

# PROJET Arduino – PEIP2

*Année scolaire 2020-2021*

***"Thomas, le nouvel allié des professeurs au service de la santé "***

**Etudiants : Louahem Sarah, Marini Claire**

**Encadrants : Masson Pascal**

## Sommaire :

Introduction :	idée et besoins	page 3
I)	Prise de température	page 4 à 17
1)	LES DHT	page 4 à 5
2)	TMP36	page 6 à 7
3)	LM35/335	page 8 à 9
4)	Capteur de température sans contact MLX90614	page 10 à 17
II)	Reconnaissance digitale	page 18 à 27
1)	GT-521F52/32	page 18 à 20
2)	Le scanner / capteur d'empreintes digitales capacitif Grove	page 21 à 22
3)	FPM10A	page 23 à 27
III)	Structure de notre projet	page 28 à 29
1)	Schémas	page 28
2)	Echelles de réalisation et conclusion	page 29
	Conclusion	page 29

## Introduction :

### Notre idée :

Nous avons eu l'idée de réaliser un système qui permettrait de lutter contre la COVID.

Lorsqu'un élève entrera en cours ou dans l'établissement, par empreinte digitale on pourrait identifier l'élève (rôle d'appel), en même temps on prendra la température de l'élève, si elle est bonne alors une LED verte s'allume et l'étudiant peut entrer en cours, si l'élève a une température trop haute alors une LED rouge s'allume, l'élève est prié de rentrer chez lui et pendant ce temps un mail sera envoyé sur sa boîte mail universitaire avec les procédures à suivre (comme faire un test PCR) et des mails seront également envoyés au responsable de filière et la cellule antiCOVID

### Nos besoins :

Dans le cadre de ce projet nous allons avoir besoin d'un dispositif permettant de prendre la température de la manière suivante :

- Sans contact pour limiter la transmission des microbes.
- Rapide car l'entrée en classe ne doit pas être trop longue (1 à 2 secondes max par élève).
- Capable de prendre des mesures de température en Celsius entre 30 et 50 degrés au minimum avec une précision médicale.
- Le dispositif ne doit pas être trop encombrant, trop cher et doit pouvoir être utilisé dans des conditions semblables à celles de notre projet.

D'un dispositif de reconnaissance d'empreinte digitale :

- Rapide (moins d'une seconde pour la reconnaissance), précis et bon marché.
- Capable d'enregistrer et de reconnaître au minimum 200 empreintes.
- Peu encombrant.

Et bien sûr ces dispositifs devront consommer le moins possible d'énergie au repos comme en fonction.

Les fonctions d'appel et d'envoi de mail seront gérées au sein même du code.

### Nom du projet :

Thomas, le nouvel allié des professeurs au service de la santé.

l) Pour la température :

### 1) LES DHT

Les capteurs de la série DHT (DHT11 voir figure1.1, DHT21 VOIR FIGURE1.2) permettent de mesurer l'humidité et la température de l'air ambiant à l'aide de votre Arduino. Le premier de la série, le DHT11 est un capteur économique parfait pour débiter ou des applications peu exigeantes en précision et vitesse de mesure. Le DHT22 (ou DHT21) coûte environ deux fois plus cher que le DHT11 mais vous offrira une plage de mesure et une précision plus importante. Le DHT22 permet également de mesurer des températures négatives à partir de -40°C.

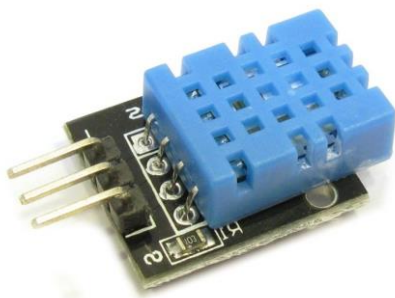


Figure1 .1



Figure1 .2

Plutôt que de passer en revue toutes les caractéristiques techniques, voici un petit récapitulatif de comparaison des principales caractéristiques techniques du DHT11 et DHT22.

DHT-11 DH/DHT-22

Alimentation : De 3 à 5V/De 3,3 à 6 V

Consommation : (lors d'une mesure, au repos) 2,5Ma/1,5Ma 50  $\mu$ A

Plage de mesure d'humidité : de 20 à 80% (précision 5%) /de 0 à 100% (précision 2 à 5%)

Plage de mesure de température : de 0 à 50°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) / de -40 to 80°C ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ )

Fréquence de mesure : 1 par seconde/4 par seconde

Poids et dimensions : 15.5mm x 12mm x 5.5mm/ 25 x 15 x 9 mm

Connexion : 4 broches ou 3 si monté sur module/4 broches ou 3 si monté sur module

Prix : En moyenne 6 euros/En moyenne 12 euros

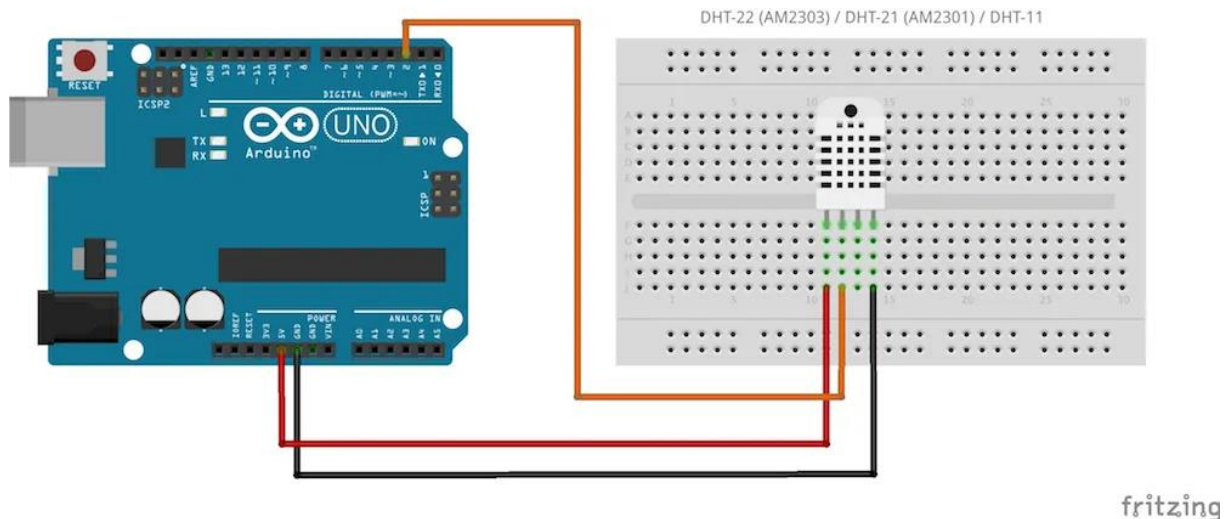


Figure1. 3

Coté câblage, rien de bien compliqué (voir figure1.3), il n'y a que 3 broches à connecter. Nous avons représenté un Arduino Uno sur le schéma de câblage ci-dessus.

Ce que nous allons regarder pour effectuer notre choix :

**Prix : le moins cher est celui du DHT11.**

**Précisions de mesure de température car elle doit être élevée pour un bon contrôle de la température du corps** : la meilleure précision est de 0,5 degrés pour le DHT22 dans une plage de de -40 à 80°C.

Même si nous n'avons pas besoin d'une si grande plage dans notre cas de figure de 30 à 50 degrés suffirait.

**Consommation : le DHT22 et celui qui consomme le moins lors de la mesure et au repos.**

**Fréquence de mesure** : bien meilleure pour DHT22 en seconde on peut faire 4 mesures contre 1 pour DHT11 : dans le cadre de notre projet le DH11 suffirait car nous ne pouvons faire passer plus d'un élève par secondes.

Le DHT22 est donc favorable pour notre projet puisqu'il est le précis et nous devons nous rapprocher au plus d'une précision médicale. Mais les DHT sont utilisé pour mesurer la température de l'air ambiant et non d'un objet comme un corps humain, utiliser ce genre de dispositif pour contrôler la température d'un corps humain serait trop complexe.

