

# MANUEL D'UTILISATION

## Projet Etudiant GEII 1<sup>ère</sup> Année

Créateurs :

[Elliot Veglio](#)

[Alexandre Bader](#)

[Romain Kleinklaus](#)

Enseignants :

[Alban Foulonneau](#)

[Stéphane Bazeille](#)

# TABLE DES MATIÈRES

AVANT DE COMMENCER	3
Introduction	3
Composants prérequis	3
Consigne de sécurité	4
IMPRESSION 3D	4
1. Le boîtier	4
2. Le couvercle	5
3. Boîtier batterie	5
4. Clips	5
5. Boutons	5
6. Les mors	6
7. La plaque	6
CONFIGURATION DE LA RASPBERRY PI	6
Activation I2C	6
Installation de l'application	7
Installation module Tof	7
Se connecter en SSH	8
ASSEMBLAGE	9
Etape 1 : Préparation du Raspi	9
Etape 2 : Fixation Raspi	9
Etape 3 : Soudure du SparqEE	10
Etape 4 : Connexion GPIO	10
Etape 5 : Fixation SparqEE	11
Etape 6 : Pose boutons	11
Etape 7 : Fixation Pifacecad	11
Etape 8 : Placement câbles	12
Etape 9 : Coller câble	12
Etape 10 : Fixation clips	13
Etape 11 : Liaison câble	13
Etape 13 : Fixation plaque	15
Etape 12 : Fixation mors	15
UTILISATION DE L'INTERFACE	15
Lancement de l'application	15
Prendre une mesure (get)	16
Définir limite état (set)	16
Mode de mesure (mod)	17
Type de précision (typ)	17
Changer de capteur (cap)	18
Menu Help (H)	18
FOIRE AUX QUESTIONS	19

# AVANT DE COMMENCER

## Introduction

Ce projet a été réalisé par un groupe de la promo 2021-2022 des GEII. Le but du projet est d'instrumentaliser une pince pour avoir un retour d'information sur la saisie d'objet. Cette pince est actionnée par un bras robotique Stäubli TX40 qui se trouve dans la salle d'automatisme du bâtiment B. L'ouverture et la fermeture des mors de la pince s'effectue grâce à de l'air comprimé. La commande de cette action se fait via la télécommande du robot, sur un bouton.

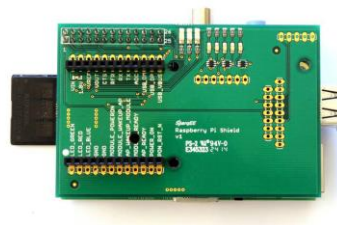
Le problème est que si l'on programme ce robot pour réaliser des déplacements d'objets, le robot ne peut pas confirmer s'il est en saisie d'objet. Or grâce à ce projet, notre système va pouvoir envoyer un signal d'état instantané de la pince (fermé, ouvert, en prise) au programme du robot. L'état de la pince est déduit par les mesures d'un capteur de distance. L'état est ensuite chiffré en 2 signaux électrique 24V qui sont envoyés au robot. Le tout est contrôlé par un Raspberry Pi encasté dans un boîtier imprimé en 3D.

## Composants prérequis

- Raspberry Pi 3



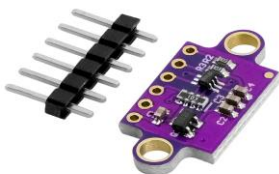
- SparqEE



- Pifacecad



- Capteur VL53L0X



- Capteur HC-SR04



- LEDs



- Câble breadboard



- Câble micro USB



- Batterie externe



Vous pourrez vous fournir ces composants en passant commande à l'IUT Lab par exemple. Nous ne parlerons pas de la réalisation du PCB dans ce manuel. Vous trouverez et

apprendrez tout ce qu'il vous faut dans la salle de SAE du bâtiment B, les schémas électriques nécessaire à la réalisation du PCB sont sur le GitHub. Le boîtier de la batterie externe a été modélisé pour la [Power Bank 2C](#). Vous devrez modifier les dimensions du boîtier pour votre batterie externe. Pour alimenter la Raspberry Pi via la batterie, vous pouvez utiliser un simple câble micro USB ou soudé pour plus d'ergonomie.

## Consigne de sécurité

- L'utilisation du robot peut être dangereuse sans le respect des consignes de sécurité, demander impérativement à un professeur l'accès au robot pour qu'il vous explique son fonctionnement.
- Lors de la construction du système, veuillez bien respecter puis vérifier le bon branchement des câbles. Le non-respect de ces branchements peut au mieux provoquer des dysfonctionnements, au pire engendrer des courts circuit qui endommagerons définitivement la Raspberry Pi.

# IMPRESSION 3D

Les modèles 3D ont été réalisés sur Fusion 360 que vous pouvez facilement installer [gratuitement](#) si vous êtes étudiant. Pour vous procurez ces modèles 3D rendez-vous sur le [GitHub](#) du projet ou en suivant ce lien : <https://bit.ly/3bsh5RM>

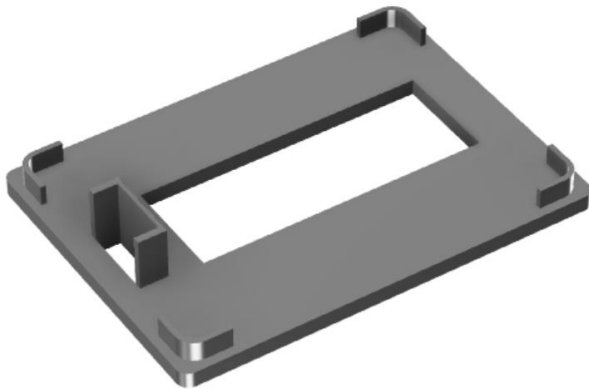
Vous pouvez utiliser les imprimantes 3D de l'IUT Lab mis à votre disposition. Le temps total d'impression est d'environ 20h. Passons-en revu les 6 impressions à réaliser.

