidité du sol

Les câbles du servomoteur suivent le code de couleur suivant : marron – mise à la terre (GND), rouge – 5 V (Vcc), orange – « impulsion ». Prenez note des quatre broches numériques sur la carte Arduino qui présentent le symbole ~ 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>. Cette information est importante pour nous car il s'agit du type de goupille requis par le servomoteur.

→ Activité 6 : Programmation de votre système

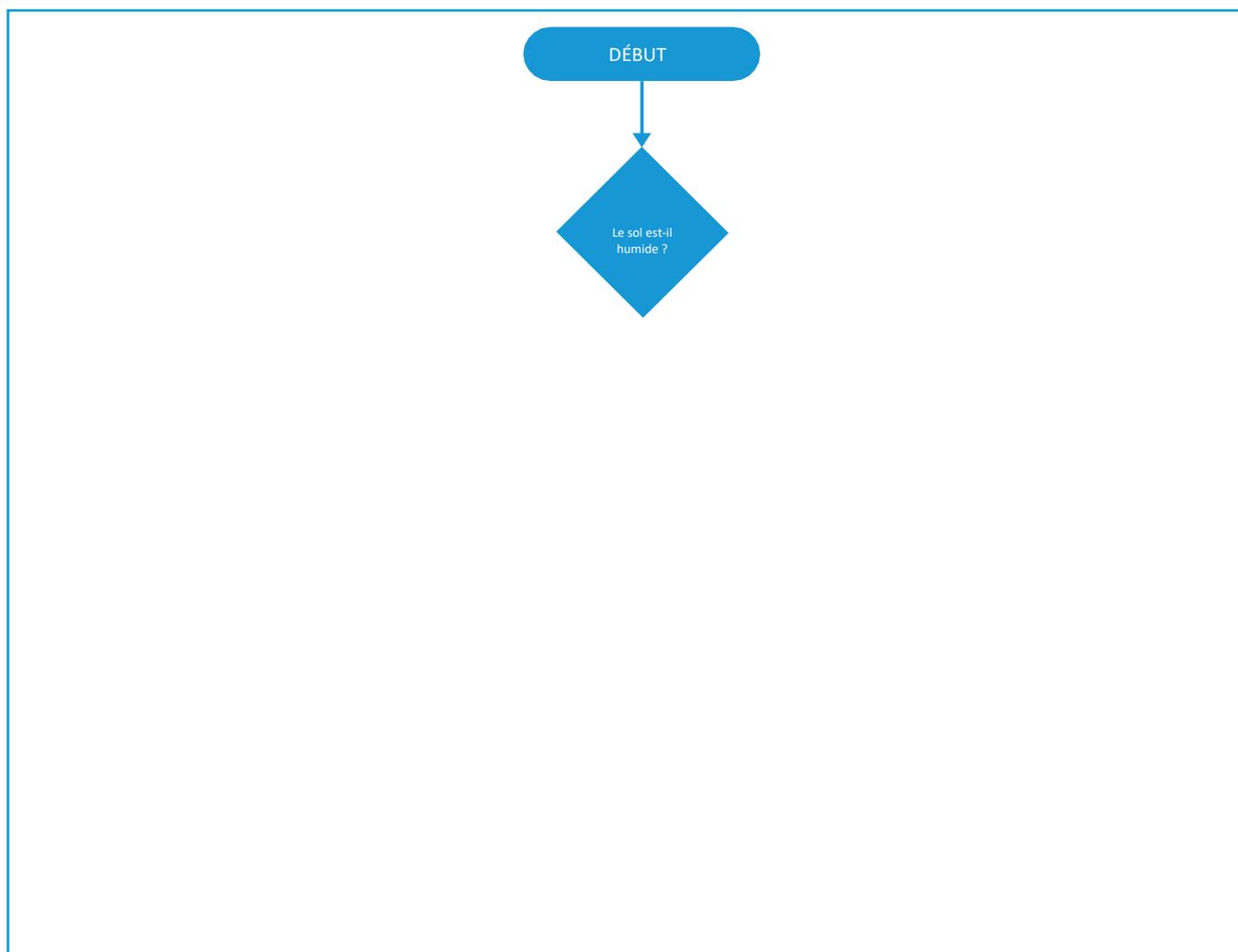
Introduction

Nous avons testé chaque élément du système séparément, à la fois mécaniquement et en utilisant du code. Dans 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 qu'il n'y paraît. Nous avons déjà fait la plus grande partie du travail. Il ne nous reste plus qu'à mettre chaque chose en place.