Source :

<https://projetsdiy.fr/mesure-humidite-temperature-capteur-dht11-dht22-arduino-raspberry/>

## 2) TMP36

Afin de récupérer une température avec un Arduino, nous pouvons utiliser un capteur TMP36 (voir figure 1.4). Ce capteur doit être alimenté entre 2.7V et 5.5V, et consomme moins de 50µA en fonctionnement, et 0.5µA en veille.

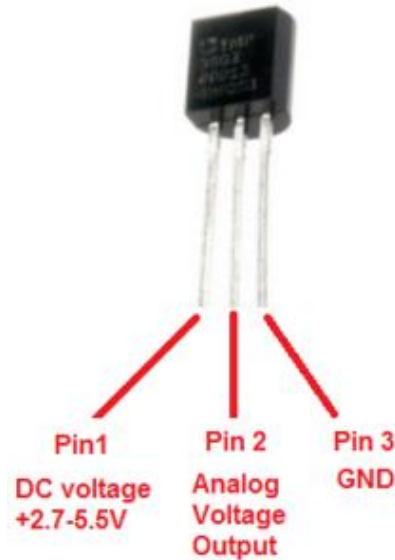


Figure 1.4

Une fois alimenté (entre 3 et 5v), ce petit module sort une tension analogique directement proportionnelle à la température... c'est bien pratique.

Caractéristiques :

- Taille : boîtier TO-92 à 3 broches (similaire à un transistor)
- Gamme de température : -40°C à 150°C / -40°F à 302°F
- Tension de sortie : 0.1V (-40°C) to 2.0V (150°C) mais la précision diminue après 125°C
- Tension d'alimentation : 2.7V à 5.5V

Considérations sur la précision. L'entrée analogique prend une valeur entre 0 et 1024 pour une tension variant entre 0 et 5V. La précision de la mesure est donc de  $5 / 1024$ , soit 0.0048 V (~4.8 millivolts). Hors, le TMP36 a un rapport de 10 mV par degré.

La mesure via l'entrée analogique est donc précise à +/- 0.5 °C.

On peut augmenter la précision de l'entrée analogique. En alimentant le TMP36 en 3.3 volts (disponible sur le bord Arduino). Et en utilisant cette tension de 3.3V comme référence pour les lectures analogiques, on améliore la précision de lecture.

En effet, la valeur lue sur l'entrée analogique évoluera de 0 à 1024 pour une tension évoluant entre 0 et 3.3 volts.

Soit une précision de  $3.3 / 1024 = 0.0032$  V, soit 3.2 millivolts.

L'erreur est ici réduite à 0.33°C (1/3 de °C).

Prix : Environ 2 euros.

Coté branchement :

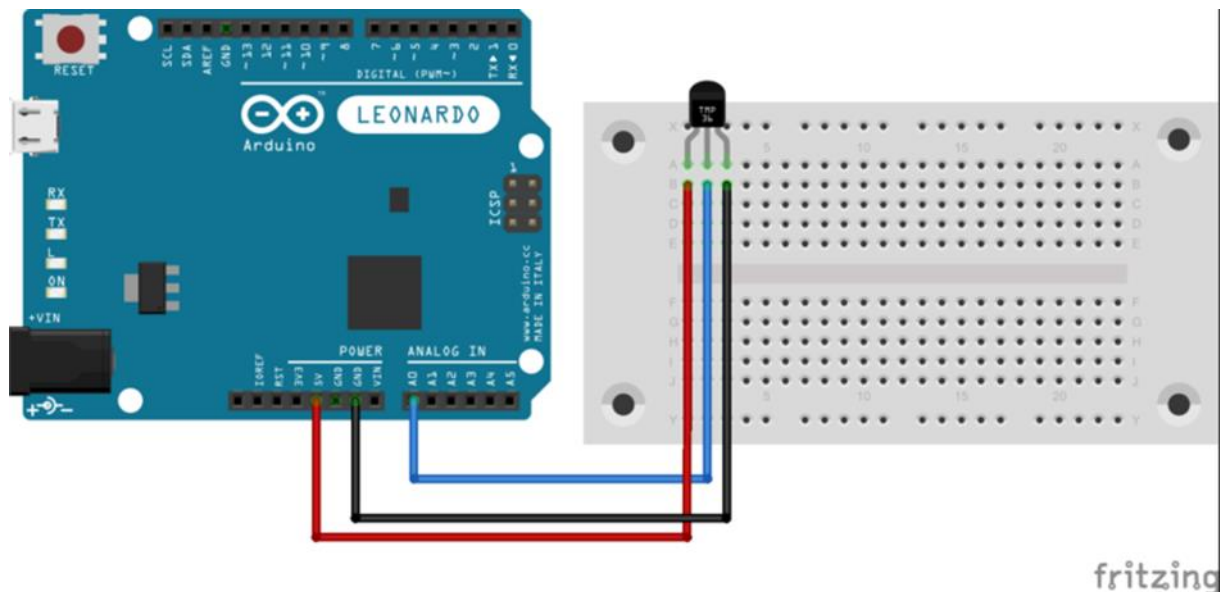


Figure1 .5

Coté branchement rien de très compliqué (voir figure1.5) et il ne nécessite pas de matériel spécial.

En résumé la plage de température ainsi que la précision sont adaptés à notre projet, le prix est bas et le dispositif semble très simple d'utilisation et facile à câbler mais ce genre de dispositif ne permet qu'une détection de la température ambiante ou par contact; or dans notre projet la température de l'élève serait prise en même temps que son empreinte donc il faudrait un dispositif sans contact.

*Sources :*

<https://www.mataucarre.fr/index.php/2017/03/31/capteur-de-temperature-tmp36-arduino/>

<https://arduino103.blogspot.com/2011/06/capteur-de-temperature-avec-le-tmp36.html>

<https://arduino103.blogspot.com/2011/06/capteur-de-temperature-avec-le-tmp36.html>

### 3) LM35/335



Figure1 .6

Le LM335(voir figure1.6) est un appareil à 3 broches (comme un transistor) qui convertit la température en tension analogique. Ce capteur nécessite un module ADC (convertisseur analogique-numérique) afin de convertir la tension analogique en données numériques.

Le capteur de température LM335 présente les caractéristiques suivantes :

-Calibré directement sur l'échelle de température Kelvin.

-Précision initiale 1 ° C disponible.

-Fonctionne de 400  $\mu$ A à 5 mA.

-Impédance dynamique inférieure à 1  $\Omega$ .

-Facilement calibré.

-Large plage de températures de fonctionnement.

-Plage de dépassement de 200 ° C.

-Prix bas.

La différence entre les capteurs de température LM335 et LM34 et LM35 est que le capteur LM335 donne la température en degrés Kelvin, tandis que le capteur LM35 donne la température en degrés Celsius et le capteur LM34 donne la température en degrés Fahrenheit. Tous les 3 sont étalonnés différemment pour produire la lecture de tension en millivolts proportionnelle à ces différentes unités de mesure.

Pour notre projet il faut donc privilégier LM35 car nous voulons des températures en degré Celsius.

Nous allons désormais étudier plus précisément ce dispositif :

Le capteur de température LM35 est un capteur analogique de température fabriqué par Texas Instruments. Il est extrêmement populaire en électronique, car précis, peu coûteux, très simple d'utilisation et d'une fiabilité à toute épreuve.

Le capteur de température LM35 est capable de mesurer des températures allant de -55°C à +150°C dans sa version la plus précise et avec le montage adéquat, de quoi mesurer n'importe quelle température.



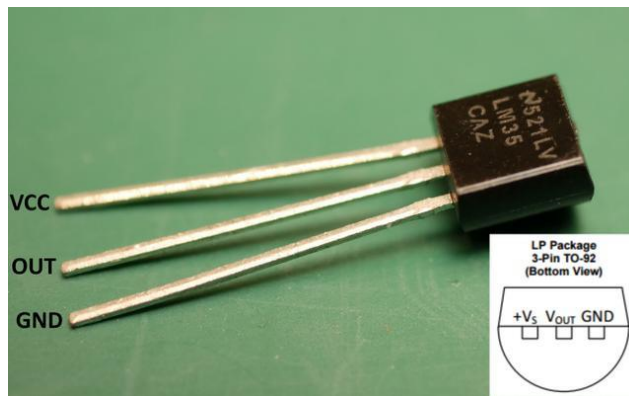


Figure1 .7

La sortie analogique (voir figure1.7) du capteur est proportionnelle à la température. Il suffit de mesurer la tension en sortie du capteur pour en déduire la température. Chaque degré Celsius correspond à une tension de +10mV.