## 1. Le boîtier



Sa base est composée de 4 trous de diamètre 2.5mm, ils servent à fixer la Raspberry Pi. En bas à gauche un trou rectangulaire va venir accueillir le câble d'alimentation. Les 5 petit trous à l'avant vont servir à interagir avec les boutons du Pifacecad. Les 9 trous de chaque côté ont comme objectif de ventiler le boîtier et refroidir la Raspberry Pi. Les encoche du haut permettent le maintien du couvercle. En dessous se trouve 4 encoches supplémentaires pour s'accrocher au boîtier de la batterie externe.

## 2. Le couvercle



Il est composé de 4 encoches qui vont venir s'emboîter avec le boîtier. Le grand trou vide rectangulaire centrale va faire ressortir l'écran LCD du Pifacecad. Le trou juste à côté ressort tous les câbles de connexion entre le système extérieur (robot, capteur, led) et le système intérieur (Raspberry Pi).

## 3. Boîtier batterie



Sur le dessus se trouve 4 encoches pour le boîtier de la Raspberry Pi. A l'arrière, une fente de sécurité permet de retirer la batterie dans le cas où elle venait à se coincer dans le boîtier. L'avant, non visible ici, est pleinement ouvert pour venir accueillir la batterie.

## 4. Clips



Ils maintiennent le boîtier de la Raspberry Pi et le boîtier de la batterie externe ensemble.

## 5. Boutons



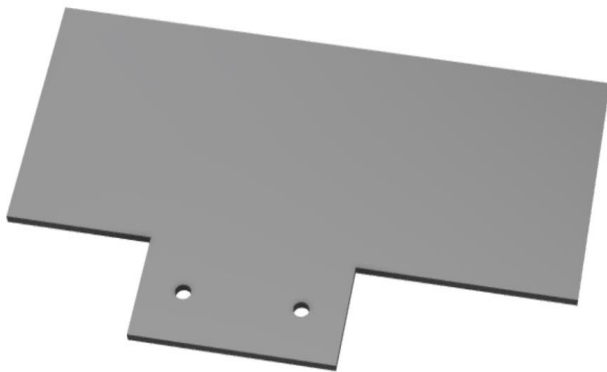
Ces 5 boutons sont des rallonges pour interagir avec les boutons du Pifacecad. Sans eux, les boutons du Pifacecad seraient inaccessibles dans le boîtier depuis l'extérieur.

## 6. Les mors



Les 2 mors forment une paire. Celui de droite comporte un trou pour fixer le capteur dessus, plus précisément, le trou va contenir le câble breadboard connecté au capteur, ces derniers vont ressortir par le dessous. Derrière le mors de gauche se trouvent 2 petits trous de 2mm pour maintenir la plaque de mesure pour le capteur.

## 7. La plaque



Ce dernier objet se fixe sur le mors de gauche (ci-dessus). Il permet de renvoyer les ondes émises par le capteur de mesure. Vous pouvez si vous le souhaitez en fabriquer un 2ème plus petit en modifiant ses dimensions, pour le capteur laser ([VL53L0X](#)). Le modèle fourni est dimensionné pour être compatible avec le capteur à ultrason ([HC-SR04](#)).

# CONFIGURATION DE LA RASPBERRY PI

Avant d'assembler les cartes électroniques dans le boîtier, il nous faut configurer la Raspberry Pi tant que ses ports USB et HDMI sont accessibles. Si la Raspberry Pi ne démarre pas, cherchez un tuto sur [comment installer Linux sur une Raspberry Pi](#). Une fois dans le boîtier, il faudra communiquer en SSH, rendez-vous [à la fin de cette partie](#) pour apprendre le SSH.

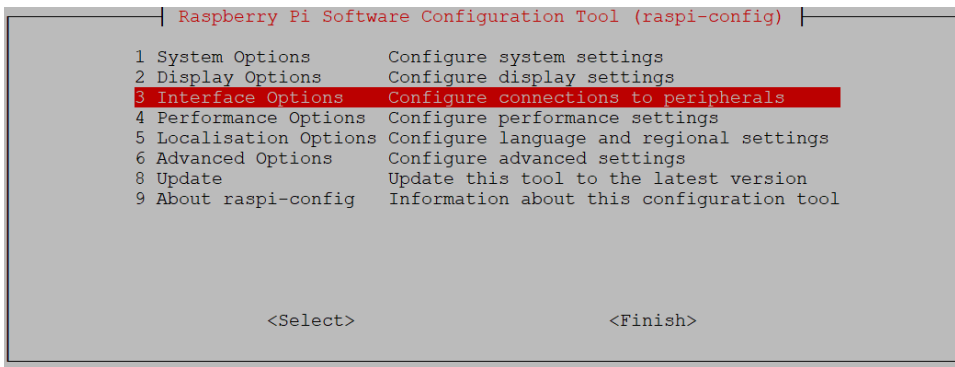
## Activation I2C

Pour commencer, il faut activer les ports I2C de la Raspberry Pi, cela nous permet de communiquer avec le capteur laser. Pour cela, ouvrez un terminal de commande (ctrl+alt+t) et entrez cette ligne de commande :

