

## DOC ECG

Vous pouvez poster votre doc sur l'opendoc (<http://www.lopendoc.org/lopenlab/>) ou sur [hackaday.io](http://hackaday.io) ou sur github ou au pire google doc .

Voici un exmple de bonne documentation :

<https://hackaday.io/project/9281-murgen-open-source-ultrasound-imaging>

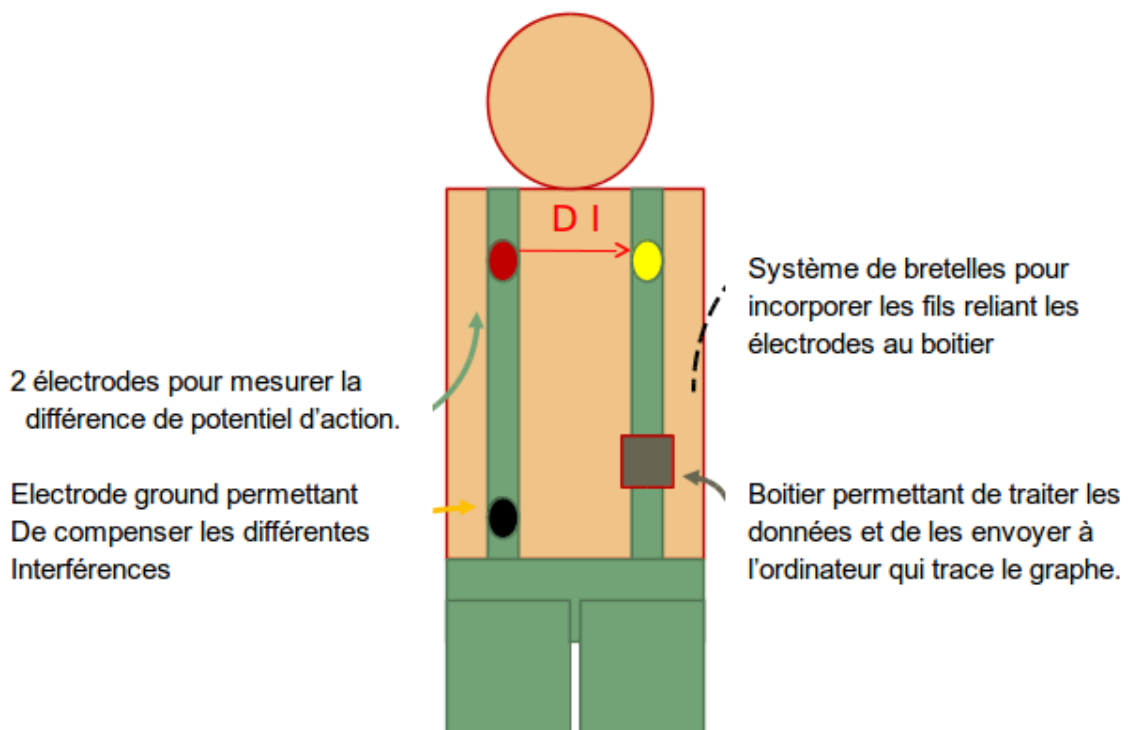
La doc doit être postée en ligne et accessible le jour rendu afin que le jury puisse noter le documentation.

## Electrocardiographe Portatif DIY

### OBJECTIF

Nous allons ici créer un électrocardiographe (ou ECG) portatif à une dérivation pour un coût total d'environ 30€, et rendre son utilisation la plus pratique possible. L'objectif est de fabriquer un système de bretelles avec des fils intégrés et reliés à un boîtier capable de transmettre à l'ordinateur les données recueillis en wifi. Un programme en python analyse les données pour produire un électrocardiogramme en direct, et les données récoltés sont stockés dans un fichier et peuvent être conservé pour des analyses approfondi.