Une autre des grandes forces du capteur LM35, c'est sa linéarité exemplaire : moins de 1°C d'erreur sur la plage complète de -55°C à +150°C. Comme chaque degré Celsius correspond à 10mV (soit 0.01 volt) et que la sortie du capteur est (quasi) parfaitement linéaire, convertir une mesure en température se résume à faire un produit en croix.

De plus, le capteur LM35 fonctionne avec n'importe quelle tension d'alimentation comprise entre 4 volts et 30 volts.

Pour faire simple, si on s'intéresse uniquement aux LM35 "à pattes" (boîtier TO-92 pour les intimes), il existe trois versions :

Le LM35DZ, capable de mesurer des températures de 0 à 100°C avec une précision de 1.5°C aux extrêmes.

Le LM35CZ, capable de mesurer des températures de -40 à 110°C avec une précision de 1.5°C aux extrêmes.

Le LM35CAZ, capable de mesurer des températures de -40 à 110°C avec une précision de 1°C aux extrêmes.

Dans le cadre de notre projet le LM35DZ suffirait.

La précision et le prix sont très intéressants pour notre projet mais ce dispositif comme le TMP36 ne permet pas une prise de température d'un objet sans contact, cela ne correspond donc pas à ce que nous recherchons.

Sources :

<https://www.carnetdumaker.net/articles/mesurer-une-temperature-avec-un-capteur-lm35-et-une-carte-arduino-genuino/#quest-ce-quun-capteur-lm35>

<http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/10731/1/Ms.EBM.Tertag%2BFernane.pdf>

#### 4) Capteur de température sans contact MLX90614

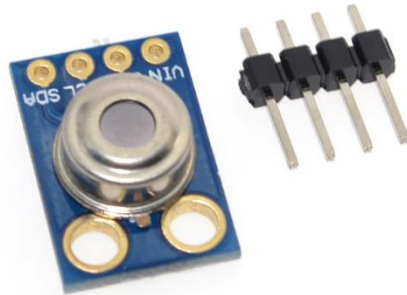


Figure1 .8

MLX90614 (voir figure 1.8) est un capteur de température, sans contact, par infrarouge donc qui est capable de mesurer la température d'un objet en face de lui à une distance de quelques centimètres.

Pour plus d'info sur le fonctionnement des infrarouges :

<https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=356>

Contrairement à la plupart des capteurs de température, ce capteur mesure la lumière infrarouge des objets distants afin de détecter la température. Sans avoir à les toucher physiquement. Pointez simplement le capteur vers ce vous voulez mesurer et il détectera la température en absorbant les ondes IR émises. Parce qu'il n'a pas à toucher l'objet qu'il mesure, il peut détecter une plage de températures plus large que la plupart des capteurs numériques : de  $-70^{\circ}\text{C}$  à  $+380^{\circ}\text{C}$ . En lisant la lumière infrarouge provenant d'un objet, ce type peut détecter entre  $-95$  et  $720^{\circ}\text{F}$  ( $-70$  à  $382,2^{\circ}\text{C}$ ) avec une résolution de 17 bits. C'est 128X plus précis que le ADC de l'Arduino, ce qui signifie qu'il peut faire la différence entre  $25^{\circ}\text{C}$  et  $25,02^{\circ}\text{C}$  sans même entrer en contact. (Bien que 17 bits répartis entre  $-70$  et  $382$  devraient nous donner une résolution de  $0,0034^{\circ}\text{C}$ )

Il prend la mesure sur un champ de vision de 90 degrés par défaut. La valeur mesurée est la température moyenne de tous les objets dans le champ de vision du capteur.

Caractéristiques :

-Petite taille, faible coût.

-Résistances 10k pour l'interface I2C avec cavaliers à souder en option.

-Facile à intégrer.

-Calibré en usine dans une large plage de température : De  $-40...+125^{\circ}\text{C}$  pour la température de l'air ambiant et de  $-70...+380^{\circ}\text{C}$  pour la température de l'objet.

-Résolution de mesure de  $0.02^{\circ}\text{C}$ .

-Sortie PWM personnalisable pour la lecture continue.

-Mode veille pour une consommation électrique réduite.

-En ce qui concerne la précision :

La précision du capteur MLX90614 est décrite par les diagrammes de précision (voir figure1.9), il représente la température d'objet ( $T_o$ °C sur l'axe Y) en fonction de la température ambiante ( $T_a$ °C sur l'axe X)

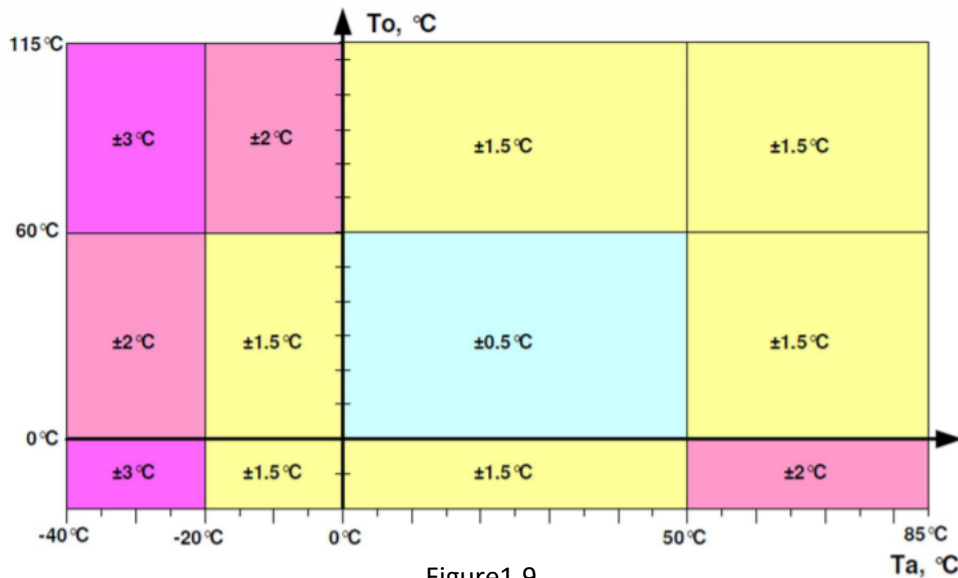


Figure1.9

La plage de température qui nous intéresse est comprise entre 0°C et 40°C de température ambiante et une température d'objet allant de 30°C à 50°C avec une précision de 0,5 qui est la meilleure précisions que nous pouvons avoir.

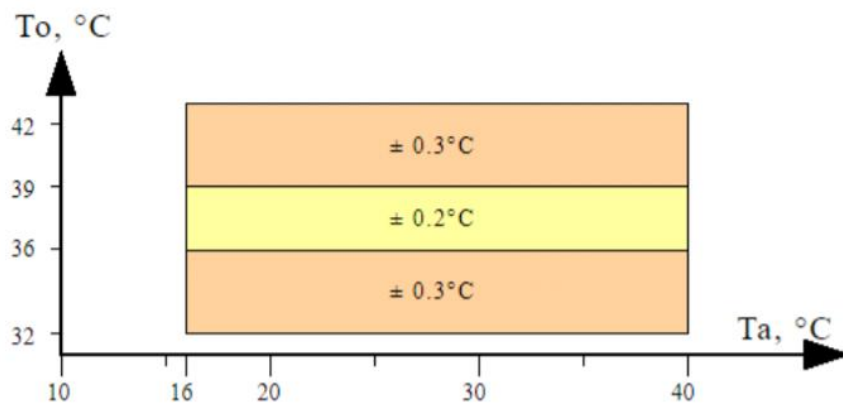


Figure1.10

Avec le second diagramme (voir figure1.10) on sait qu'on aura en moyenne une précision de 0,2 à 0,3 degré Celsius.

