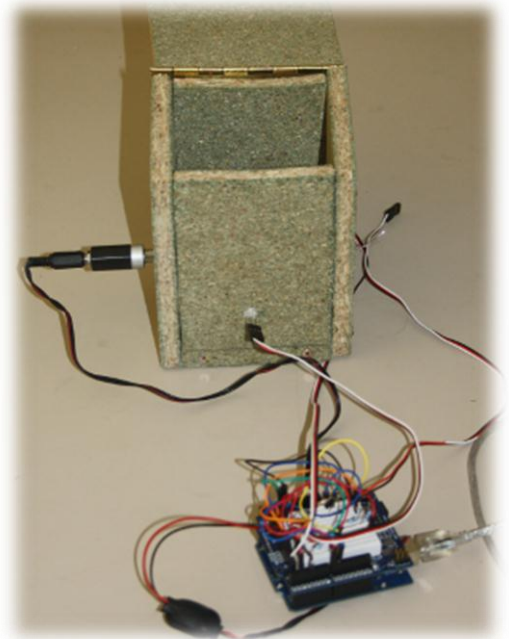
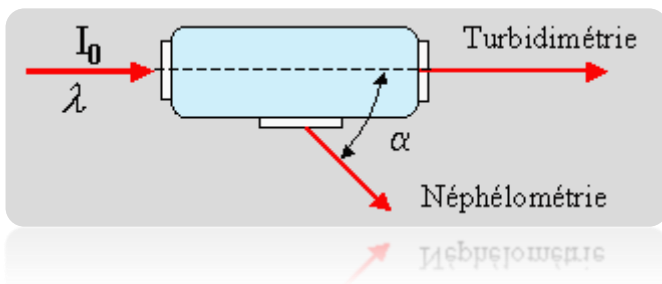


# Réalisation

## Création d'un turbidimètre avec Arduino

Centre de ressources Sciences&Péda

# technique



Porteur de projet : Renan WAROUX		
Nom du Projet : Turbidi-Arduino		
Auteurs : RW renan.waroux@gmail.com	Version : 1.0 Date d'édition : 24/08/2011	Nbre de Pages : 14

## Sommaire

I. Résumé	3
II. Introduction	4
III. Conception du système	5
a. Les composants matériels	5
1) Le shield Arduino Dueminalove	5
2) Le shield de montage	6
3) La photorésistance	7
4) Le laser	8
5) La diode RGB	9
6) Le bouton poussoir	10
b. Le programme embarqué	11
c. Le boîtier « chambre noire »	12
IV. Utilisation du système	13
a. Réception de trames séries	13
b. Exploitation des données	13
V. Liens et références	14

## I. Résumé

Ce document permet de faire connaître la capacité d'une solution simple à répondre à de grands enjeux. Ce turbidimètre est peu onéreux (< 50€), modulable et modifiable à volonté et facilement intégrable dans de plus grands systèmes. Il peut communiquer avec un ordinateur pour afficher les différentes données calculées par le système. Il permet également d'observer un environnement fermé sans perturbation extérieure (notamment lumineuse).

## II. Introduction

Comment connaître de manière sûre, rapide et régulièrement les paramètres d'un environnement que l'on désire étudier ? Comment pouvons-nous déterminer rapidement la pureté d'une eau ? Comment savoir si une eau a été correctement filtrée par un système d'épuration ?

Les capteurs intégrés dans des circuits électroniques numériques permettent de répondre rapidement à ces questions. Ces capteurs permettent de mesurer et de quantifier des phénomènes physiques. Différents phénomènes optiques sont donc observables et mesurables. La turbidité, ou l'évolution de l'opacité d'un liquide au cours du temps est un indicateur important pour déterminer la quantité d'impuretés solides en suspension dans un liquide.

Un capteur analogique relié à une carte Arduino permet d'obtenir facilement les informations de turbidimétrie d'une solution. Le système de mesure ne modifie pas l'environnement observé, l'observation se basant uniquement sur des phénomènes optiques.

Ce document présente les différentes étapes de conception logicielles et matérielles nécessaires à la conception du turbidimètre. Ce document ne traite pas de l'étalonnage du système ni de l'exploitation des données obtenues. Pour plus d'informations sur ces deux points, il faut se rapprocher du camp Vortex pour obtenir les réponses appropriées.