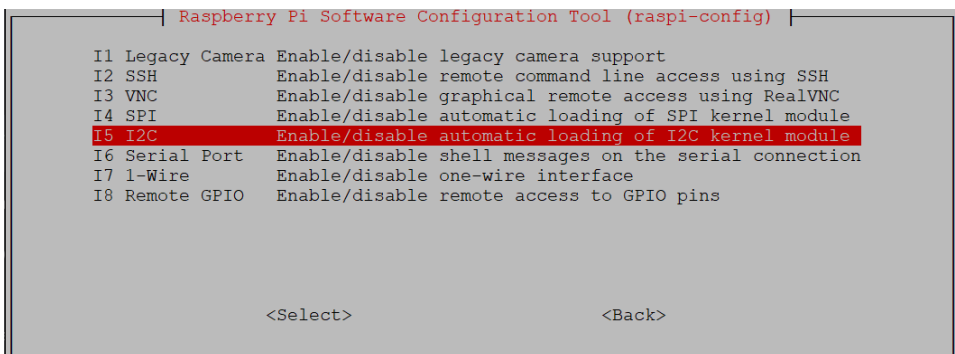
```
pi@rasberrypi:~ $ sudo raspi-config
```

La fenêtre suivante s'ouvre :





Dans Interface Options, activez I2C



Pour finir cliquez sur finish et redémarrez votre Raspberry pi

```
pi@rasberrypi:~ $ sudo reboot
```

## Installation de l'application

Nous voulons à présent récupérer le code de l'application créé pour ce projet. Pour cela nous allons utiliser la commande git pour télécharger les fichiers contenant le code depuis le site de GitHub.

1. Avant de l'installer, assurons-nous que les paquets de Linux sont à jour :

```
pi@rasberrypi:~ $ sudo apt update && sudo apt upgrade --yes
```

2. Téléchargeons le dossier **SAE-pince-industrielle** dans le répertoire principal

```
pi@rasberrypi:~ $ git clone https://github.com/arduilex/SAE-pince-industrielle.git
pi@rasberrypi:~ $ cd SAE-pince-industrielle
pi@rasberrypi:~/SAE-pince-industrielle $
```

3. Nous n'avons pas besoin du dossier ressources, supprimons-le

```
pi@rasberrypi:~/SAE-pince-industrielle $ rm -r ressources/
```

## Installation des modules

L'application utilise des modules pour faire tourner Pifacecad ou le capteur laser.

Pour le capteur nous allons utiliser un module créé par [@johnbryanmoore](#) sur [GitHub](#).

1. Assurons-nous tout d'abord que nous disposons des outils de Python nécessaires

```
pi@rasberrypi:~/SAE-pince-industrielle $ sudo apt install build-essential python-dev
```

- Maintenant téléchargeons le module dans le répertoire python (qui contient le code de l'application et qui a besoin de ce module) et compilons le module sur notre Raspi.

```
pi@rasberry:~/SAE-pince-indutrieelle $ cd python/
pi@rasberry:~/.../python $ git clone https://github.com/johnbryanmoore/VL53L0X_rasp_python.git
pi@rasberry:~/.../python $ cd VL53L0X_rasp_python
pi@rasberry:~/.../python/VL53L0X_rasp_python $ make
```

- Installons le module Pifacecad (écrivez les 3 lignes sur une seule ligne)

```
pi@rasberry:~/... $ pip install git+https://github.com/
piface/pifacecommon.git git+https://
github.com/piface/pifacecad.git lirc
```

Vous avez à présent bien installé le module Python pour le capteur ToF. Félicitation !

- Regardons ce que nous avons dans le répertoire python présent

```
pi@rasberry:~/.../python/VL53L0X_rasp_python $ cd ..
pi@rasberry:~/.../python $ ls
appli.py HCSR04.py main.py manual.txt parameter.txt VL53L0X.py VL53L0X_rasp_python
```

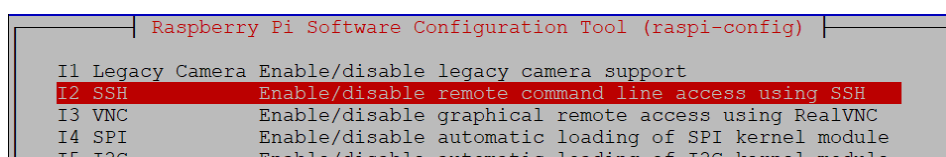
**main.py** est le programme à exécuter, **appli.py** contient la classe qui gère toute l'interface, **HCSR04.py** et **VL53L0X.py** contiennent les classes qui gèrent les capteurs, **manual.txt** et **parameter.txt** sont des fichiers texte indispensables au bon fonctionnement de **appli.py**

Votre Raspberry Pi est à présent prête pour lancer l'application ! Mais avant cela, il faut assembler les cartes (SparqEE et Pifacecad) et bracher les câbles breadboard.

## Se connecter en SSH

Avant de vous lancer dans l'[assemblage](#), voyons comment vous pourrez lancer l'application sans brancher votre Raspberry Pi à un clavier ni à un écran. Nous allons utiliser la magie d'internet avec le protocole SSH (Secure Shell) qui permet de communiquer en ligne de commande d'un ordinateur à un autre via internet et de façon sécurisée. Pour que cela fonctionne vous devez utiliser un ordinateur portable connecté au réseau wifi « uha » et votre Raspberry Pi doit également être connecté au même réseau.

