

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Objectifs pédagogiques	Comprendre l'utilisation et le comportement de dipôles couramment utilisés comme capteurs. Réaliser un compte-rendu numérique.
Notions et contenus	Seconde 3. <u>Signaux et capteurs</u> –Loi des nœuds. Loi des mailles –Caractéristique tension-courant d'un dipôle –Résistance et systèmes à comportement type ohmique –Loi d'ohm –Capteur électrique
Capacités exigibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif. ▪ Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.
Prérequis	<u>Cycle 4 – L'énergie et ses conversions</u> –Réaliser des circuits simples et exploiter les lois de l'électricité. –Utilisation d'un ampèremètre, d'un voltmètre. –Schématisation d'un circuit. –Dipôles en série, en dérivation.
Type d'activité	Activité expérimentale
Description succincte	Utilisation d'un microcontrôleur pour aider un jeune fleuriste qui souhaite développer un système électronique, plus précisément pour lui indiquer si les plantes vertes de sa boutique ont un taux d'humidité satisfaisant.
Compétences travaillées	S'approprier Analyser/Raisonner (Voir en page 8 de la ressource pour plus de précisions) Réaliser Communiquer
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : Dernier TP de la séquence « signaux-capteurs ». • <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : Une séance d'1h30 de travaux pratiques.
Source(s)	http://tiptopboards.free.fr/arduino_forum/viewtopic.php?f=2&t=50 https://recitmst.qc.ca/arduino/construire-sa-sonde-dhumidite-du-sol/ https://eskimon.fr/tuto-arduino-401-les-entr%C3%A9es-analogiques-de-larduino
Auteur(s)	Karine GAFFET – Lycée Vaucanson - Tours

ACTIVITÉ

CONTEXTE

Humidimètre automatique

Raphaël est fleuriste, à la pointe des nouvelles technologies, il souhaite développer un système électronique pour lui indiquer si les plantes vertes de sa boutique ont un taux d'humidité satisfaisant. Il a besoin de vous pour l'aider à automatiser son dispositif et compléter un programme du microcontrôleur Arduino adapté à son activité professionnelle.

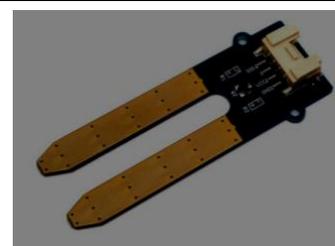


[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Fleuriste_rue_Georges_Courteline_Tours_\(Indre_et_Loire_-_France\).jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Fleuriste_rue_Georges_Courteline_Tours_(Indre_et_Loire_-_France).jpg)

SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ

Doc. 1 : Capteur d'humidité

Il mesure l'humidité du sol à partir des changements de conductivité électrique de la terre. Le principe est le suivant : faire circuler un courant électrique entre les fourches (électrodes) du capteur et mesurer ainsi la résistance du milieu. Un comparateur à seuil, active ensuite une sortie digitale quand un seuil réglable est dépassé.



Son câblage : Le capteur se branche simplement avec 2 fils sur la platine de mesure (GND et signal). La platine de mesure est alimentée directement par le microcontrôleur Arduino en 5V et possède deux sorties indépendantes, analogique / digitale.

Doc. 2 : Matériel à disposition

Un générateur de tension continu 6V, 2 multimètres, une résistance variable (rhéostat), une résistance fixe de 10 Ω , un capteur d'humidité, la plaque d'essai sans soudure, le microcontrôleur Arduino, une DEL.