## III. Conception du système

La première partie s'occupe de la description hardware du système, avec des schémas électroniques et des photos. La seconde partie présente plus brièvement la partie software du projet en donnant le code source du programme embarqué.

### a. Les composants matériels

- 1) Le shield Arduino Duemilalove

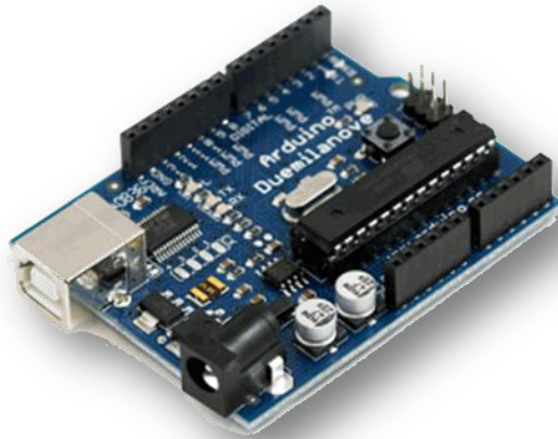


Image 1 : Carte Arduino Duemilalove

Le shield (carte) Arduino utilisé est un Arduino Duemilalove. Un Arduino Uno conviendrait donc également, l'adressage des pins étant similaire sur ces deux modèles de carte. Nous utilisons donc ici un microcontrôleur ATMEGA 328 d'Atmel. Aucune modification n'est apportée sur les shields (cartes) Arduino. Pour charger le programme depuis l'ordinateur, on utilise l'interface série/USB.

## 2) Le shield de montage

Le montage a été réalisé sur un *prototyping shield* pour Arduino. Ce shield particulier permet de réaliser facilement et rapidement des petits montages simples en électronique afin de tester le programme que l'on développe sur la carte Arduino.

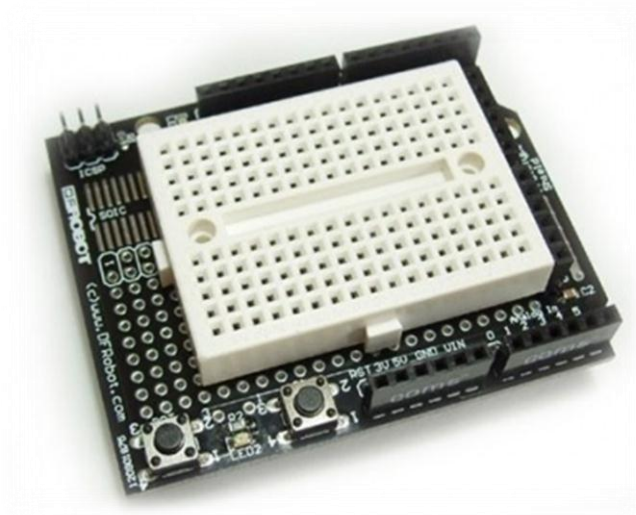


Image 2 : Une *breadbord* Arduino

## 3) La photorésistance

La photorésistance (photocell, photoresistor ou Light Dependent Resistor) peut servir à mesurer une quantité lumineuse, c'est le capteur de notre système. Elle doit être branchée à une entrée analogique et nécessite un diviseur de tension. Sur les entrées analogiques, on obtient une valeur comprise en 0 (aucune lumière) et 1024 (capteur saturé par la lumière). On peut ainsi détecter les variations de l'intensité du rayon incident et du rayon réfracté.

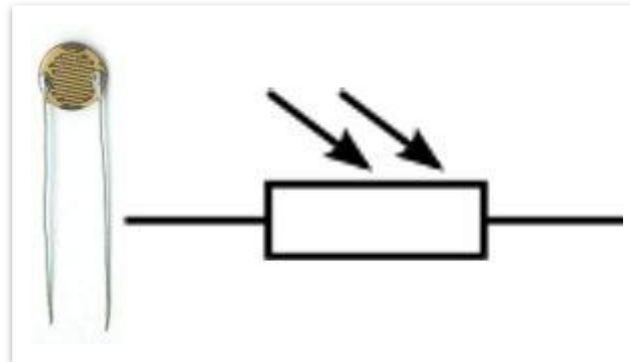


Image 3: Photo et symbole d'une photorésistance

Voici le schéma indiquant comment brancher les deux photorésistances sur la board Arduino. Les entrées analogiques 0 et 1 sont utilisées.