#### Schéma du dispositif en vue frontal



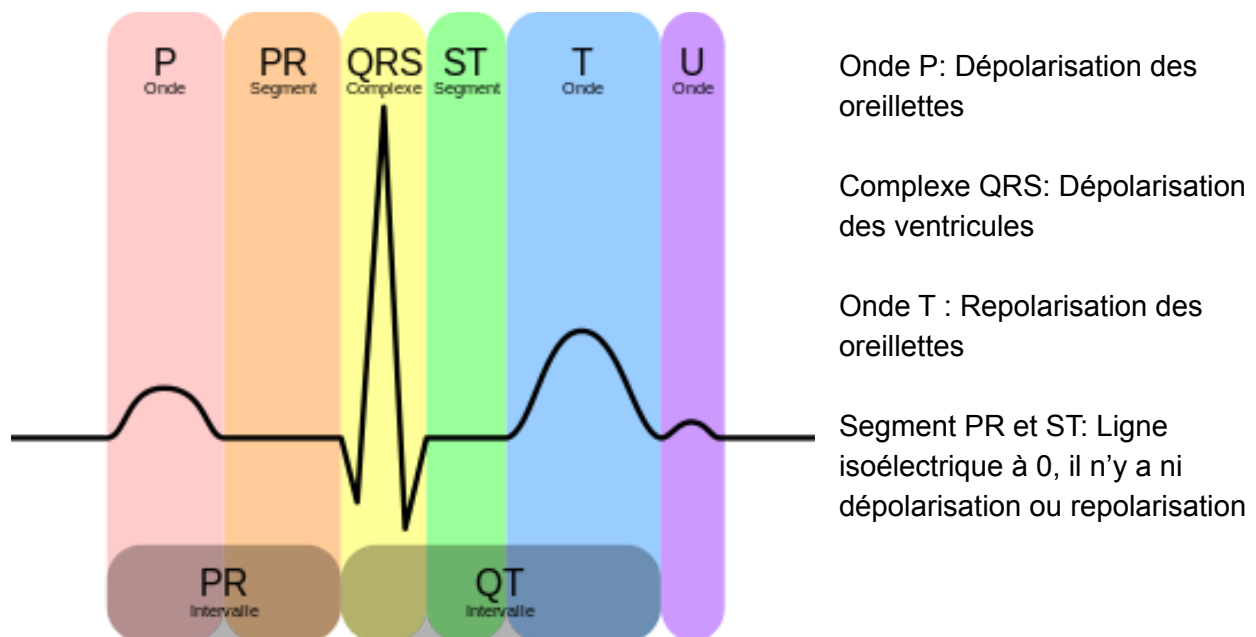
ATTENTION: cet électrocardiographe DIY est un prototype. Il ne peut remplacer un examen médical fait par un professionnel de la santé.

### Pour commencer, quelques petites explications théoriques

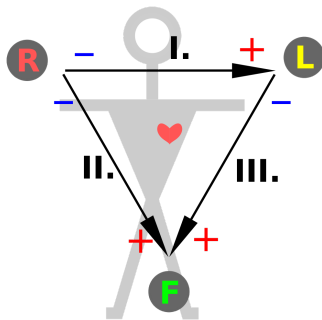
L'électrocardiogramme est un examen très usuel, non invasif, et dont le coût est très faible. Il permet d'identifier la quasi-totalité des pathologies cardiaques.

Lorsque le cœur expulse le sang hors des cavités vers les membres, il se produit un phénomène de dépolarisation des cellules cardiaques de proche en proche qui sont normalement au repos.

Ainsi, nos électrodes vont permettre de mesurer cette différence de potentiel en fonction du temps. On va ainsi avoir un tracé de la différence de potentiel en fonction du temps, avec des pics correspondant à des périodes de dépolarisation/repolarisation de différentes régions du cœur.



Cependant, ce tracé diffère selon l'emplacement des électrodes. En effet, le coeur est un organe tri-dimensionnelle, de ce fait un vecteur (2 électrodes) nous permet d'avoir un seul vecteur qui enregistre l'activité du coeur. On appelle cela une dérivation. Ainsi, pour avoir toutes les dérivations sous un plan frontal, on utilise le triangle d'einthoven.