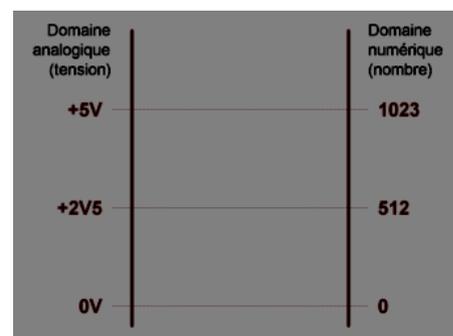
Différents milieux : terre trop humide, terre idéale, terre trop sèche, une plante verte

Doc. 3 : Mode d'emploi du multimètre

<https://www.youtube.com/watch?v=axrd0fKtQow>

Doc. 4 : Principe de fonctionnement d'un CAN (Convertisseur Analogique Numérique)

C'est un système qui réalise une correspondance entre une tension analogique (continue) et une valeur numérique (discontinue). Dans le domaine analogique tout comme dans le domaine numérique, il existe des limites, une limite basse et une limite haute. Ces deux plages peuvent être mises en regard, on peut par exemple décider de mettre la valeur analogique 0 V en face de la valeur numérique 0, et mettre la valeur analogique +5 V en face de la valeur numérique 1023.



Doc. 5 : Le programme

testhumidit_VersionBasique\$

```
/* Programme de gestion de l'humidité à l'aide d'un capteur analogique
plus d'informations disponible sur le site suivant
http://tiptopboards.free.fr/arduino\_forum/viewtopic.php?f=2&t=50
*/

int LectureCapteur; // On stocke dans la variable le resultat de la mesure analgoique du capteur d'humidité

// Initialisation de la carte et des entrées/sorties
void setup(void) {
  // Nous envoyons des informations a l'ordinateur via la liaison série pour faciliter le débogage
  Serial.begin(9600);
}

// boucle permanente
void loop(void) {
  LectureCapteur = analogRead(1); // lecture de l'entrée analogique 1 et stockage du résultat dans la variable
  Serial.print("Lecture Analogique = ");
  Serial.print(LectureCapteur); // on affiche la valeur enregistrée
  Serial.print("\n");// on insere un retour a ligne

  delay(1000); // on attends 1000ms avant de reboucler
}
```

Doc. 6 : 2nd programme à modifier

testhumidit_Mars2019_eleve_globale

```
/* Programme de gestion de l'humidité à l'aide d'un capteur analogique
plus d'informations disponible sur le site suivant
http://tiptopboards.free.fr/arduino\_forum/viewtopic.php?f=2&t=50
*/

int LectureCapteur; // On stocke dans la variable le resultat de la mesure analogoique du capteur d'humidité
int EtatLed = 0 ; // On initialise la valeur de la Led à 0 donc éteinte

// Initialisation de la carte et des entrées/sorties
void setup(void) {
  // Nous envoyons des informations a l'ordinateur via la liaison série pour faciliter le débogage
  Serial.begin(9600);
  // On déclare la broche 2 comme une sortie (LED)
  pinMode(2,OUTPUT);
}

// boucle permanente
void loop(void) {
  LectureCapteur = analogRead(1); // lecture de l'entrée analogique 1 et stockage du résultat dans la variable
  Serial.print("Lecture Analogique = ");
  Serial.print(LectureCapteur); // on affiche la valeur enregistrée

  // On détermine quelques seuils de déclenchement
  if (LectureCapteur < 425) {
    Serial.println(" - Sec");
  } else if (LectureCapteur < 725) {
    Serial.println(" - conditions idéales");
  }
  else {

    Serial.println(" - trop humide");
  }

  delay(1000); // on attends 1000ms avant de reboucler
  // Partie inactive du programme que l'on peut activer en retirant les symboles du début et de fin du paragraphe
  // début du paragraphe inactif
  if ((LectureCapteur < 425) || (LectureCapteur > 725)) {
    if (EtatLed == 0) { // Si la led est éteinte on l'allume
      digitalWrite(2, HIGH);
      EtatLed = 1;
    }
    else { // Si la led est allumée on l'eteint
      digitalWrite(2, LOW);
      EtatLed = 0;}
  }

  // Fin du paragraphe inactif
}
}
```

Partie A : Principe de fonctionnement du capteur

- 1- (APP) Rappeler quel est le rôle d'une résistance électrique dans un circuit ?
- 2- (APP) Prendre connaissance du doc 3 puis rappeler tout ce qu'il faut savoir pour mesurer une tension et une intensité dans un circuit. Préciser comment s'opère le choix du calibre.
- 3- (ANA/REA) Schématiser un circuit simple qui illustre le principe de fonctionnement du capteur en remplaçant le milieu à étudier par une résistance variable. (*coup de pouce : vous aurez besoin d'une résistance fixe de protection*).