Le MLX90614 peut produire deux mesures de température : un objet et une lecture ambiante. La température de l'objet est la mesure sans contact que nous attendons du capteur, tandis que la température ambiante mesure la température sur la matrice du capteur. L'ambiance peut être utile pour calibrer les données, mais ce qu'on veut viendra de la mesure de la température de l'objet.

#### Exemples d'applications :

- Mesures de température sans contact de haute précision.
- Capteur de confort thermique pour système de contrôle de climatisation mobile.
- Élément de détection de température pour le désembuage de pare-brise de climatisation de bâtiments résidentiels, commerciaux et industriels.
- Contrôle industriel de la température des pièces mobiles.
- Contrôle de température dans imprimantes et copieurs.
- Appareils ménagers avec contrôle de température.

-Soins de santé.

-Mesure de la température corporelle.

Ce dispositif semble parfait pour notre projet, il pourra mesurer la température des élèves placé à quelques centimètres du capteur sans contact. La plage de température et la précision semble adéquat et le prix est peu élevé.

De plus ce dispositif utilise peu d'énergie et possède un mode veille

Nous avons donc choisi ce dispositif, reste à voir comment utiliser le champ de visions de 90 degrés à bon escient pour notre projet, sur quel site nous commanderons exactement et quel modèle précisément.

Le champ de vision (FOV) d'un thermomètre infrarouge est une propriété essentielle à connaître. Il détermine la relation entre la distance d'un objet et la zone de l'espace observée. Le champ de vision du MLX90614 est en forme de cône - sa zone de détection est très étroite si elle est près de l'objet, mais s'élargit de plus en plus à mesure qu'il s'éloigne. Le problème avec ce module est que les lectures de température changent beaucoup lorsque vous vous déplacez à seulement quelques centimètres de l'objet. Vous devriez donc être assez proche ou fixer une distance de vous voulez mesurer et calibrer le module ... Pour parer à ce problème, nous essayerons de trouver la distance idéale entre le visage de l'élève et le capteur, et nous placeront un repère au sol devant le dispositif pour que chaque élève soit à la bonne distance. De plus comme les élèves ne font pas tous la même

taille nous placerons le dispositif de mesure de température sur un bras amovible qui pourra se régler pour chaque taille d'élève.

Bon à savoir : Le MLX90614 a un angle de champ de vision par défaut relativement large : 90 °. Cela signifie que pour chaque 1 cm que vous vous éloignez d'un objet, la zone de détection augmente de 2 cm. Si vous êtes à un pied d'un objet (30,48 cm), la zone de détection sera de 60,96 cm.

#### Branchement et matériel :

On distingue 2 types de branchement ceux avec un MLX90614 classique (voir figure1.11) et ceux avec un module GY-906 intégrant le Capteur de température infrarouge MLX90614ESF(voir figure1.12).