On s'intéresse cependant ici seulement à la dérivation D1 car nous utilisons 2 électrodes pour enregistrer une différence de potentiel. Cependant, des événements extérieurs peuvent influencer les mesures.

Nous avons donc besoin d'une électrode déconnectée du réseau de mesure, qui permettra de compenser les variations extérieures qu'elle enregistrera. C'est notre 3ème électrode ici, l'électrode "floor".

#### Matériel:

- 1 arduino Leonardo
- 1 module wifi HUZZAH feather ESP8266
- Heart Rate Monitor AD8232
- 3 électrodes à usage unique
- Un câble conducteur adapté (avec 3 entrées pour brancher les électrodes et une prise jack en sortie)
- 5 fils de raccordement male/femelle
- Des bretelles et matériel de couture (voir étape 3)
- Le logiciel Arduino version 1.6.8 avec l'extension pour HUZZAH feather.
- Les programmes suivants [insérer lien pour télécharger dossier zip]

La carte Heart Monitor AD8232 est une carte qui nous permet de transformer le signal analogique en signal digital. Elle est branchée à la fois aux 3 électrodes placées sur le corps duquel elle reçoit des différences de potentiels électriques et à la carte Arduino à laquelle elle transmet les données collectées par les électrodes.

Les informations sur cette carte sont disponibles sur le site [sparkfun.com](http://sparkfun.com):

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/AD8232.pdf>



Le pack complet Kit ECG Module AD8232 en vente contient en plus de cette carte un paquet de 3 électrodes et un câble conducteur adapté.

Nous recommandons donc de préférence l'achat de ce kit dans un premier temps. Pour obtenir plus d'électrodes, des électrodes réutilisables médicales sont disponibles pour un prix abordable sur internet ou auprès de professionnels.

### Photo du huzzah feather

Le module wifi HUZZAH feather ESP8266 est un type de carte qui transmet par wifi à l'ordinateur les données lu sur le port série de l'Arduino. Il fonctionne avec un programme en langage arduino qui le connecte à une borne wifi (par exemple un téléphone en partage de connexion). En connectant un ordinateur à la même borne wifi, le module wifi peut transmettre les données reçu par le port série à l'ordinateur. Un programme python simple permet de récupérer sur l'ordinateur les données reçus.

Les informations sur cette carte sont disponible sur le site Adafruit.com:  
<https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-huzzah-esp8266/overview>

Photo de l'arduino leonardo	<p>L'Arduino Leonardo est un type de carte Arduino qui transmet à l'ordinateur les données obtenus par la carte Heart Monitor AD8232 grâce à un programme simple qui lit les données du port série et les imprime dans le moniteur série..</p> <p>Les informations sur cette carte sont disponible sur le site Arduino: <a href="https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-huzzah-esp8266/overview">https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-huzzah-esp8266/overview</a></p>
-----------------------------	---

Ce matériel est trouvable dans la plupart des magasins d'électroniques de France, ou il est possible de le commander sur internet.

Étape 1: Téléverser les codes sur la cartes Arduino et le module wifi.

Ouvrez le logiciel Arduino (si vous ne l'avez pas, télécharger le ici:

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. NB: il faut télécharger la version la plus récente).

Branchez la carte Arduino Leonardo à un de vos port USB de votre ordinateur avec un câble compatible (USB/micro-USB) et changez les configurations. Pour cela sélectionnez la carte dans "Outils → Type de carte → Arduino Leonardo" et dans "Outils → Port", sélectionnez le port série utilisé. Vous pouvez ouvrir ce code avec le logiciel "Fichier → Ouvrir" et téléverser sur l'Arduino Leonardo le code suivant: [\[lien pour télécharger le programme\]](#) Ce programme permet simplement de lire les données reçu par l'Arduino sur son port série. Une fois cela fait, vous pouvez vous occuper du module wifi. Branchez le module wifi HUZZAH feather ESP8266 à un des ports USB de votre ordinateur. Pour que le logiciel Arduino détecte le module wifi, vous

avez besoin de télécharger une extension sur le site [adafruit.com](https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-huzzah-esp8266/using-arduino-ide#install-the-arduino-ide-1-dot-6-8-or-greater). Suivez les instructions donné sur ce site (en anglais):