APPEL N°1

Appeler le professeur pour lui présenter le schéma.

- 4- (REA) Pour accéder à la valeur de la résistance, positionner et schématiser les multimètres nécessaires pour mesurer la tension U aux bornes de la résistance variable et l'intensité I qui y circule. Réaliser votre montage.



APPEL N°2

Appeler le professeur pour lui présenter le montage et le faire valider avant toute mise sous tension !!!



- 5- (REA) Relever U et I pour une position du curseur de la résistance variable, calculer R puis vérifier sa valeur par une mesure à l'ohmmètre (en circuit ouvert). Répéter ces étapes pour d'autres positions du curseur de la résistance. Quelle loi avez-vous vérifié ? Donner la relation correspondante.
- 6- (COM) A l'aide des expériences précédentes, expliquer par quels moyens ce capteur mesure la résistance électrique du milieu entre ses fourches.

Partie B : Mise au point de l'humidimètre

- 7- (ANA) Utiliser le dispositif Arduino (capteur et microcontrôleur) déjà câblé pour tester les résultats fournis avec les 3 milieux proposés. Ouvrir le fichier Testhumidite_Version_Basique (doc. 5), puis téléverser  votre programme et visualiser la valeur de la sortie numérique en cliquant sur moniteur Série.

Établir les conditions nécessaires pour que les plantes de Raphaël soient conservées dans des conditions idéales.

- 8- (REA) Ouvrir le programme Testhumidite_Mars2019 (doc. 6) puis modifier le programme en intégrant les seuils de déclenchement afin d'indiquer l'état d'humidité de la terre.

Vérifier votre programme avec une plante verte.

- 9- (REA) Raphaël souhaiterait mettre en place une alarme (DEL rouge) quand ses plantes ne sont plus dans des conditions idéales.

Modifier la suite du programme pour que cette alarme soit efficace.

Éléments de correction :

- 1- (APP) Rappeler quel est le rôle d'une résistance électrique dans un circuit ? **La résistance s'oppose dans un circuit au transfert d'énergie électrique en limitant l'intensité du courant qui circule.**
- 2- (APP) Prendre connaissance du doc 3 puis rappeler tout ce qu'il faut savoir pour mesurer une tension et une intensité dans un circuit. Préciser comment se fait le choix du calibre.

Pour mesurer l'intensité qui circule dans le dipôle :

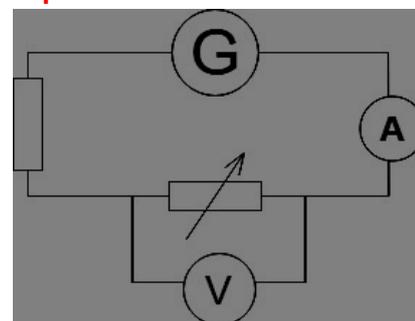
- On sélectionne la fonction ampèremètre
- On débranche le fil au point d'entrée du courant dans le dipôle
- On rebranche ce fil à la borne A ou mA de l'ampèremètre
- On referme pour finir le circuit avec un fil supplémentaire

Pour mesurer la tension aux bornes du dipôle:

- On sélectionne la fonction voltmètre
- On branche 2 fils sur le voltmètre aux bornes V et COM
- On branche pour finir ces 2 fils sur les 2 bornes de la lampe

On choisit un calibre supérieur à la valeur à mesurer tout en étant le plus proche possible.