- Sur la Raspberry répéter l'étape [activation I2C](#) mais au lieu d'activer l'I2C, activez le SSH



- Le protocole SSH nécessite l'adresse IP de l'ordinateur sur lequel on veut se connecter. Récupérons l'adresse IP de notre Raspberry Pi

```
pi@rasberry:~ $ hostname -I
10.192.31.4
```



3. Sur votre ordinateur portable lancer un terminal et tapez ssh pi@[votre adresse ip]

```
C:\Users\Alexandre>ssh pi@10.192.31.4
```

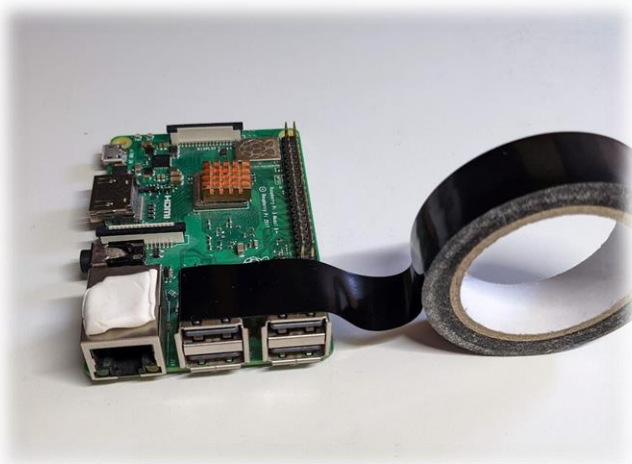
4. Le mot de passe par défaut est **raspberry** pour des raisons de sécurité il est caché lorsque vous le tapez.

Vous êtes maintenant connectée en SSH à votre Raspberry Pi, bravo ! Retenez bien l'adresse ip pour vos futurs connexion...

## ASSEMBLAGE

Pour chaque état, il peut y avoir des prérequis, comme une vis ou des outils. Vous pouvez vous en procurer à l'IUT Lab. Lisez d'abord toute cette partie avant de commencer !

### Etape 1 : Préparation du Raspi

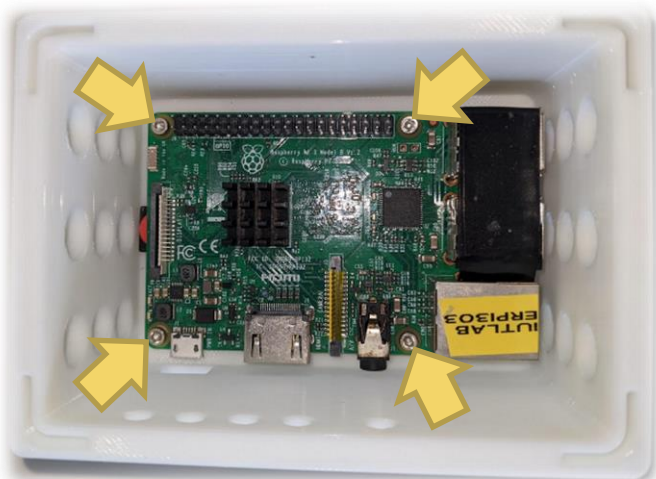


#### Prérequis :

- Scotch d'électricien
- Pâte à fixe (non obligatoire)

Collez quelques couche (3 ou plus) de scotch afin de prévenir d'éventuelles cours circuit avec la carte SparqEE. Si vous avez de la pâte à fixe, posez-en sur le port Ethernet pour stabiliser la position de la carte SparqEE.

### Etape 2 : Fixation Raspi

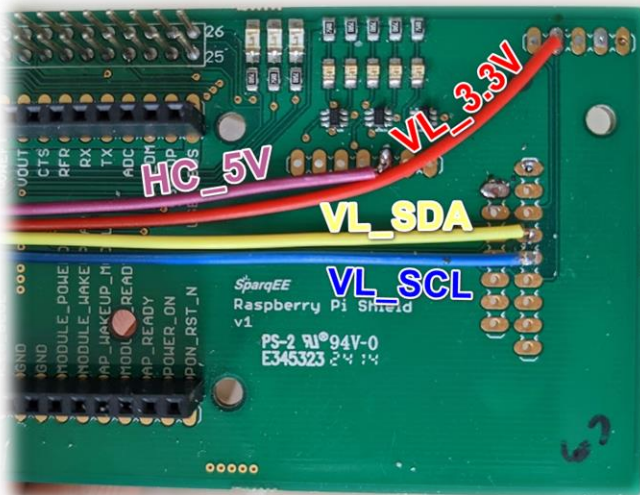


#### Prérequis :

- x4 Vis M2.5 5mm
- Clé Torx

Visser les 4 vis dans les 4 trous disponible de la Raspberry Pi. Ne serrez pas tout de suite, visser d'abord un peu chaque vis, puis serrer les une part une. Cela évite de créer des tensions sur la carte.

### Etape 3 : Soudure du SparqEE

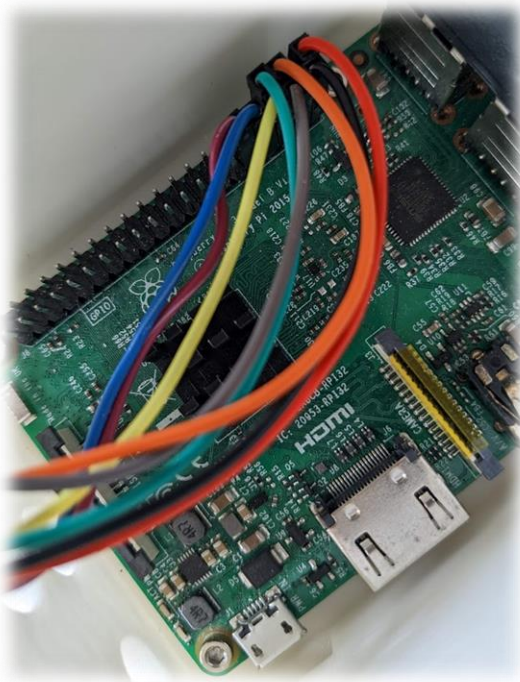


#### Prérequis :

- Fer à souder + étain
- Câble breadboard
- Pince coupante

Prenez un câble de breadboard femelle et couper son extrémité. Dénuder le câble. Faites exactement les mêmes soudures que sur la photo. Il est recommandé d'utiliser les mêmes couleurs de câble.