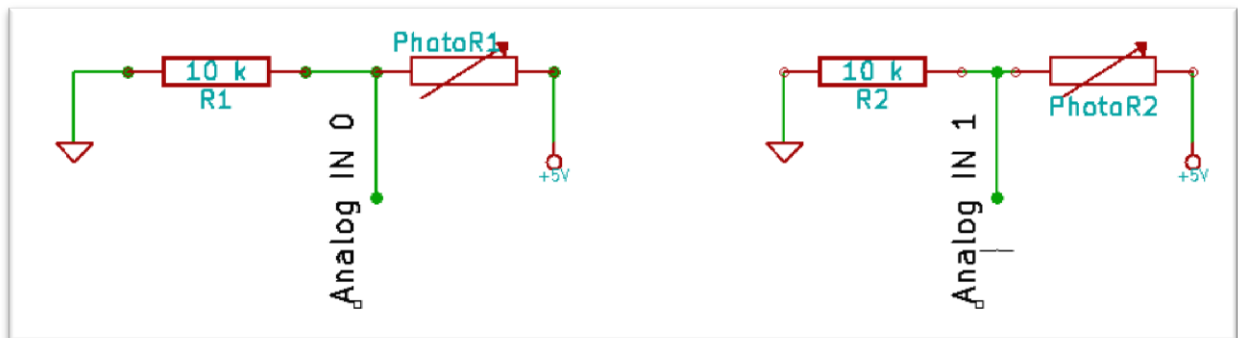


Schéma 1 : Montage des photorésistances

## 4) Le laser

Pour avoir une longueur d'onde connue et fixe, il faut utiliser un laser. Dans notre montage, nous utilisons un laser d'une longueur d'onde de 500 nm (rouge). Nous utilisons ensuite une diode RGB pour faire varier les longueurs d'onde des sources lumineuses.

Ce laser doit être prévu pour ne pas fonctionner en continu. Il doit en effet supporter de nombreux marche/arrêt car on n'allume pas en même temps toutes les sources lumineuses. Il faut utiliser un bouton poussoir pour changer de source lumineuse, le laser n'aime pas ce genre de changement.

Voici le montage indiquant comment brancher le laser à la carte Arduino. Le laser est branché à la sortie du pin numérique 5.

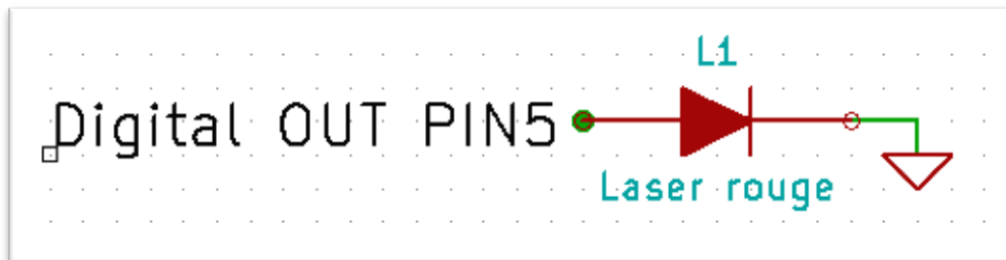


Schéma 2: Montage du laser



## 5) La diode RGB



Image 4: Une diode RGB

Pour faire varier les longueurs d'onde traversant l'échantillon, on utilise une diode RGB permettant de faire varier la longueur d'onde du rayon incident. En effet, l'échantillon n'absorbe pas de la même manière un rayon lumineux vert ou un rayon lumineux rouge à cause des différentes molécules présentes dans l'échantillon. Avec un étalonnage correct, on pourrait ainsi obtenir des résultats intéressants lors des tests.

Voici le schéma indiquant comment monter cette diode sur la board Arduino. La résistance au niveau de la masse de la diode est de 200 Ohms.

