

Tutoriel de fabrication du τετραφάρμακος

Clément Javerzac-Galy

Denis Savoie

Zubair Iftikhar

<http://cansat2012.supop.fr>

23 septembre 2012

Résumé

Le projet τετραφάρμακος¹ est un projet de Cansat réalisé par l'équipe des *Proton-thérapeutes* de l'Institut d'Optique Graduate School afin de participer au *C'Space*, une compétition internationale co-organisée par Planète-Sciences et le CNES.

Ce prototype de sonde spatiale embarque un module de mesure de l'indice de végétation fait-maison. Il enregistre en outre certains paramètres de vol à l'aide de divers capteurs (météorologiques et positionnels).

Nous espérons que toutes ces données mesurées permettront de caractériser les chances de présence de vie sur une exo-planète semblable à la Terre.

Dans ce tutoriel, vous apprendrez à utiliser les différents composants que nous avons embarqués dans notre Cansat. Vous verrez comment tester le matériel, enregistrer les données mesurées sur une carte μSD et transférer des données à votre PC via une liaison sans-fil.

1 Matériel nécessaire

Si vous souhaitez réaliser une copie exacte de notre projet (dont le coût total est d'environ 368€), il vous faudra :

1. Contrôle et calculs :

- 2 x Micro-controlleurs Arduino Mini, 2 x 17€
- 1 adaptateur Arduino-Mini – USB, 15€

2. Alimentation²

- 1 batterie 9V (NiMH), 13€
- 1 circuit d'adaptation de tension délivrant du 3,3V et du 5V, 5€

3. Stockage d'information

- 2 modules pour carte μSD, 2 x 13€
- 2 cartes μSD, 2 x 7€

4. Transfert de données sans-fil

- 2 modules XBee Pro, 2 x 36€
- 1 dongle-USB XBee, 21€

5. Capteurs

- 1 capteur d'humidité et température [RHT03], 15€
- 1 capteur de pression et température [BMP085], 18€
- 1 accéléromètre [ADXL345], 22€

1. prononcez *tetrapharmakos*

2. Pour commencer, vous pouvez utiliser l'alimentation de la liaison USB entre votre Arduino et votre ordinateur.

- 1 module GPS [EM-406A], 29€
- 2 caméras Jpeg [LinkSprite Jpeg TTL], 2 x 42€

Nous utilisons des composants en double car nous avons besoin de prendre deux photographies simultanées pour réaliser notre mesure de l'indice de végétation. Vous préferez sans doute une Arduino Nano à une Mini, puisqu'elle est plus simple à programmer et à connecter à un ordinateur. Si vous voulez réduire les coûts et les contraintes techniques, voici la liste de composants à utiliser :

1. Contrôle et calculs :

- 1 Micro-controlleurs Arduino Nano, 29€

2. Alimentation

- 1 batterie 9V (NiMH), 13€
- 1 circuit d'adaptation de tension délivrant du 3,3V et du 5V, 5€

3. Stockage d'information

- 1 modules pour carte μSD, 13€
- 1 cartes μSD, 7€

4. Transfert de données sans-fil

- 2 modules XBee, 2 x 26€
- 1 dongle-USB XBee, 21€

5. Capteurs

- 1 capteur d'humidité et température [RHT03], 15€
- 1 capteur de pression et température [BMP085], 18€
- 1 accéléromètre [ADXL345], 22€
- 1 module GPS [EM-406A], 29€
- 1 caméras Jpeg [LinkSprite Jpeg TTL], 42€

Ce qui revient alors à 266€ environ. Vous pouvez très bien adapter ce tutoriel à vos envies et choisir de faire une simple station météo (100€), ou un système de prise de photographies géolocalisées (138€).

2 Assemblage et vérification du matériel

Nous allons commencer par vérifier l'état de marche de chacun des composants. N'utilisez pas de pile au départ, l'alimentation se fera grâce à l'ordinateur. Par exemple si vous avez une Arduino Nano, il suffit de la connecter à votre ordinateur via un câble USB (si vous utilisez une Arduino Mini, vous devez utiliser l'adaptateur Arduino FTDI USB-Série pour alimenter et programmer votre système).

2.1 Le micro-contrôleur

Pour savoir comment connecter votre Arduino à votre ordinateur pour la programmer, vous pouvez vous rendre sur le site officiel du fabricant :

- Arduino Mini : <http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoMini>
- Arduino Nano : <http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoNano>

Dans tous les cas, vous devez télécharger le logiciel de programmation Arduino sur <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Utilisez le programme d'exemple 'Blink' pour vérifier l'état de marche de votre micro-contrôleur.

2.2 Le stockage sur carte µSD

La plupart des applications nécessitent un enregistrement sur carte SD. Le prix de ces cartes mémoire Flash a beaucoup diminué, et on peut aujourd'hui facilement trouver une carte µSD de 2Go pour moins d'une dizaine d'euros. Il est recommandé d'utiliser des cartes de marque (j'avais une carte générique qui n'était pas reconnue, bien qu'elle soit bien formattée).