Exercice

Pour faciliter l'écriture de notre code, nous pouvons d'abord y réfléchir sur papier. Utilisez la même logique que celle que vous appliquerez lorsque vous écrirez ce code de manière concrète. Pour cela, aidez-vous d'un organigramme. En général, dans un organigramme, un rectangle correspond à une commande, et un losange, à une question/décision. Les flèches servent à indiquer le chemin dans l'organigramme, en fonction des décisions prises.

1. Essayez d'écrire votre « code » sous la forme d'un organigramme, comme ci-dessous :



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

La première chose que nous devons faire dans notre code est de créer plusieurs quantités/variables, notamment la broche utilisée pour le capteur de sol, la broche utilisée pour le servomoteur, une variable pour stocker le relevé du capteur, et une position de marche et d'arrêt pour le servomoteur. Pour cela, nous utilisons la commande « int ». Nous devons également donner un nom à notre servomoteur et veiller à ce que la bibliothèque du servomoteur soit 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
```

↑ [Création de variables dans notre code](#)

Notez que la position du servomoteur est indiquée en degrés et que les valeurs que vous devrez utiliser dépendront de l'orientation de votre servomoteur/hélice. Ces valeurs seront probablement différentes des nombres 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 signaler à Arduino que le servomoteur est une sortie.

Figure A11

```
void setup() {

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

↑ [Configuration du programme](#)

Nous sommes maintenant prêts à écrire notre programme principal. Nous pouvons voir, en regardant l'organigramme, qu'Arduino doit mesurer une variable (ici « soilmoisture », c.-à-d. l'humidité du sol), puis, en fonction de la valeur de cette variable, effectuer l'une des deux options possibles. Dans C++, cette situation peut être facilement gérée à l'aide d'une instruction « si, sinon ».

La syntaxe d'une instruction « si, sinon » est très simple, comme on peut le voir ci-dessous :

```
si(expression_booléenne) {
// l'instruction s'exécute si l'expression booléenne est vraie
} sinon {
// l'instruction s'exécute si l'expression booléenne est fausse
}
```

Une « expression booléenne » est une phrase mathématique vraie ou fausse, qui comprend souvent l'utilisation des symboles suivants : <, >, =.

2. En utilisant les variables que nous avons définies précédemment, essayez d'écrire votre propre instruction conditionnelle « si, sinon » en utilisant la syntaxe correcte dans l'espace ci-dessous. Vous voudrez peut-être imprimer la valeur de l'humidité du sol dans le moniteur série (utilisez le guide précédent si vous avez oublié comment procéder).

```
si(
) {

}
sinon
```

Vous êtes maintenant prêt à exécuter votre programme ! Il est conseillé de faire d'abord un test sans eau dans le système : l'eau et l'électronique ne font pas bon ménage et le programme pourrait ne pas fonctionner exactement comme vous l'avez prévu !

Bien que le code que nous avons conçu fasse ce pourquoi il a été conçu, il pourrait être amélioré de nombreuses façons. Par exemple :

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

Le saviez-vous ?



La consommation mondiale annuelle d'eau destinée à l'irrigation devrait dépasser les 1 500 kilomètres cubes d'ici 2025 ! Il est donc vital que tout système d'irrigation conçu pour une mission sur Mars soit aussi efficace et autosuffisant que possible. Sinon les quantités d'eau nécessaires rendront, à elles seules, la mission irréalisable...

→ Activité 7 : Prêt à voyager sur Mars ?

Introduction

L'eau n'est bien sûr qu'une des nombreuses ressources vitales dont une plante a besoin pour survivre. Comment développer le système pour qu'il soit autonome, inclusif, capable de surveiller et de maintenir les plantes en bonne santé dans un environnement martien ? Y a-t-il des caractéristiques propres à l'environnement de la planète Mars dont nous devrions tenir compte ? Y a-t-il d'autres sujets de préoccupation à étudier dans le cadre d'une mission sur Mars ? N'oubliez pas que tout ce qui est nécessaire au système devra faire le voyage avec les astronautes, donc les solutions simples et légères sont les meilleures !

Exercice

1. Pensez aux changements qu'il faudrait apporter au système si vous étiez sur Mars. Posez-vous les questions suivantes :
 - Y avait-il des anomalies dans les relevés ? Si oui, comment les traiter ?
 - L'eau a-t-elle coulé uniquement lorsque c'était nécessaire ?
 - Quelles sont les différences entre la Terre et Mars ? L'une de ces différences a-t-elle des conséquences sur notre système ?