Figure1.11

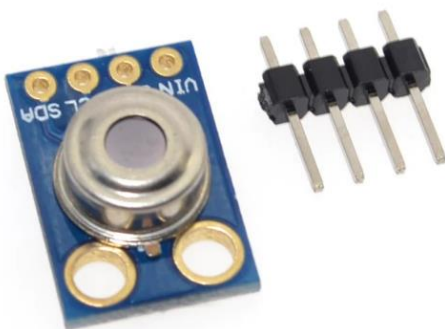


Figure1.12

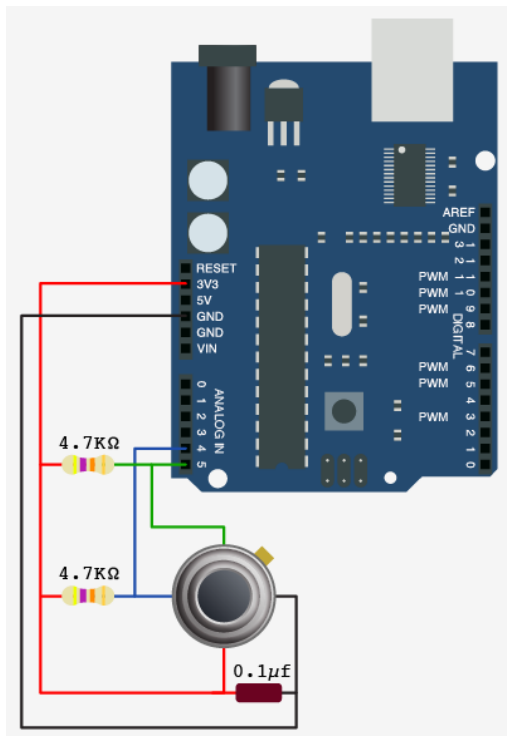


Figure1.13

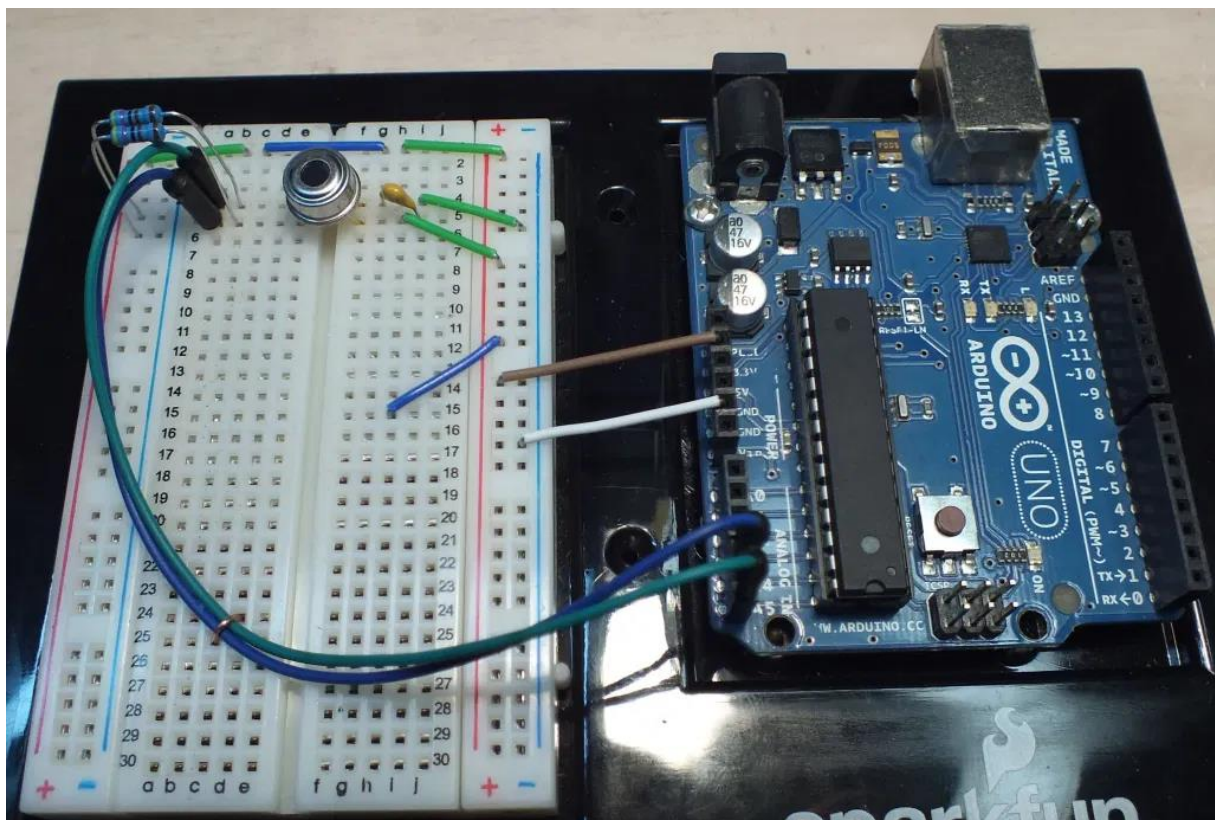


Figure1.13 bis

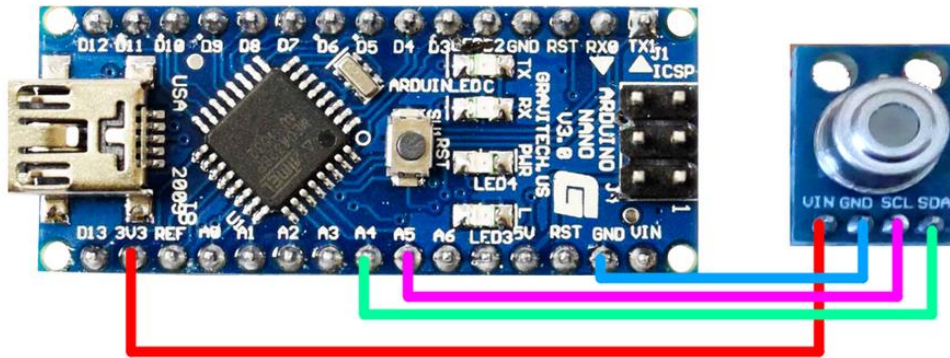


Figure1.14

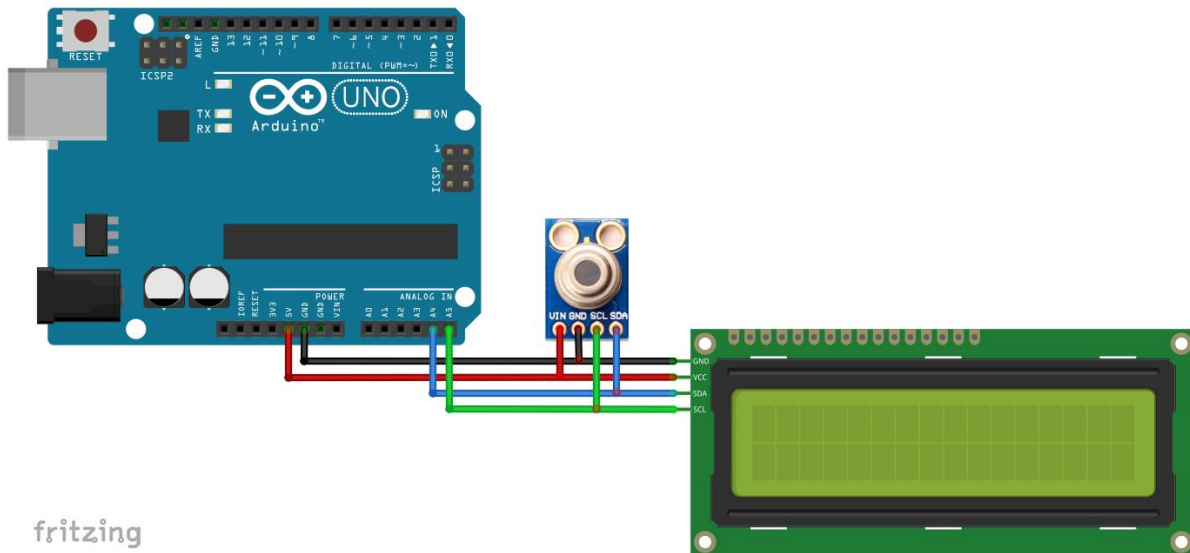


Figure1.14 bis

Il faut donc pour notre montage : (voir figure1.13)

- une carte Arduino UNO, que nous possédons déjà.
- un capteur MLX90614.
- un condensateur de 100nF, que nous possédons déjà.
- deux résistances de 4k7.
- Un écran LCD pour tester la fiabilité, que nous possédons déjà.
- Des câbles cavaliers, que nous possédons déjà.

Pour un montage avec le modèle GY906 des câbles cavaliers suffisent.

Le matériel nécessaire est plutôt facile à se procurer et ne présente aucun problème pour le moment de plus les branchements sont simples.



### Choix du modèle exact et du site pour commander :

Le module GY-906 est un module intégrant le Capteur de température infrarouge MLX90614ESF, il est donc bien plus évident à câbler (voir figure1.14) et ne nécessite que des câbles cavaliers et un écran LCD optionnel pour le test du projet, c'est un module tout en un. De plus il est facilement trouvable et à faible prix (nous en avons trouvé de 6 à 10 euros). Il est donc parfait pour notre projet.

Maintenant reste à choisir le type de modèle du capteur infrarouge MLX90614

### Comprendre les différents modèles :

Nous allons étudier le tableau (voir figure1.15) expliquant à quoi correspondent les différentes particules rattachées à MLX90614 :


Ordering Information					
	Part No.	Temperature Code	Package Code	- Option Code	Standard part
	MLX90614	E (-40°C...85°C) K (-40°C...125°C)	SF (TO-39)	- X X X (1) (2) (3)	-000
(1) Supply Voltage/ Accuracy		(2) Number of thermopiles:		(3) Package options:	
A - 5V		A – single zone		A – Standard package	
B - 3V		B – dual zone		B – Reserved	
C - Reserved		C – gradient compensated*		C – 35° FOV	
D - 3V medical accuracy				D/E – Reserved	
				F – 10° FOV	
				G – Reserved	
				H – 12° FOV (refractive lens)	
				I – 5° FOV	

Figure1.15

Dans le cadre de notre projet nous avons besoin d'une bonne précision mais comme notre projet ne doit pas répondre à des attentes dans le monde médical et que le précisons par défaut du MLX90614 convient nous avons simplement besoin de la particule « A » qui correspond à un voltage de 5V parfait pour intégrer avec l'Arduino.

Pour la seconde particule : nous ne comprenons pas ce que signifie exactement « gradient compensated » mais après quelque recherche nous pouvons constater que cette option ne pourra que rajouter de la précision sur notre projet et qu'elle mesure comme « A » une seule zone. Dans notre cas seule la mesure de la température de l'objet à distance (dans notre cas l'élève) est à prendre ne compte donc la particule « A » convient également.

D'après nos recherches moins le champ de visions sera large plus la précision de la mesure de température sera élevée il nous faut donc le FOV le plus faible possible or en regardant sur le marché la particule « I » est dur à se procurer tandis que la « F » l'est. Dans le cadre de notre projet une précision de 10° du FOV suffit amplement pour mesurer la température au niveau du front des élèves ainsi le MLX9014 captera seulement l'élève et non l'air ambiant ou le reste de la salle de classe.



Sur le marché on trouve seulement des MLX90614ESF-ACF-000-SP, ce qui est conforme à nos attentes. Hélas il est impossible de trouver ce dispositif sous forme de module GY-906 donc nous resterons sur la forme classique (non intégré dans un module) du dispositif ce qui impliquera des branchements à peine plus complexe.

Étudions maintenant les caractéristiques exactes de ce dispositif sur les sites internet pour confirmer notre choix :

On le trouve le MLX90614ESF-ACF-000-SP, aux alentours de 23 euros sur ce site et livré très rapidement :

<https://www.mouser.fr/ProductDetail/Melexis/MLX90614ESF-ACF-000-SP?qs=KuGPmAKtFKXMA%252BmCI45%2FQ%3D%3D>

Description : Capteurs de température enfichables Integrated Infrared Thermometer 5V, single zone, standard accuracy, thermal gradient compensated, 10 viewing angle

Ce dispositif semble parfait pour notre projet

<https://skyduino.wordpress.com/2013/11/02/arduino-capteur-de-temperature-sans-contact-mlx90614/>

<https://www.instructables.com/Infrared-Temperature-Sensor-MLX90614/>

<https://create.arduino.cc/projecthub/SurtrTech/contactless-temperature-sensor-mlx90614-1e7bc7>

[https://learn.sparkfun.com/tutorials/mlx90614-ir-thermometer-hookup-guide?\\_ga=2.163206844.1875287476.1605174330-1873885741.1600939851](https://learn.sparkfun.com/tutorials/mlx90614-ir-thermometer-hookup-guide?_ga=2.163206844.1875287476.1605174330-1873885741.1600939851)

<https://bildr.org/2011/02/mlx90614-arduino/>

<https://learn.adafruit.com/using-melexis-mlx90614-non-contact-sensors/>

[https://dl.ummto.dz/bitstream/handle/ummto/6433/BelmadiSouhila\\_HounasZehorThilleli.pdf?sequence=1](https://dl.ummto.dz/bitstream/handle/ummto/6433/BelmadiSouhila_HounasZehorThilleli.pdf?sequence=1)

Très similaire à notre projet : <http://riton-duino.blogspot.com/2019/11/thermometre-infrarouge.html>

## II) Reconnaissance digitale :

### 1) GT-521F52/32



Figure2.1

Le GT-521F52/32(voir figure2.1) est un module scanner d'empreinte digitale qui a pour caractéristiques :

-Enregistrer une empreinte digitale.