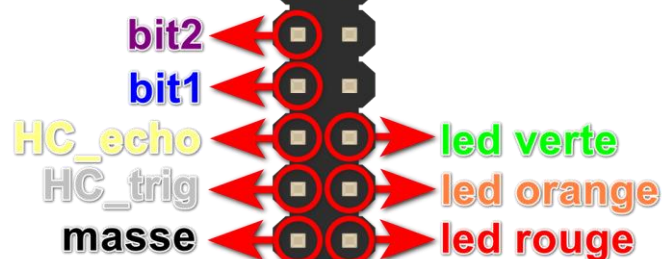
### Etape 4 : Connexion GPIO



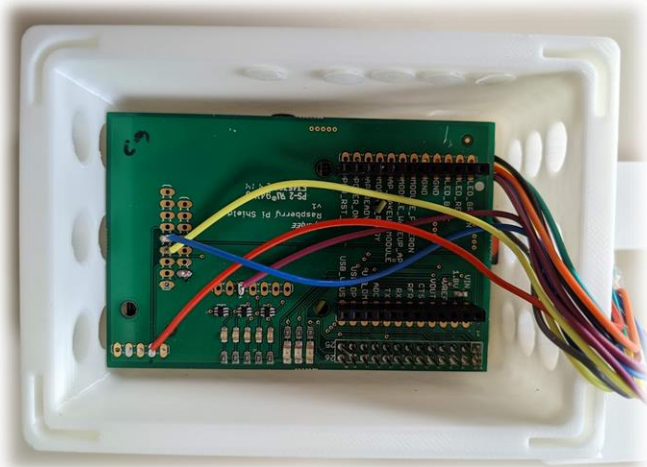
#### Prérequis :

- Câble breadboard femelle / femelle

Connecter des câbles sur les GPIO du Raspberry Pi comme indiqué sur le schéma. Comme précédemment essayer d'utiliser des couleurs uniques par câble, pour ne pas vous perdre par la suite.

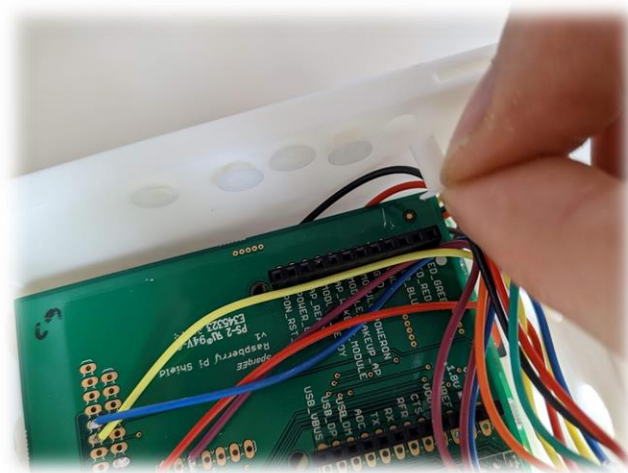


## Etape 5 : Fixation SparqEE



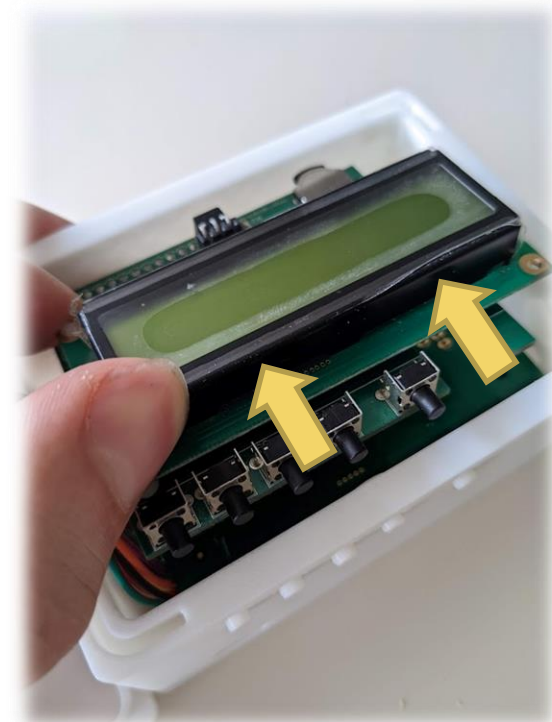
Fixer le SparqEE sur les pins GPIO de la Raspberry Pi. Appuyez pour bien les fixer entre eux. Faites attention à ce que tous les câble passe par l'arrière.

## Etape 6 : Pose boutons



Poser les 5 boutons dans leurs trous. Attention, la partie plate doit être placée à l'intérieur du boîtier. Pour ne pas les faire tomber, maintenez le boîtier pencher.