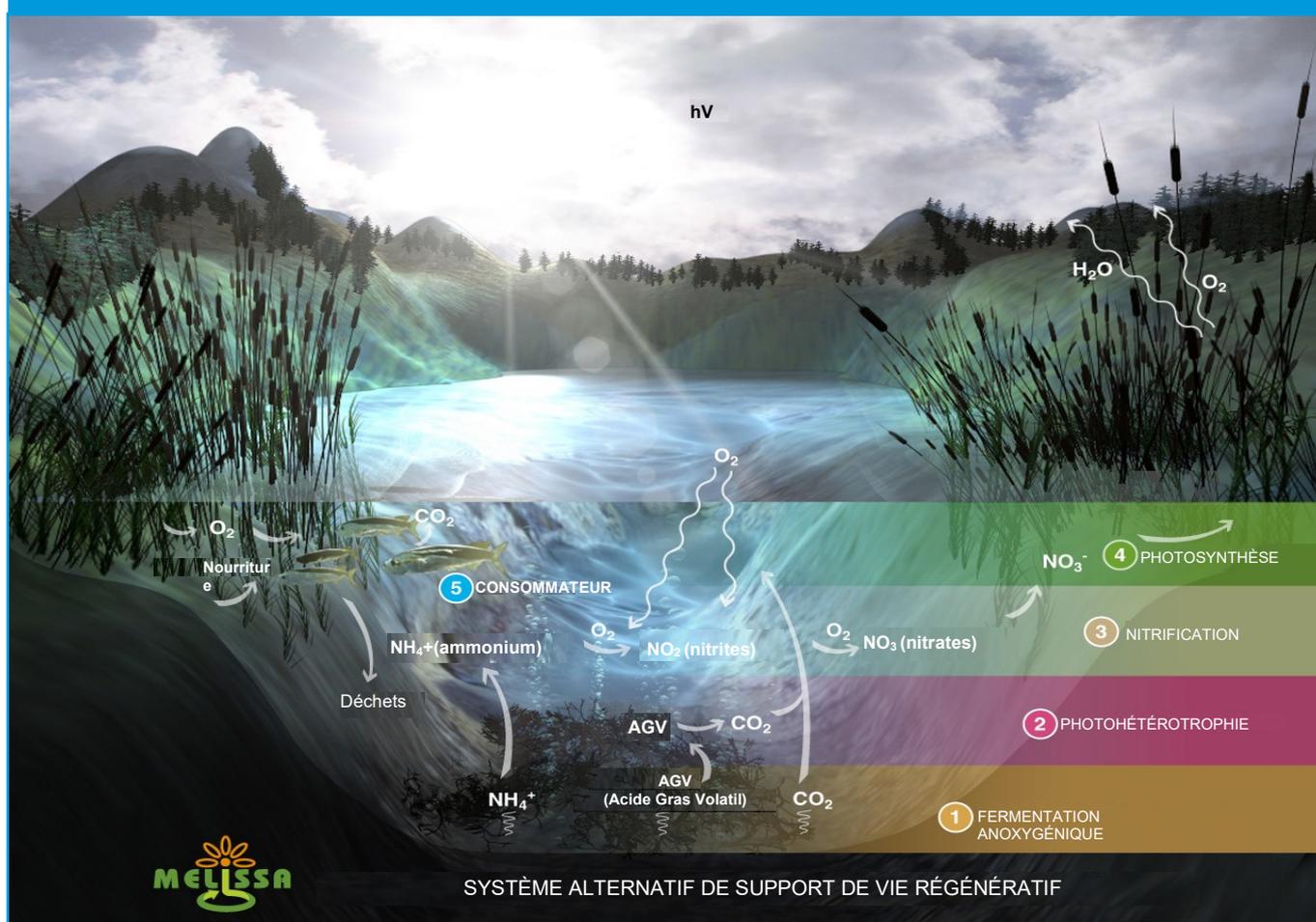
2. Est-il éthique d'envoyer de la vie terrestre sur Mars ? Et s'il existait déjà des formes de vie sur Mars et que celles-ci étaient accidentellement contaminées ou tuées ?
 Votre professeur vous répartira en deux groupes pour réfléchir à des arguments « pour » ou « contre » une telle mission sur Mars. Essayez de confronter vos arguments avec vos pairs. Vous trouverez ci-dessous quelques points de départ pour chaque camp.

| Pour | Contre |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Nous devons faire cette mission pour que l'humanité puisse survivre. • Cela pourrait nous donner des informations sur la vie sur Terre. • Elle pourrait être maîtrisée. • • | <ul style="list-style-type: none"> • Nous pourrions contaminer ou tuer les formes de vie existantes. • Le rayonnement pourrait entraîner des mutations imprévisibles des formes de vie. • • |