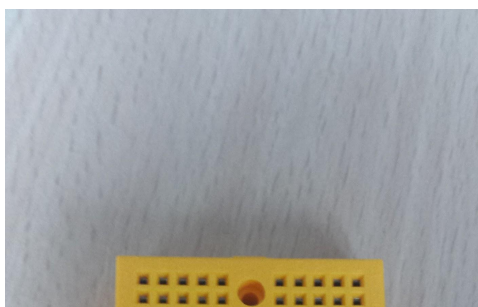
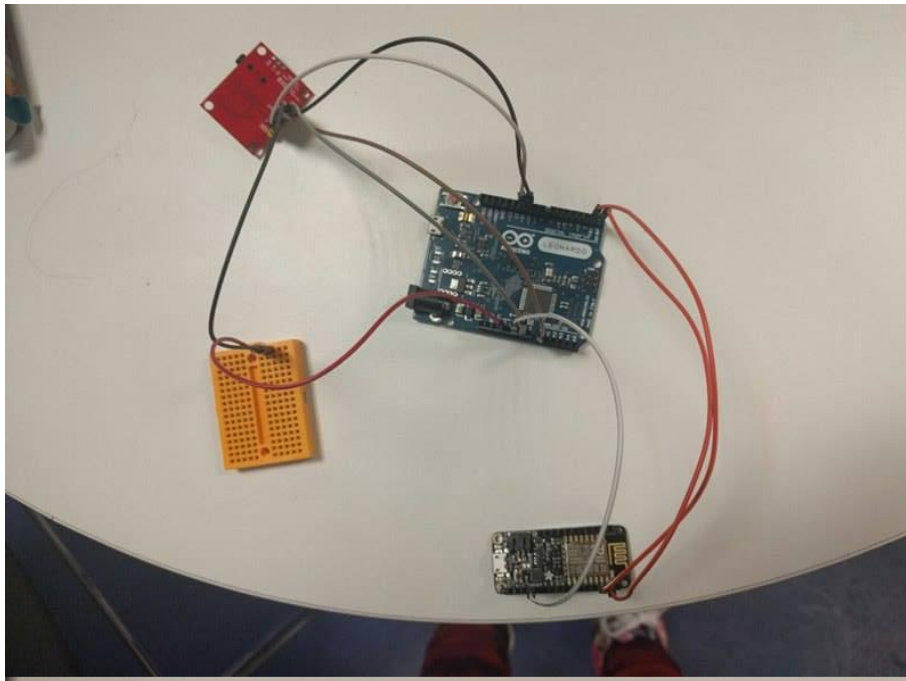
<https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-huzzah-esp8266/using-arduino-ide#install-the-arduino-ide-1-dot-6-8-or-greater> Une fois cela fait vérifiez que la carte et le port sont bien configurés.

Pour cela sélectionnez la bonne carte dans "Outils → Type de carte → Adafruit HUZZAH ESP8266" et dans "Outils → Port", sélectionnez le port série utilisé.

Une fois cela fait, ouvrez avec le logiciel Arduino le programme suivant et téléversez-le sur le module: [\[lien pour télécharger le programme\]](#) Ce programme permet de connecter le module wifi à un routeur wifi tel que votre téléphone portable en partage de connexion. Pour que cela fonctionne, il faut que vous ajoutiez dans le code le nom et le mot de passe du routeur auquel vous vous connectez, ainsi que l'adresse IP de l'ordinateur avec lequel vous allez faire l'acquisition des données. [\[capture d'écran de là où il faut modifier le code\]](#)

## Étape 2: branchements

Voici le montage que l'on doit obtenir:



Nous devons à la fois brancher l'arduino à l'AD8232 mais aussi à l'huzzah feather. On va donc manquer de pin de 3,3V au niveau de l'Arduino.