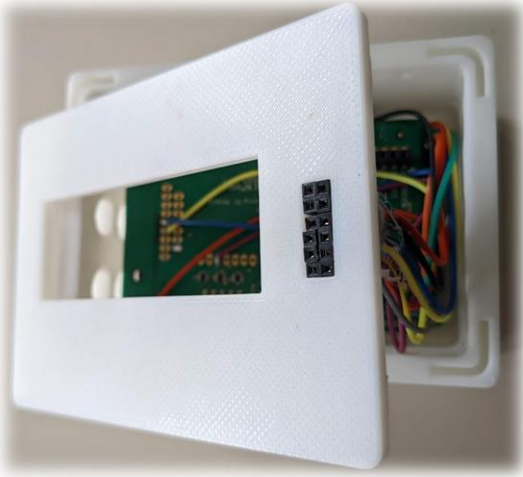
## Etape 7 : Fixation Pifacecad



Cette étape est délicate. Il faut arriver dans un premier temps à fixer les pins du Pifacecad sans toucher les boutons en plastique. Pour se faire appliquer une tension vers l'avant des pins tout en pressant vers le bas pour fixer les pins. Relâcher pour déposer les boutons du Pifacecad sur les boutons en plastique. Le tout en gardant le boîtier pencher.

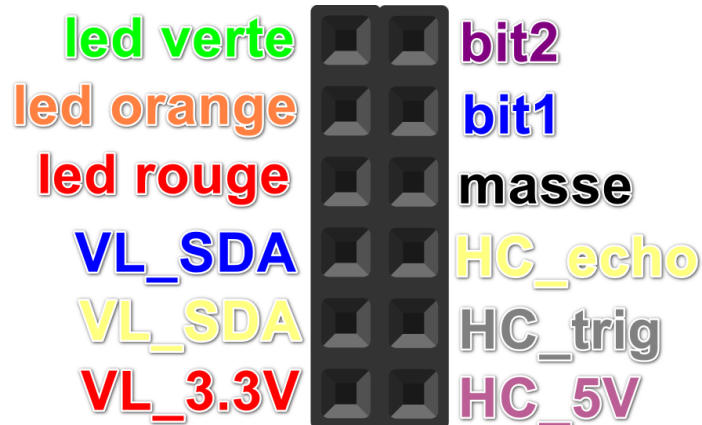


## Etape 8 : Placement câbles



Commencez par sélectionner un par un vos câbles avec une main et stocker les dans votre seconde main. Ensuite faites entrer le paquet de câble dans la fente et placer un objet plat au-dessus du couvercle pour maintenir le 12 câble plat.

Vous pouvez décider vous-mêmes du placement des câbles, sinon placez-les comme sur le schéma.



## Etape 9 : Coller câble



### Prérequis :

- Pistolet à colle chaude

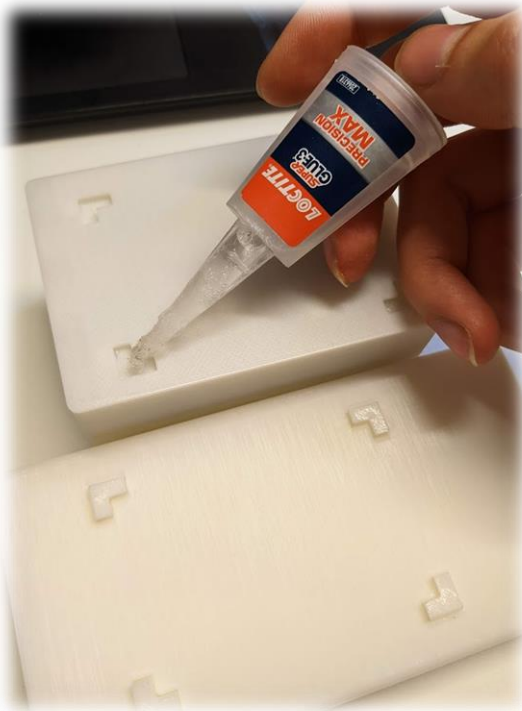
### Astuce :

- Faites chauffer le pistolet avant l'étape 8

Tout en gardant l'objet plat sur le dessus du couvercle pour maintenir les câbles plats, appliquez de la colle chaude tout autour des câbles. Soufflez dessus pour accélérer le processus de séchage. Continuer jusqu'à que la colle ne soit plus transparente mais opaque.

Vous pouvez à présent fermer le couvercle et contempler le boîtier terminé !

## Etape 10 : Fixation clips



### Prérequis :

- Super glue

**Attention** : Avant de commencer assurez-vous que les clips peuvent rentrer dans les encoches. Dans le cas contraire modifier les dimensions des clips et réimprimés les.

Introduisez quelques goûtes de super glue dans les 4 encoches des 2 boîtiers. Fixer les clips sur le boîtier de la batterie (attention à ne pas mettre de colle sur vos doigts). Venez ensuite placer le boîtier de la Raspberry Pi sur l'autre boîtier. Appuyer fermement sur le dessus. Si cela ne rentre pas, donner des coups.