-Identifier une empreinte digitale.

-Capable de reconnaissance à 360 °.

-4 trous de montage.

-2 connecteurs JST SH.

-Interface tactile.

Une différence importante à garder à l'esprit lors de l'intégration du lecteur d'empreintes digitales dans un projet est le nombre d'empreintes digitales que l'appareil peut contenir. Le GT-521F32 coûte moins cher mais il ne peut contenir que 200 empreintes digitales. Le GT-521F52 est légèrement plus cher mais il peut contenir 3000 empreintes digitales.

Etudions les différences entre les 2 dispositifs :

GT-521F32 / GT-521F52

-Capteur : optique

-La fenêtre : 16,9 mm x 12,9 mm

-Zone effective du capteur : 14 mm x 12,5 mm

-Taille de l'image : 258x202 pixels

-Résolution : 450 ppp

-Nombre maximum d'empreintes digitales : 200/3000

-Taille du modèle : 496 octets (modèle) + 2 octets (somme de contrôle)

-Taux de fausse acceptation (FAR) : <0,001%

-Taux de faux rejet (FRR) : <0,01%

-Heure d'inscription : <3 sec (3 empreintes digitales)

-Temps d'identification : <1,5s

-Tension de fonctionnement : 3,3 V ~ 6 Vdc

-Courant de fonctionnement : <130 mA

-Tension de fonctionnement tactile : 3,3 Vdc

-Courant de fonctionnement tactile : <3 mA

-Courant de veille tactile : <μ5

-Prix : 35 euros pour le GT-521F32 contre 55 euros pour le GT-521F52

En résumé les différences notoires entre les deux dispositifs sont le prix et le nombre d'empreintes or pour notre projet 200 empreintes suffisent si nous le réalisons à l'échelle d'une classe ou d'une promotion. On peut donc écarter GT-521F52 du choix.

Côté branchement(voir figure2.2) :

Si vous utilisez un Arduino 5V, vous pouvez utiliser un convertisseur de niveau logique dédié ou des résistances pour la division de tension. Voici les pièces minimales dont vous auriez besoin pour commencer :

-Scanner d'empreintes digitales (GT-521F32 ou GT-521F52).

-Câble Qwiic (moins de 2 euros).

-Redboard ou Arduino Uno nous avons déjà une mini-planche à pain (moins de 4 euros).

-Convertisseur de niveau logique bidirectionnel ou 3 résistances 10kOhm, que nous avons.

-Fils de cavalier M / M (moins de 4 euros les 10).

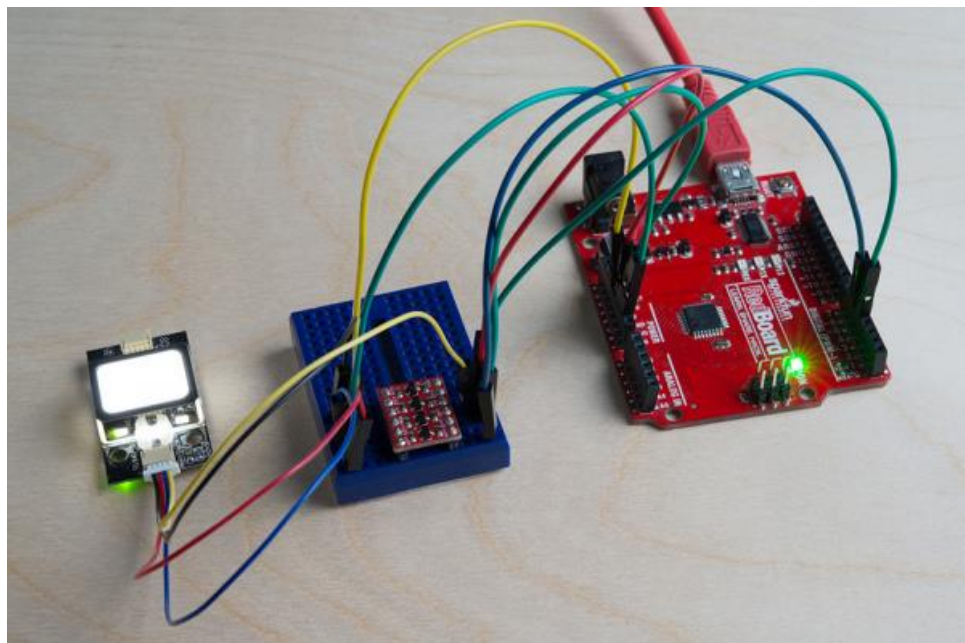


Figure2.2

Ce dispositif semble intéressant pour notre projet : il est possible d'enregistrer et de reconnaître un grand nombre d'empreinte.

Mais il est assez couteux et nécessite une bonne liste de matériel nous pouvons trouver un dispositif plus simple et moins couteux.

*Sources :*

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/fingerprint-scanner-gt-521fxx-hookup-guide/all>

<https://roboindia.com/tutorials/fingerprint-scanner-ttl-gt-521f32/>

## 2) Le scanner / capteur d'empreintes digitales capacitif Grove

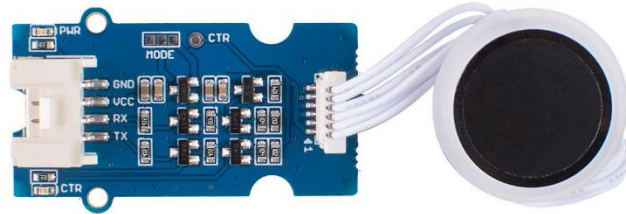


Figure2.3

Le scanner / capteur d'empreintes digitales capacitif Grove (voir figure2.3) est basé sur le module de reconnaissance d'empreintes digitales KCT203 Semiconducteur, comprenant un microcontrôleur haute performance, **un capteur d'empreintes digitales** de type poussoir RF vertical et un **dispositif de détection tactile**. Ce module présente de nombreux avantages tels que **la petite taille, le petit modèle d'empreinte digitale, la faible consommation d'énergie, la fiabilité élevée, la reconnaissance rapide des empreintes digitales, etc.** De plus, il convient de mentionner qu'il y a une **belle lumière RVB** autour de ce module pour indiquer si la reconnaissance d'empreintes digitales est réussie.

**Le système est équipé d'un algorithme d'empreintes digitales haute performance et la fonction d'auto-apprentissage est remarquable.** Après chaque reconnaissance réussie d'empreintes digitales, les dernières valeurs des fonctionnalités de défi peuvent être intégrées dans la base de données d'empreintes digitales pour améliorer continuellement les fonctionnalités d'empreintes digitales, rendant ainsi l'expérience meilleure.

Nous ajoutons le circuit de changement de niveau de puissance sur la carte Grove Driver afin que ce module puisse fonctionner avec les systèmes 3,3 V et 5 V. Et avec l'aide du connecteur Grove UART et de la bibliothèque Arduino que nous proposons, vous pouvez facilement créer votre propre capteur / scanner d'empreintes digitales Arduino.

### Grove - Scanner / capteur d'empreintes digitales capacitif - 24.9 \$

-Avantages : peut identifier les caractéristiques biologiques, identifier uniquement le corps vivant, haute sécurité, petite taille, faible consommation d'énergie, haute précision.

**-Inconvénients : mauvaise résistance à l'abrasion, facilement sensible à la sueur, aux taches, à l'usure des doigts, etc.**

### Grove - Capteur d'empreintes digitales optique - 49.9 \$

-Avantages : forte résistance à l'abrasion, bonne adaptabilité environnementale et bonne stabilité.