Cependant nous pouvons utiliser un bread board. Il suffit de brancher les fils sur la même ligne du bread board et les relier au 3,3V de l'arduino, du AD8232 et de l'huzzah pour qu'ils reçoivent le même courant.

On peut ensuite récapituler les autres branchements selon le tableau suivant:

Arduino	AD8232	Huzzah Feather	Bread board
GND	GND	Pas utilisé	Pas utilisé
GND	Pas utilisé	CND	Pas utilisé
A0	output	Pas utilisé	Pas utilisé
10	LO-	Pas utilisé	Pas utilisé
11	LO+	Pas utilisé	Pas utilisé
3,3V	3,3V	3,3V	Même ligne
TX	Pas utilisé	RX	Pas utilisé
RX	Pas utilisé	TX	Pas utilisé

Il faut ensuite brancher le fil reliant l'AD8232 aux électrodes. Le fil se décompose en 3 fils secondaires reliant chacun à une électrode. Une indication "R" pour right "L" pour left et "F" pour floor indique quel fil doit relier quelle partie du corps selon la figure 1.

Cependant, le dispositif ne reçoit pas encore d'énergie. Il faut donc brancher une batterie externe en USB avec l'arduino.

### Étape 3: coudre les bretelles et placer les électrodes

Matériel : - machine à coudre

- fil polyester
- 1 aiguille
- 4 bouton pressions
- Câble ECG 3 dérivation + prise Jack de 70 à 80 cm
- 1 sacoche plate à fermeture éclair de 16 cm sur 12cm
- 6 bandes de tissus élastique pour :
  - Les 2 bretelles (1m sur 6.5 cm) dénommées



ci-après par Ag et Ad pour bretelle gauche et droite respectivement

- la ceinture (97 cm sur 6.5cm) dénommée C

- La doublure de la ceinture (44 cm sur 6.5 cm)

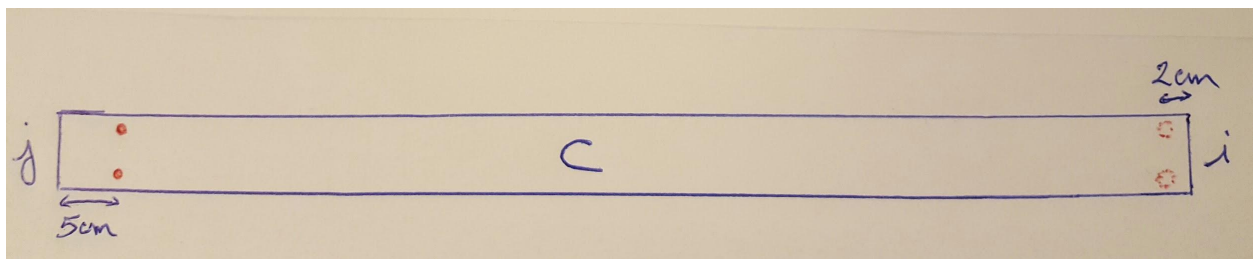
dénommée D

- Les 2 doublures des bretelles (57 cm sur 6.5cm)

dénommées Bg et Bd pour doublure gauche et droite respectivement.

Chaque bande possède deux faces, l'une étant externe (dirigé vers l'extérieur) et l'autre interne (dirigée vers le corps du patient). Chaque bande a aussi 2 extrémités dénommées sur le schéma ci-dessous.

1. Coudre les 4 boutons à la future ceinture C : Coudre les 2 parties femelles 5 cm de l'extrémité j et sur la même face (face externe), et les 2 parties mâles à 2 cm de l'extrémité i, sur la face opposée (face interne), comme le schéma qui suit.