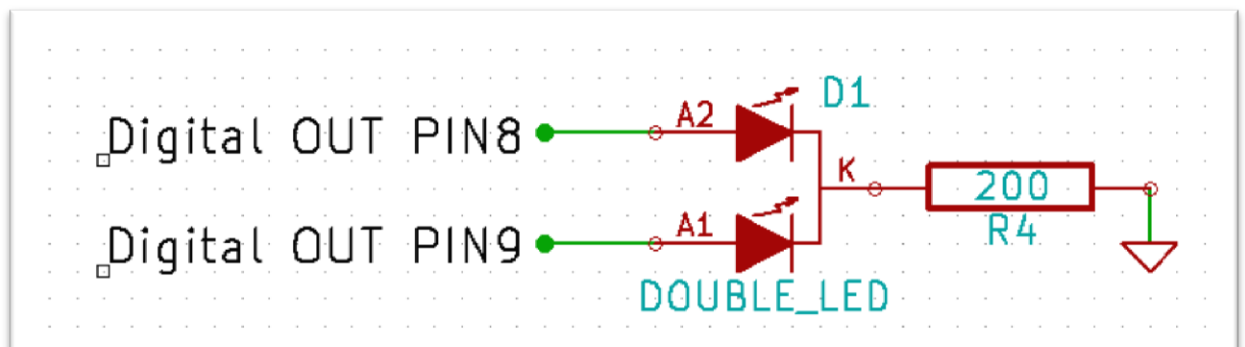


Schéma 3 : Montage de la diode RGB

## 6) Le bouton poussoir

Afin de changer de source lumineuse, on utilise un bouton poussoir. Lorsque celui est appuyé, le microcontrôleur change de source lumineuse en allumant chacun leur tour le laser, la LED verte ou la LED rouge. On a donc un petit colorimètre permettant facilement et rapidement de changer de longueur d'onde afin d'obtenir les meilleurs résultats possible en fonction des solutions testés.

Voici le montage du bouton poussoir, ce dernier étant branché sur en entrée du PIN digitale 2 :