3- (ANA/REA) Schématiser un circuit simple qui illustre le principe de fonctionnement du capteur en remplaçant le milieu à étudier par une résistance variable. (*coup de pouce : vous aurez besoin d'une résistance fixe de protection*). Soumettre votre schéma de montage à votre professeur.



4- (REA) Pour accéder à la valeur de la résistance, positionner et schématiser les multimètres nécessaires pour mesurer la tension U aux bornes de la résistance variable et l'intensité I qui y circule. Réaliser votre montage et faites-le valider (choix des calibres) par votre professeur **avant toute mise**

sous tension !!!

5- (REA) Relever U et I pour une position du curseur de la résistance variable, calculer R. Répéter ces étapes pour d'autres positions du curseur de la résistance. Quelle loi avez-vous vérifiée ? Donner la relation.

On mesure quelques valeurs de U et I pour certaines positions du curseur que l'on note dans le tableau ci-dessous :

Tension U (V)	4,59	4,19	4,02	3,44
Intensité I (mA)	138,2	174,0	210	270
Résistance calculée (Ω)	33,2	24,1	19,1	12,7

On a vérifié la loi d'Ohm : $U = R.I$

6- (COM) A l'aide des expériences précédentes, expliquer par quels moyens ce capteur mesure la résistance électrique du milieu entre ses fourches. **Le milieu situé entre les fourches du capteur va présenter une résistance dont la valeur va varier en fonction de la nature de ce milieu. La tension mesurée par le capteur sera alors convertie au moyen d'un CAN en une valeur numérique comprise en 0 et 1023.**

7- (ANA) Utiliser le dispositif Arduino (capteur et microcontrôleur) déjà câblé pour tester les résultats fournis avec les 3 milieux proposés. Ouvrir le fichier Testhumidite_Version_Basique, puis téléverser votre programme et visualiser la valeur de la sortie numérique en cliquant sur moniteur Série. Établir les conditions nécessaires pour que les plantes de Raphaël soient conservées dans des conditions idéales.

On teste le milieu un peu sec (terreau non humidifié) = valeur numérique = 500

On teste le milieu un peu trop humide (terreau humidifié) = valeur numérique = 725

Idéalement, il faudrait que les plantes soient dans un milieu situé entre le milieu un peu sec et celui qui est trop humide.

8- (REA) Ouvrir le programme Testhumidite_Mars2019 puis modifier le programme en intégrant les

seuils de déclenchement afin d'indiquer l'état d'humidité de la terre. Vérifier votre programme avec une plante verte.

```
testhumidit_Mars2019
int EtatLed = 0; // On initialise la valeur de la Led à 0 donc éteinte

// Initialisation de la carte et des entrées/sorties
void setup(void) {
  // Nous envoyons des informations a l'ordinateur via la liaison série pour faciliter le débogage
  Serial.begin(9600);
  // On déclare la broche 2 comme une sortie (LED)
  pinMode(2,OUTPUT);
}

// boucle permanente
void loop(void) {
  LectureCapteur = analogRead(1); // lecture de l'entrée analogique 1 et stockage du résultat dans la variable
  Serial.print("Lecture Analogique = ");
  Serial.print(LectureCapteur); // on affiche la valeur enregistrée

  // On détermine quelques seuils de déclenchement
  if (LectureCapteur < 500) {
    Serial.println(" - Sec");
  } else if (LectureCapteur < 725) {
    Serial.println(" - conditions idéales");
  }
  else {
    Serial.println(" - trop humide");
  }

  delay(1000); // on attends 1000ms avant de reboucler
}
```