2. Apposer la face externe de l'extrémité a de Bg à la face interne de D, à 5 cm de l'extrémité i de D, comme sur le schéma suivant. Faites pareil pour Bd , mais à 19 cm de l'extrémité j de D. Coudre les parties indiquées. On obtient ici l'ensemble des éléments de doublure qui cacheront les câbles
3. Apposer la face interne de l'extrémité a de Ag à la face externe de C, à 8 cm de son extrémité i, comme sur le schéma suivant. Faites pareil pour Ad, 7cm plus à gauche que Ag. Coudre les parties indiquées.



4. En prenant bien soin qu'il n'y ait aucune torsion, apposer la face interne de l'extrémité p de Ag à la face externe de C, à 22 cm de son extrémité j, comme sur le schéma suivant. Faites pareil pour Ad 6 cm plus à droite que Ag. Coudre les parties indiquées. On obtient, en incluant l'étape 3., les parties de la ceinture et des bretelle qui seront en contact direct avec le corps du patient.
5. Placement de la doublure : apposer la face interne de l'ensemble D+Bg+Bd sur la face externe de C de sorte à faire coïncider les extrémités a de Bg avec l'extrémité a de Ag, et l'extrémité a de Bd avec celle de Ad. Ainsi, l'extrémité i de D devrait se retrouver à 3 cm de celle de C. Coudre d'abord le bord inférieur de la jonction de D à C, puis l'extrémité j de D à C, puis les bords droits des jointures Ag+Bg, et gauches des jointures Ad+Bd. Coudre aussi les extrémités p des bandes B à leurs bandes A respectives. Dans le schéma, la partie postérieure de C (son extrémité j) ainsi que les extrémité p des bandes A sont exclues pour plus de clarté.
6. Placement de la sacoche contenant les éléments arduinos : apposer la sacoche sur la face externe de C entre les parties femelles des boutons et l'extrémité p de Ag. Coudre seulement une seule des faces, de sorte à toujours pouvoir ouvrir la sacoche.
7. Placement du câble ecg : Faites dépasser la prise jack de 18 centimètre de l'extrémité i de D, et fourrer le reste entre D et C. Faites remonter la dérivation left entre Ag et Bg de 38 cm, la dérivation Floor entre Ad et Bd de 13 cm, et la dérivation Right entre Ad et Bd de 38 cm. Pour chacune, percer un petit trou aux ciseaux (dans Ag pour Left, et 2 dans Ad pour Floor et Right), et faire passer les 'électrodes' pressions dans les trous. Laisser un peu de mou. Une fois cela fait, placer les câbles au fond des coutures déjà faites et fixer les avec du scotch de sorte à ce qu'ils ne dérangent pas vos dernières coutures.
8. Coudre les dernières parties ouvertes : le bord supérieur de D et C (pas au niveau des intersections avec les bretelles), et les jonctions axiales des A et B. (cf schéma précédent).

#### Étape 4: acquisition des données.

Pour collecter les données, il faut utiliser le code python ci-dessous: [lien pour télécharger le code python](#) Ce code permet de capter les données envoyé par le module wifi et de les enregistrer dans un document nommé data.csv. De plus ce programme permet de tracer en direct un électrocardiogramme approximatif. Pour commencer la mesure, exécuter le code avec python 3. Le programme n'est pas parfait, il ne s'arrête donc pas tout seul donc il faut interrompre le programme pour arrêter la mesure. Pendant l'acquisition, une fenêtre matplotlib s'ouvre et un électrocardiogramme se trace en direct en se basant sur les données recueillis par le port série de la carte Arduino que le module wifi transmet à votre ordinateur. Après avoir arrêter le programme, la fenêtre de matplotlib se ferme mais les données recueillis ont été

enregistré dans un fichier nommé data.csv contenant les valeurs du port série pendant la durée de la mesure. Grâce à ce fichier, vous pouvez tracer un électrocardiogramme plus précis que celui tracé en direct et que vous pouvez enregistrés grâce au fonction de matplotlib. Cet électrocardiogramme peut servir pour faire des analyses simple du cycle cardiaque à une dérivation. Pour obtenir le tracé, utilisez le programme python ci-dessous: [\[lien pour le programme\]](#)

Bravo! Vous avez un ECG portatif fonctionnel!