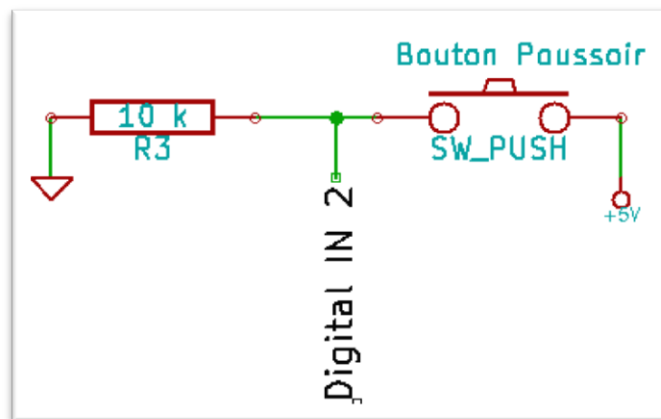


Schéma 4: Montage du bouton poussoir

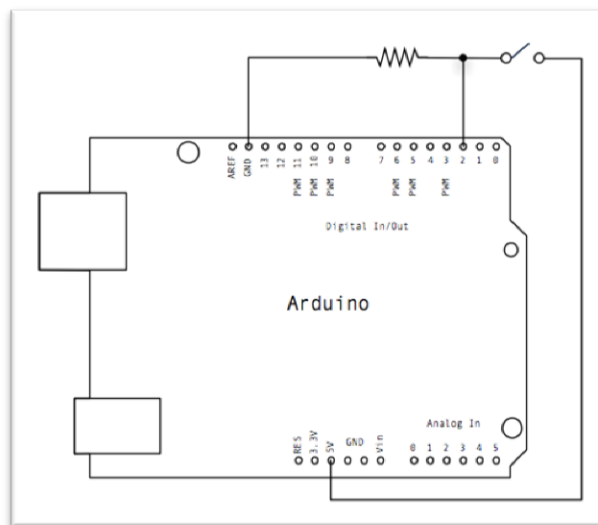


Schéma 5: Montage du bouton poussoir sur la carte Arduino

## ***b. Le programme embarqué***

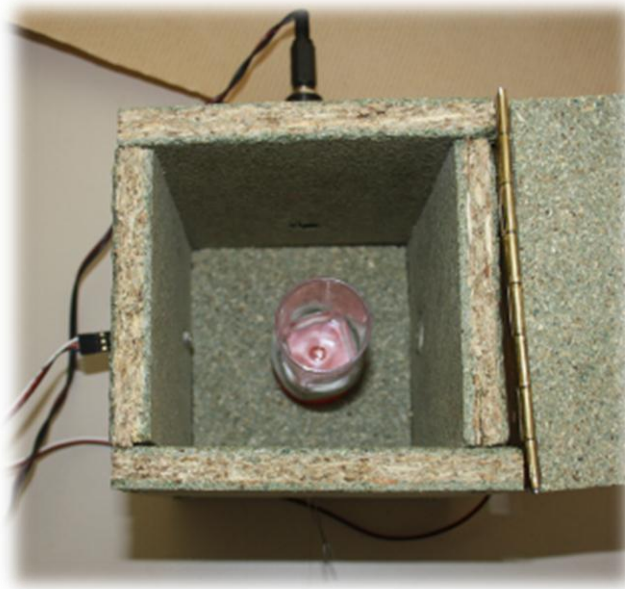
Le code source du logiciel embarqué sur la carte Arduino est téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://prog-spip.com/IMG/zip/turbidimetre-2.zip>

Les commentaires dans le code permettent de comprendre le fonctionnement du programme.

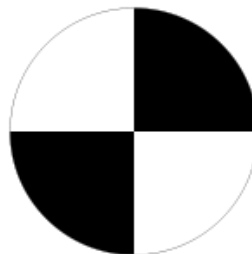
## c. La chambre noire

Le boîtier permettant d'accueillir les capteurs (les photorésistances) et les sources lumineuses (les diodes et le laser) doit être complètement opaque à la lumière extérieure. On doit donc fabriquer une chambre noire. La lumière extérieure perturbe en effet la prise des mesures. Ces dernières ne sont plus fiables si des rayons lumineux provenant de l'extérieure atteignent les photorésistances.



Cette partie décrit les dimensions de la chambre noire.

- Hauteur : 12 cm
- Largeur : 9 cm
- Profondeur : 9 cm
- Placer une trappe au-dessus de la boîte pour un accès facile à l'échantillon
- Chaque photorésistance doit être placée exactement en face de la diode et du laser. Les rayons lumineux doivent atteindre directement les capteurs pour une mesure turbidimétrique. Si les sources lumineuses et les capteurs ne sont pas alignés, cela devient une mesure néphélométrique, on n'observe plus alors les mêmes propriétés du liquide.
- On peut placer un disque de Secchi au fond de la boîte pour centrer l'échantillon.



## IV. Utilisation du système

### *a. Réception de trames séries*

Le système communique avec l'extérieur en utilisant une liaison série. L'ordinateur qui reçoit les trames séries doit avoir un terminal capable de recevoir et émettre des trames séries (RS232). Sous Windows, le terminal Termitte remplit bien ce rôle. Sous Linux, je conseille le terminal Minicom.

Le module Bluetooth émet des trames à 9600 bps, sans bit de parité. Indiquer dans la configuration de votre terminal, le port ou le device correspondant à votre récepteur (USB ou Bluetooth). La réception est automatique lorsque le terminal détecte une activité sur le récepteur.

Si vous utilisez un récepteur Bluetooth connecté à votre ordinateur en USB, il est possible de devoir configurer la liaison Bluetooth. Pour lier la carte Arduino à votre ordi, le mot de passe par défaut est : **1234**.

### *b. Exploitation des données*

Il est possible de sauvegarder les valeurs dans un fichier CSV (*comma separated value*) avec la commande adéquate. Cela permet de tracer rapidement une courbe de variation de la turbidité à l'aide d'un tableur (Excel ou Calc). Mais avant ces étapes, il faut étalonner le système afin d'avoir des résultats scientifiquement valables.

## V. Liens et références

- Initiation à la mise en œuvre matérielle et logicielle de l'Arduino : <http://www.craslab.org/interaction/files/LivretArduinoCRAS.pdf>
- Les photorésistances (anglais) : <http://www.ladyada.net/learn/sensors/cds.html>
- La turbidimétrie : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Turbidim%C3%A9trie>
- Documentation sur Minicom : <http://doc.ubuntu-fr.org/minicom>
- Documentation sur Termite : <http://www.windows7download.com/win7-termite/ekejdiwv.html>