## Etape 11 : Liaison câble



Fig. 1

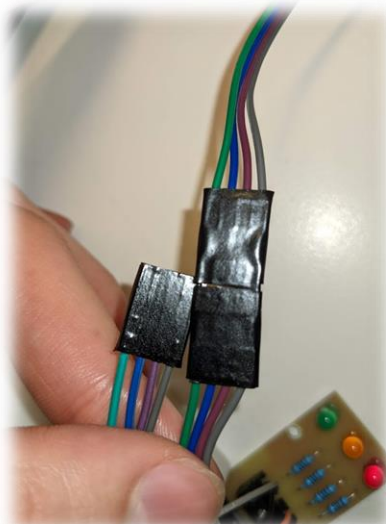


Fig. 2

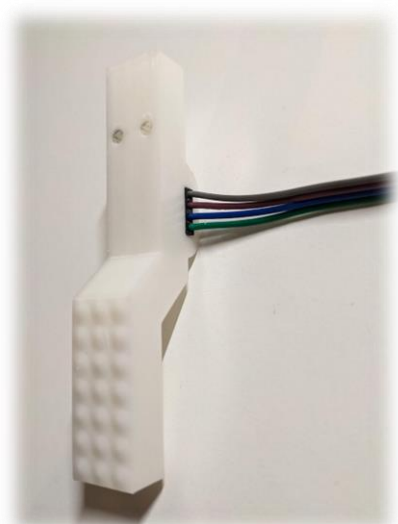


Fig.3

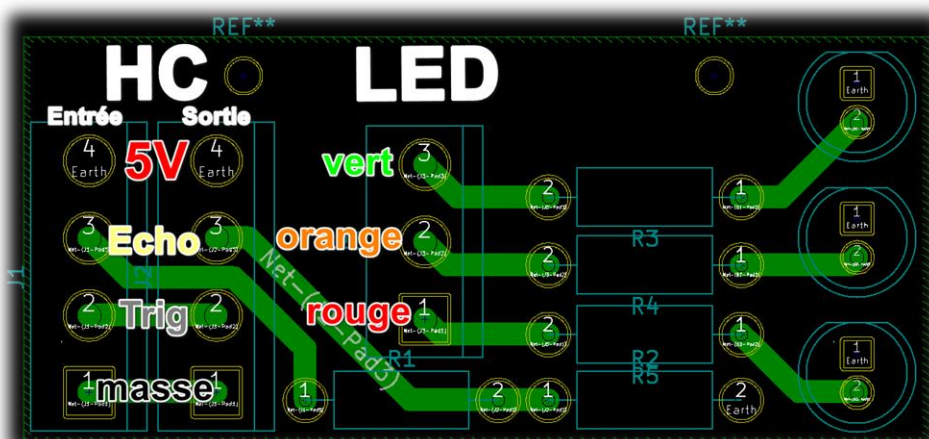


Fig. 4

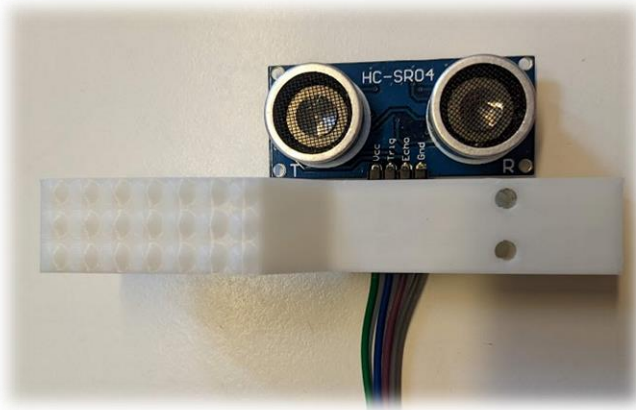


Fig. 5

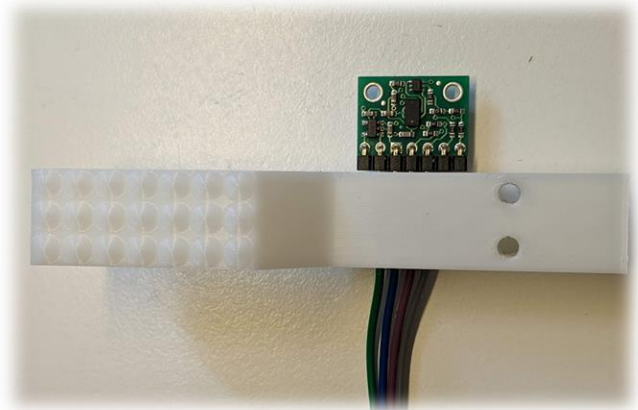


Fig. 6

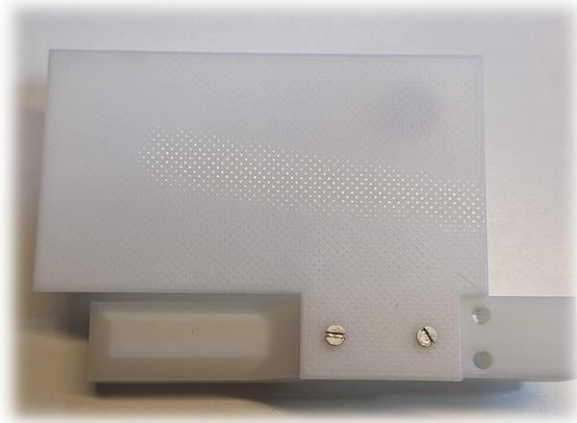
### Prérequis :

- Scotch
- Serflex (optionnel)