9- (REA) Raphaël souhaiterait mettre en place une alarme (DEL rouge) quand ses plantes ne sont plus dans des conditions idéales. Modifier la suite du programme pour que cette alarme soit efficace.

```
// Partie inactive du programme que l'on peut activer en retirant les symboles du début et de fin du paragraphe
// début du paragraphe inactif
if ((LectureCapteur < 500) || (LectureCapteur > 725)) {
  if (EtatLed == 0) { // Si la led est éteinte on l'allume
    digitalWrite(2, HIGH);
    EtatLed = 1;
  }
  else { // Si la led est allumée on l'eteint
    digitalWrite(2, LOW);
    EtatLed = 0;}
}

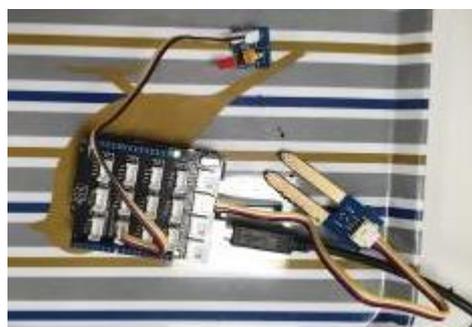
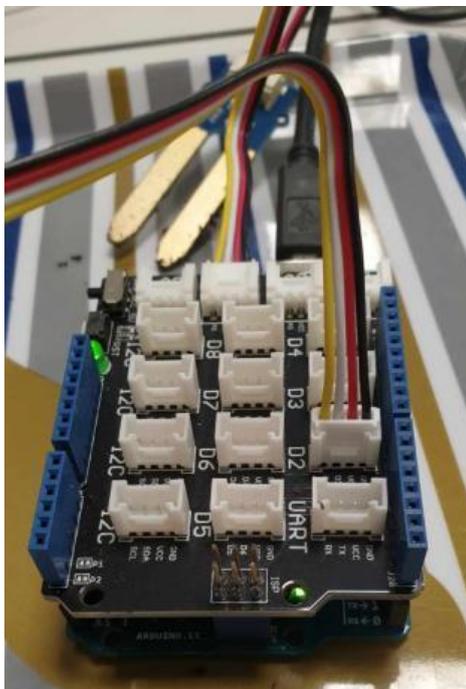
// Fin du paragraphe inactif
}
```

Critères de réussite :

Domaine de Compétences évaluées	Critères de réussite
S'approprier (APP)	<ul style="list-style-type: none">• Connaître le rôle d'une résistance électrique dans un circuit• Savoir choisir et expliquer le choix d'un calibre pour la mesure d'une tension et d'une intensité
Analyser/Raisonner (ANA)	<ul style="list-style-type: none">• Avoir analysé le principe de fonctionnement du capteur pour fournir un dispositif qui permette d'en modéliser son fonctionnement• Etablir les conditions de fonctionnement du capteur
Réaliser (REA)	<ul style="list-style-type: none">• Réaliser un circuit simple.• Brancher l'ampèremètre.• Brancher le voltmètre.• Alimenter avec le câble USB la carte Arduino.• Savoir recopier/ouvrir le programme de commande.• Savoir vérifier un programme dans le logiciel.• Savoir téléverser un programme dans la carte Arduino.
Valider (VAL)	<ul style="list-style-type: none">• Trouver les lignes correspondant aux commandes des seuils de détection.
Communiquer (COM)	<ul style="list-style-type: none">• Le compte-rendu comporte une introduction, une conclusion et des paragraphes distincts.• Le vocabulaire scientifique est utilisé à bon escient.

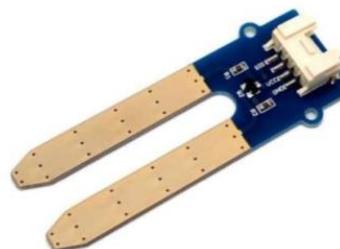
RETOUR ÉVENTUELS D'EXPÉRIENCES

Un TP qui a très bien fonctionné et qui permet de remobiliser toutes les notions précédentes figurantes dans le thème.