La figure 1 montre comment connecter le module de carte µSD à une Arduino Mini³ :

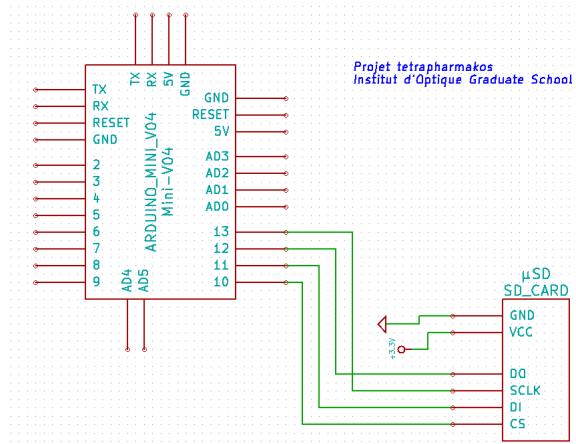


FIGURE 1 – Branchement d'une carte SD à une Arduino

Il faut alors utiliser le programme d'exemple 'CardInfo' du logiciel Arduino pour vérifier l'état de votre carte SD et de votre branchement.

2.3 Les capteurs

Notre Cansat devait remplir deux missions (sondage atmosphérique et mesure de l'indice de chlorophylle). Pour la première, nous avions besoin d'un capteur d'humidité et d'un capteur de pression. Pour la seconde, nous avions besoin de deux caméra. L'accéléromètre et le module GPS étaient utilisés en vue de préparer une troisième mission : le atterrissage maîtrisé sur une cible.

3. Il faut savoir que les cartes SD doivent être alimentées en 3,3V, et que l'Arduino Mini fonctionne en 5V.

2.3.1 Capteur d'humidité

Le capteur d'humidité que nous avons utilisé est le *RHT03*. Comme le reste des capteurs que nous avons utilisés, il est très simple d'emploi. La figure 2 montre comment le brancher⁴ :

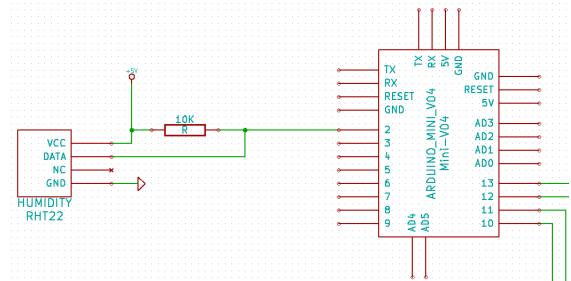


FIGURE 2 – Branchement du RHT03 à une Arduino

Il faut ensuite programmer votre micro-contrôleur pour envoyer les données du capteur sur le port Série de votre Arduino. Pour cela, téléchargez le programme 'DHTtester' à l'adresse suivante : <https://github.com/thriller91/Cansat-SupOp/tree/master/sources/Arduino/DHT22/DHTtester>. Il faut télécharger les trois fichiers (DHTtester.pde, DHT.cpp et DHT.h), et les placer dans un même dossier appelé **DHTtester**.

2.3.2 Capteur de pression

Notre capteur de pression est le *BMP085*. Il se connecte en I²C. Comme le montre la figure 3, il faut donc utiliser les broches analogiques n° 4 et 5 de l'Arduino.

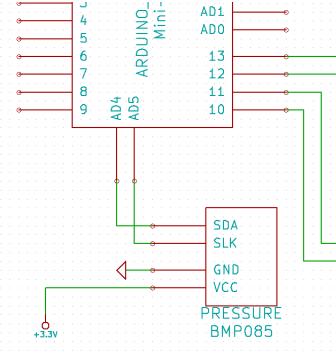


FIGURE 3 – Branchement du BMP085 à une Arduino

Le programme à télécharger pour essayer ce capteur est disponible à l'adresse suivante : <https://github.com/thriller91/Cansat-SupOp/tree/master/sources/Arduino/BMP085/BMP085tester>.

2.3.3 Accéléromètre

Nous avons utilisé un accéléromètre numérique, l'*ADXL345*. Ce composant peut se connecter en I²C

4. Il faut utiliser une résistance de tirage de 10kΩ entre la broche n° 2 et l'alimentation +5V.

ou en SPI (déjà utilisé par la carte SD). On peut connecter l'accéléromètre et le capteur de pression sur le même bus I²C , mais comme nous avons 2 Arduino, nous avons utilisé une pour chaque capteur. Si vous voulez éviter d'utiliser une autre Arduino et que vous ne voulez pas placer ces deux composants sur le même bus, vous pouvez choisir d'utiliser un accéléromètre analogique (l'*ADXL335* par exemple).

La figure 4 montre comment brancher l'*ADXL345* sur une Arduino en I²C :

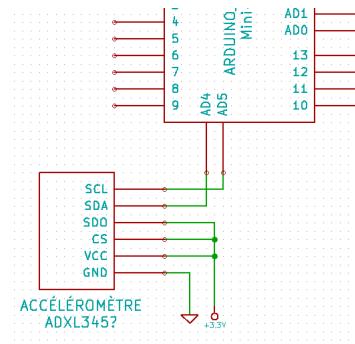


FIGURE 4 – Branchement de l'ADXL345 en I²C