**-Inconvénients : grande taille, consommation d'énergie élevée et précision relativement faible, impossible d'identifier le corps vivant, faible sécurité.**

Attributs techniques :

- Stockage de modèles d'empreintes digitales : Max. 100
- Résolution du capteur : 508 ppp
- Pixel de capteur : 160 \* 160
- Taux de faux rejet : <1%
- Taux de fausse acceptation : <0,005%
- Match de temps de réponse (mode 1: N) : <350 ms
- Temps de réponse du match (mode 1: 1) : <7 ms
- Taille du capteur :  $\Phi 14,9$  mm
- Consommation d'énergie : Pleine vitesse:  $\leq 40$  mA; Sommeil:  $\leq 12\mu A$
- Tension de fonctionnement : 3,3 V / 5 V
- Température de fonctionnement :  $-20 \sim 70$  °C

Ce dispositif comprend beaucoup d'avantages comme le précédent, mais il ne peut que contenir 100 empreintes et est lui aussi coûteux et comprends des inconvénients comme : sa mauvaise résistance à l'abrasion ou sa consommation d'énergie élevée ainsi que sa précision relativement faible pour le deuxième modèle. Il est donc possible de trouver un dispositif qui correspondra mieux à notre projet.

*Sources :*

<https://www.seeedstudio.com/Grove-Capacitive-Fingerprint-Scanner-p-4363.html>

### 3) FPM10A



Figure2.4

Les modules de capteurs d'empreintes digitales, comme le FPM10A (voir figure2.4), ont rendu la reconnaissance d'empreintes digitales plus accessible et facile à ajouter à vos projets. Cela signifie qu'il est très facile de faire la collecte, l'enregistrement, la comparaison et la recherche d'empreintes digitales.

Ces modules sont livrés avec une mémoire FLASH pour stocker les empreintes digitales et fonctionnent avec n'importe quel microcontrôleur ou système avec série TTL. Ces modules peuvent être ajoutés aux systèmes de sécurité, aux serrures de porte, aux systèmes de pointage et bien plus encore.

Ce capteur optique d'empreintes digitales tout-en-un permettra d'ajouter la détection d'empreintes digitales et de vérification super simple. Ces modules sont généralement utilisés dans les coffres-forts - il existe une puce DSP très puissante qui optimise le rendu des images, le calcul, la recherche de caractéristiques et la recherche. Il peut se connecter à n'importe quel microcontrôleur ou système avec TTL en série, et communiquer avec celui-ci pour prendre des photos, détecter les empreintes, le hachage et la recherche. Vous pouvez également enregistrer directement de nouveaux doigts.

Il possède une capacité de 300 empreintes et une rapidité de reconnaissance inférieure à une seconde ainsi qu'une grande précision.

Les conditions dans lesquelles le dispositif fonctionne de façon optimale sont adaptées à notre projet :

- Température : -20 ° - +50 °
- Humidité relative : 40% -85%

En ce qui concerne le prix :

26 euros sur ce site : <https://www.amazon.co.uk/dp/B07D19GJ29?tag=makeradvisor-21&linkCode=ogi&th=1&psc=1>

13 euros sur celui-là : <https://www.amazon.fr/Fingerprint-capteur-dempreinte-digitale-serrures/dp/B07JC2KKRQ#descriptionAndDetails>

15 euros sur ce site : <https://letmeknow.fr/shop/fr/capteurs/1992-module-de-reconnaissance-d-empreintes-digitales-fpm10a.html>

Le dispositif FPM10A possède plusieurs avantages pour notre projet :

Il est facilement trouvable sur plusieurs plateformes, le prix est correct et on peut trouver des offres intéressantes.

Il est très facile de faire la collecte, l'enregistrement, la comparaison et la recherche d'empreintes digitales.

Le temps d'image d'empreinte est très rapide, moins d'une seconde, pour notre projet cela suffit amplement car les élèves passeront 1 à 1 devant le capteur.

La taille de la fenêtre est plutôt petite parfait pour ne pas être encombrant.

Les taux d'erreur sont très faibles ce qui rend ce dispositif plutôt précis.

Les conditions dans lequel ce dispositif peut fonctionner collent avec l'environnement dans lequel notre projet agira (devant une salle de classe ou à l'entrée).

Nous disposons d'un grand stockage d'empreinte, ce qui est suffisant pour faire fonctionner notre projet à l'échelle d'une classe ou d'une promotion entière.

#### Branchement et matériel :

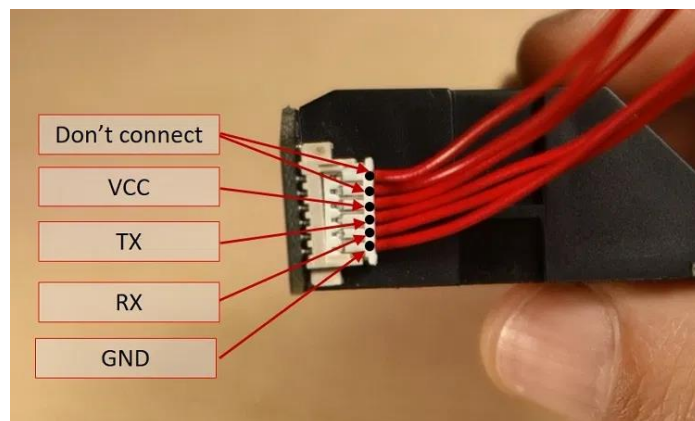


Figure2.5

Le module de capteur d'empreintes digitales utilisé dans ce projet est livré avec des fils très fins, il était donc nécessaire de souder des fils compatibles avec la maquette. Il est recommandé d'utiliser des couleurs différentes selon la fonction de broche.

Le tableau suivant montre comment câbler (voir figure2.5) le capteur à l'Arduino.

Détecteur d'empreintes digitales	Arduino
VCC	5V (cela fonctionne également avec 3.3V)
TX	RX (broche numérique 2, série de logiciels)
RX	TX (broche numérique 3, série de logiciels)
GND	GND



Si on utilise un écran LCD on peut également faire apparaître un message d'accueil (voir figure 2.6) cela peut être très pratique pour tester et enregistrer des empreintes.

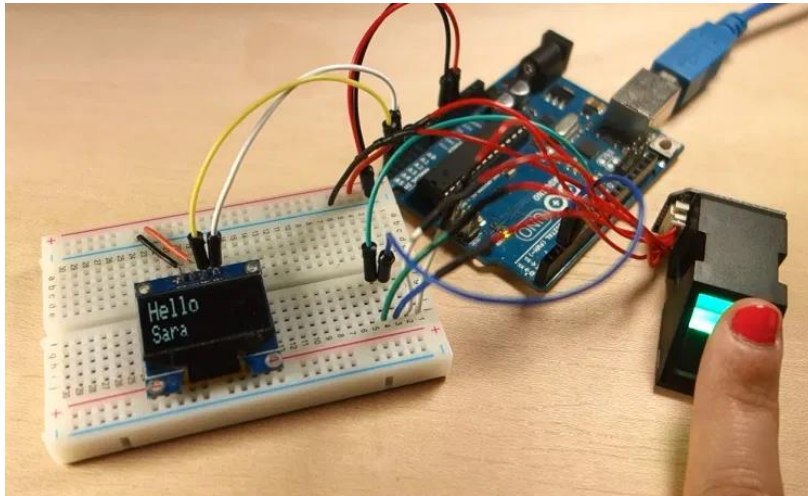


Figure2.6

Version avec écran LCD (que nous possédons) voir figure2.7

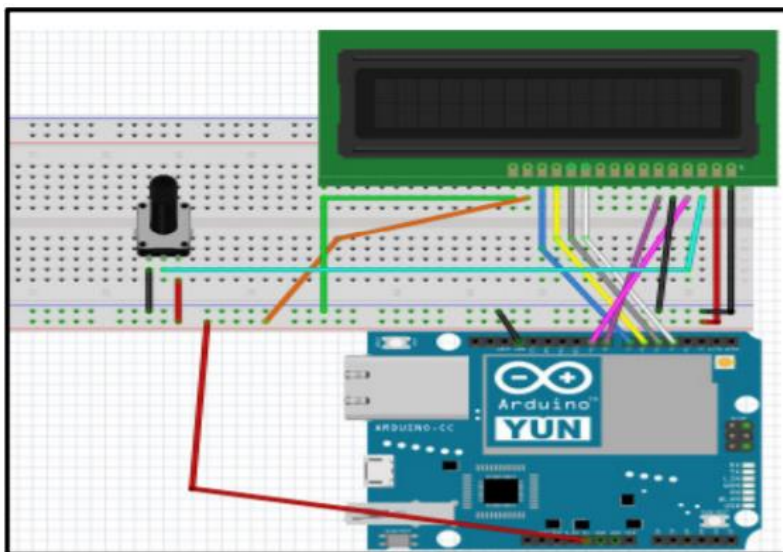


Figure2.7

Nous avons donc besoin de :

- Capteur d'empreintes digitales
- Arduino UNO, que nous possédons déjà.
- fer à souder, que nous possédons déjà.
- Fil à souder, que nous possédons déjà.
- Cable cavalier, que nous possédons déjà.
- Ecran LCD, que nous possédons déjà.