Un aspect que vous n'avez peut-être pas encore étudié est de savoir comment les plantes feront pour recevoir suffisamment de nutriments et, de là, être en bonne santé. Sur Terre, nous cultivons souvent les plantes dans la terre, qui agit comme un réservoir contenant les minéraux et les nutriments essentiels nécessaires au bon développement des plantes. Cependant, la terre elle-même n'est pas vraiment nécessaire ! Les racines des plantes absorbent les nutriments du sol après leur dissolution dans l'eau. La culture hydroponique est une méthode de culture des plantes sans terre qui utilise l'eau comme réservoir de solutions nutritives. C'est une méthode plus efficace car elle élimine la perte d'eau due à l'évaporation et recycle l'eau. Dans le cadre d'une mission sur Mars, cette méthode présente un avantage majeur car nous n'aurions pas besoin de grandes quantités de terres agricoles, nous aurions simplement besoin de serres confinées.

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

Le saviez-vous ?

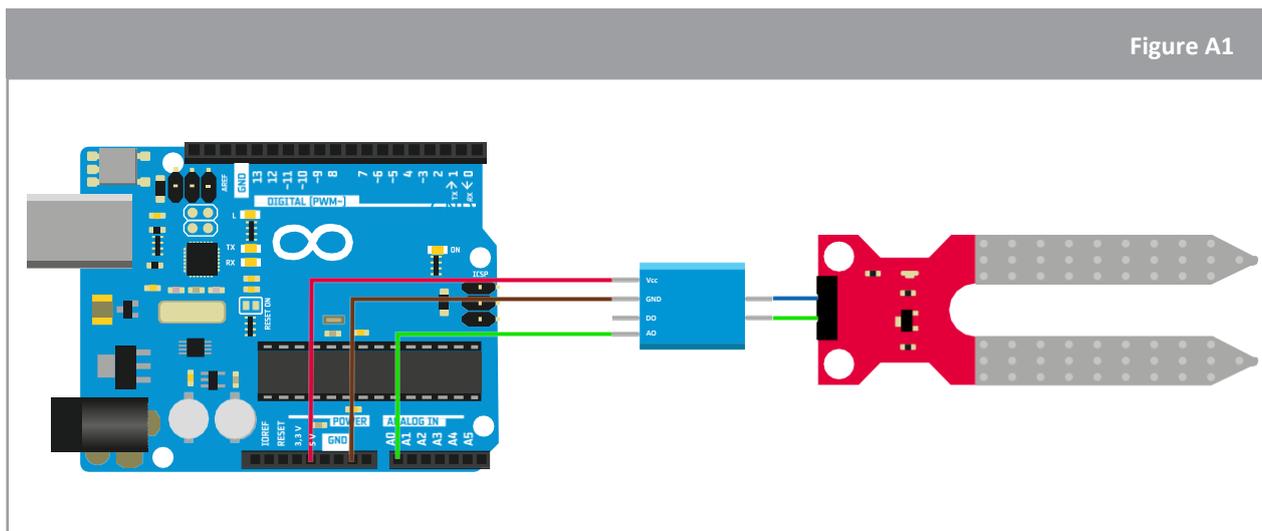


L'initiative MELISSA (pour Micro-Ecological Life Support System Alternative) de l'ESA vise à développer un système de support de vie régénératif dans les missions d'exploration spatiale. L'objectif est de recréer un écosystème artificiel, similaire à un lac sur Terre, dans lequel les déchets sont transformés par les plantes et les algues afin de régénérer la nourriture, l'oxygène et purifier l'eau.

→ Annexe 1 : Différences entre 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 la carte Arduino. Certains capteurs d'humidité ont une carte de contrôle externe et doivent d'abord être raccordés à cette carte externe avant de pouvoir communiquer avec Arduino.

La configuration exacte varie selon les capteurs d'humidité. Cependant, les broches seront souvent désignées par Vcc, GND, AO (sortie analogique) et DO (sortie numérique). Si c'est le cas pour le capteur que vous utilisez, vous trouverez un schéma de circuit approprié dans la figure ci-dessous. Si votre capteur est différent de ceux évoqués (avec contrôleur embarqué ou carte de contrôle externe), consultez dans ce cas le manuel du fabricant pour obtenir des instructions supplémentaires.



↑ Configuration d'un capteur d'humidité, avec carte de contrôle externe

→ Liens

Voici Arduino ! Ressource http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/T04.1_Meet_Arduino_C.pdf

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 du capteur d'humidité du sol

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