Quelques passages des comptes rendus numériques rédigés par des élèves :

Le capteur que nous allons utiliser va donc mesurer le taux d'humidité du sol à partir des changements de conductivité électrique de la terre (la résistance du sol augmente avec la sécheresse). On place donc le capteur dans la terre et on fait circuler un courant électrique entre les fourches du capteur et le milieu situé entre ces fourches va présenter une résistance dont la valeur va varier en fonction de la nature de ce milieu. Le capteur va mesurer une tension qui sera convertie grâce à un CAN (Convertisseur Analogique Numérique) en une valeur comprise entre 0 et 1023.



On va utiliser le dispositif Arduino pour tester trois milieux différents : sec, humide et idéal

On commence par tester le milieu sec et on obtient une valeur numérique de 500.

Puis on teste le milieu humide et on obtient une valeur numérique de 725.

Ainsi, pour que les plantes de Raphaël aient un niveau d'humidité idéal, il faudrait que la valeur numérique affichée soit comprise entre 500 et 725, valeurs qu'on ajoute dans le programme Arduino.

```
testHumid_Mars2019
int EtatLed = 0 ; // On initialise la valeur de la Led à 0 donc éteinte

// Initialisation de la carte et des entrées/sorties
void setup(void) {
  // Nous envoyons des informations à l'ordinateur via la liaison série pour faciliter le débogage
  Serial.begin(9600);
  // On déclare la broche 2 comme une sortie (LED)
  pinMode(2,OUTPUT);
}

// Boucle permanente
void loop(void) {
  LectureCapteur = analogRead(A1); // lecture de l'entrée analogique 1 et stockage du résultat dans la variable
  Serial.println("Lecture Analogique = ");
  Serial.println(LectureCapteur); // on affiche la valeur enregistrée

  // On définit quelques seuils de déclenchement
  if (LectureCapteur < 500) {
    Serial.println(" - Sec");
  } else if (LectureCapteur < 725) {
    Serial.println(" - conditions idéales");
  }
  else {
    Serial.println(" - trop humide");
  }

  delay(1000); // on attends 1000ms avant de reboucler
}
```

Finalement, on teste le capteur dans une plante verte et on voit s'afficher « conditions idéales », la terre n'est ni trop humide, ni trop sèche.

Raphaël souhaitait rajouter une alarme : une DEL rouge, pour pouvoir le prévenir si ses plantes ne sont pas dans des conditions idéales. Nous avons donc modifier le programme pour faire en sorte que cela arrive.

```
// Partie inactive du programme que l'on peut activer en retirant les symboles du début et de fin du paragraphe
// début du paragraphe inactif
if ((LectureCapteur < 500) || (LectureCapteur > 725)) {
  if (EtatLed == 0) { // Si la led est éteinte on l'allume
    digitalWrite(2, HIGH);
    EtatLed = 1;
  }
  else { // Si la led est allumée on l'éteint
    digitalWrite(2, LOW);
    EtatLed = 0;
  }
}
// Fin du paragraphe inactif
}
```

ANALYSES / CONCLUSIONS : Quelles interprétations, quelles conclusions ?

ANA - VAL

Le capteur accompagné du programme Arduino permet à Raphaël de surveiller le taux d'humidité de ses plantes facilement.

UN RÉSUMÉ EN TEXTE: les mots clés, que retenir de la séance ?

COM

A retenir :

Le voltmètre se branche en dérivation.

L'ampèremètre se branche en série.

L'ohmmètre se branche en dérivation.

La loi d'Ohm : $U = R.I$

Le CAN permet de convertir une tension analogique en une valeur numérique

Le capteur se branche avec deux fils sur la platine de mesure (GND et signal)

La valeur de la résistance du milieu va varier en fonction de la nature de ce milieu

Les comptes rendus complets sont disponibles en fichier .pdf :

CR_TP_humidimetre_eleve1.pdf

CR_TP_humidimetre_eleve2.pdf