Le matériel nécessaire est simple à se procurer et le montage relativement simple de plus il y a un grand nombre de tutoriel sur internet pour nous aider.

Ce dispositif paraît parfait pour notre projet, reste à choisir sur quel site nous allons commander le composant.

Choix du site :

Sur chaque site le modèle semble similaire et a les mêmes caractéristiques notre choix va donc être dirigé par le seul facteur qui varie, le prix. Nous allons donc prendre le dispositif le moins cher, celui à 13 euros.

<https://www.amazon.fr/Fingerprint-capteur-dempreinte-digitale-serrures/dp/B07JC2KKRQ#descriptionAndDetails>

Vérifions la fiche technique du produit :

Supply voltage: DC 3.6 ~ 6.0V / 3.3V Supplying

Supply Current: Current: <120mA

Peak current: <140mA

Fingerprint image time: <1.0 seconds

Window size: 14 X 18 mm

Signature File: 256 bytes

Template files: 512 bytes

Storage capacity: 300

Safety level: five (from low to high: 1,2,3,4,5)

False Accept Rate (FAR): <0.001% (security level 3)

False Reject Rate (FRR): <1.0% (security level 3)

Search time: <1.0 seconds (1:500, the mean)

PC Interface: UART (TTL logic level) or USB2.0 / USB1.1

C'est donc un dispositif adéquat pour notre projet.

*Sources :*

<https://randomnerdtutorials.com/fingerprint-sensor-module-with-arduino/>

<https://learn.adafruit.com/adafruit-optical-fingerprint-sensor>

<https://create.arduino.cc/projecthub/MissionCritical/how-to-set-up-fingerprint-sensor-with-arduino-ebd543>

<https://theorycircuit.com/fingerprint-sensor-scanner-arduino/>

<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/22709/FPM10A.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

[https://create.arduino.cc/projecthub/nickthegreek82/arduino-fingerprint-sensor-tutorial-103bb4?ref=tag&ref\\_id=fingerprint&offset=1](https://create.arduino.cc/projecthub/nickthegreek82/arduino-fingerprint-sensor-tutorial-103bb4?ref=tag&ref_id=fingerprint&offset=1)

<https://fr.slideshare.net/Abdo07/projet-de-fin-detude-control-dacces-par-empreintes-digitale>

[http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/14602/1/sayah\\_manal.pdf](http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/14602/1/sayah_manal.pdf)

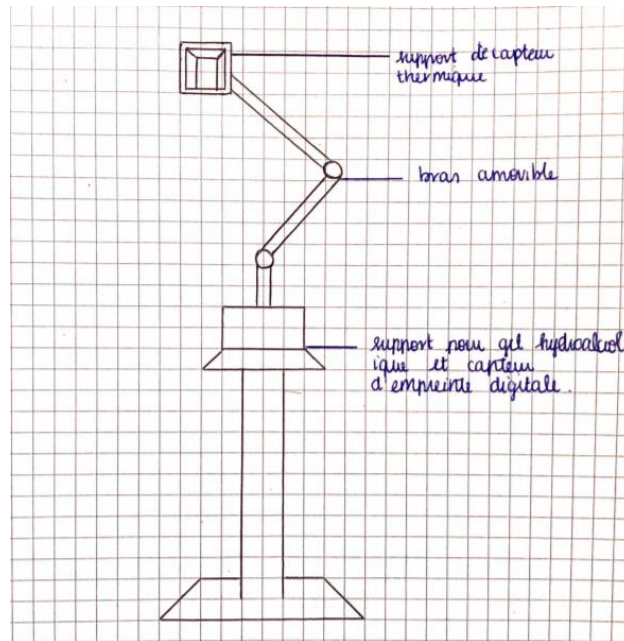
<https://dokumen.tips/science/projet-de-fin-detude-control-dacces-par-empreintes-digitale.html>

### III) Structure de notre projet

Maintenant que nous avons trouvé le matériel adéquat, nous allons imaginer la structure de notre projet pour réduire au maximum les contraintes des composants (voir croquis n°1) :

#### 1) Schémas :

Croquis n°1



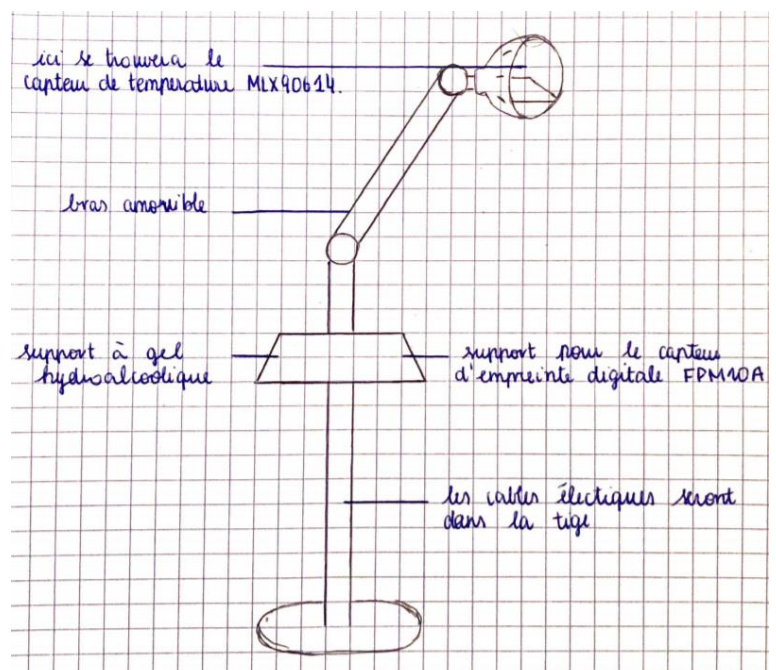
Afin de limiter l'achat de matériel pour la mise en forme du projet nous allons faire preuve d'imagination en récupérant des objets que nous possédons déjà :

Nous allons utiliser cette vieille lampe (voir figure3.1). Tout d'abord nous lui donnerons un coup de neuf, ensuite nous retirerons le système électrique. Nous ajouterons une étagère qui servira de support pour le scanner d'empreinte digital ainsi que le gel hydroalcoolique et nous insérerons en haut du bras amovible le système de prise de température sans contact afin que le dispositif soit ajustable pour tous les élèves. Nous pourrions éventuellement faire passer les câbles à l'intérieur du pied de la lampe pour un côté esthétique et sécuritaire. (Voir croquis n°2)

Figure3.1



Croquis n°2



## 2) Echelle de réalisation :

Dans un premier temps, nous allons réaliser le projet à l'échelle d'un petit effectif comme une classe, si le projet est concluant nous pourrons alors l'adapter à l'échelle de la promotion entière.

Pour cela nous allons demander la contribution des élèves de notre classe ce qui nous permettra de faire une banque de données d'empreintes digitales.

## Conclusion

Finalement, pour réaliser notre projet nous allons utiliser le capteur MLX90614 pour la prise de température et le module FPM10A pour la reconnaissance digitale. Pour le montage de la structure, nous ferons principalement de la récupération.