1. Commencer par connecter les 3 LEDs du PCB (fig.4) sur les sorties du boîtier.
2. Brancher sur le boîtier, les sorties (5V, Echo Trig) du capteur ultrason (HC\_) sur la partie **Entrée** du PCB (fig.4)
3. Brancher la masse du boîtier à la masse **Entrée** du PCB.
4. Connecter sur le bornier du PCB la partie **Sortie** de HC avec des câbles dénudé / femelles. Ils ne doivent pas être directement connecter au mors. Enrouler du scotch sur la partie femelle comme sur la fig.2
5. Sur la fig.2 le paquet de câble en bas à droite représente la connexion HC **Sortie** du PCB, il est relié par un paquet qui part vers le haut. Ce paquet arrive sur la fig.3 il est connecté au mors. Comme vous pouvez le constater les couleurs sont identique pour permettre une meilleure simplicité de connexion.
6. Connecter le capteur HC comme sur la fig.5 et vérifier que le circuit électrique est bien branché de la sortie du boîtier, à la connexion au capteur.
7. Remplacer le capteur ultrason par le capteur laser (fig.6). Débrancher les câbles connecter entre le mors et le PCB (comme sur la fig.2)
8. Prenez 4 câble mâle / femelle avec des couleurs similaires (paquet gauche de la fig.2) et connecter les aux câbles du mors. Maintenant en partant d'une connexion du capteur, suivez le câble et connecter le directement au boîtier.
9. La masse est déjà utilisé sur le boîtier, connecter là plus tôt sur le PCB (masse **Entrée**)
10. Les 2 dernières connexion (bit1, bit2) servent à chiffrer le signal d'état au robot.  
Demander au professeur si vous voulez les utiliser pour qu'ils vous expliquent.
11. Vos connexions finies devraient ressembler à la fig.1 Ajouter si vous voulez des serflex pour plus de d'ergonomie.



## Etape 13 : Fixation plaque

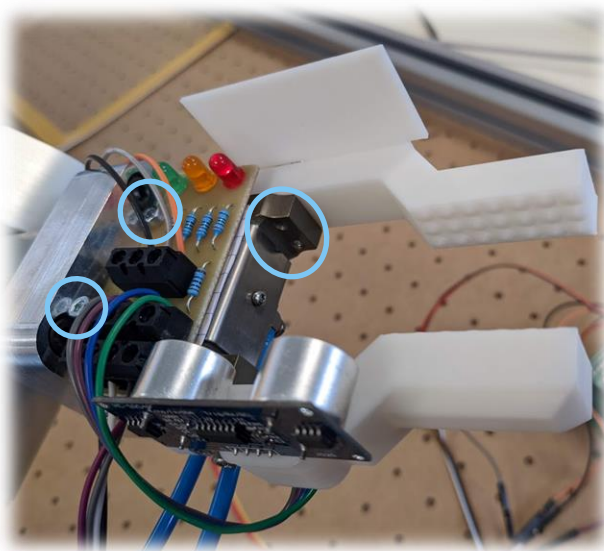


### Prérequis :

- x2 vis M2
- Tournevis plat

Avec le tournevis reproduisez la fixation comme sur la photo. Si la vis ne rentre pas, grattez les trous avec une pince coupante pointu par exemple.

## Etape 12 : Fixation mors



### Prérequis :

- x6 vis M3 16mm
- Clé Torx
- Déplacer le bras du robot vers le sol

Commencer par visser le PCB sur la pince. Placer au préalable un petit papier entre la pince et le PCB pour éviter les courts-circuits. Ne serrez pas trop fort. Ensuite visser chaque mors avec 2 vis comme sur la photo. Serrez fort.

# UTILISATION DE L'INTERFACE

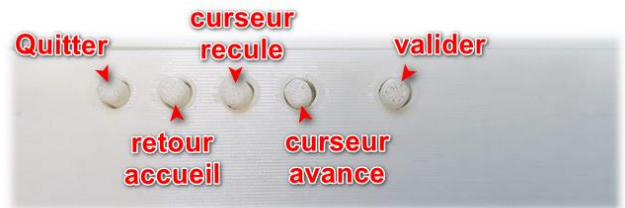
Maintenant que la partie technique et informatique est bien réglé, vous pouvez utiliser l'interface utilisateur de l'application.

## Lancement de l'application

Pour commencer alimenter la Raspberry Pi par la batterie externe via le câble micro USB. Attendez quelques secondes que le système d'exploitation démarre et qu'il se connecte automatiquement au réseau wifi « uha ». Connecter vous en [SSH](#) avec votre ordinateur portable. Dans une console exécutez le programme après vous être déplacé dans le bon dossier.

```
pi@rasberrypi:~ $ cd SAE-pince-industrielle/python/
pi@rasberrypi:~/SAE-pince-industrielle/python $ python3 main.py
```

L'écran LCD devrait s'allumer et afficher ceci



Pour entrer dans un menu :

- Déplacez-vous avec les boutons **curseur avance** et **curseur recule** puis appuyez sur le bouton **valider** pour charger le menu.

Pour revenir sur l'écran d'accueil :

- Sélectionner **OK** avec le **curseur** puis appuyez sur **valider**
- Appuyez sur le bouton **retour accueil**

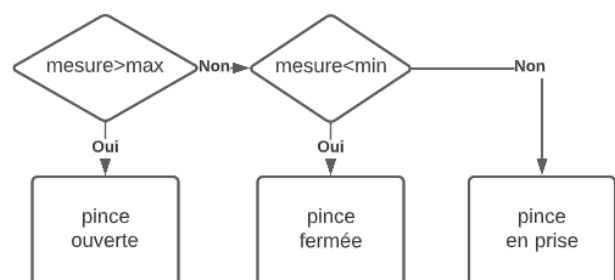
## Prendre une mesure (get)

Déplacer le curseur sur **get** avec le **curseur** puis avec le bouton **valider** vous déclenchez la mesure du capteur, entraînant le chiffrement de l'état qui va s'actualiser sur l'écran LCD, les LEDs du PCB, et le robot.

## Définir limite état (set)



L'état de la pince est défini par les limites **min** et **max**. On peut résumer le fonctionnement de la gestion de l'état avec un organigramme.



Sur la configuration on peut donc dire que la pince est détecté ouverte si la distance est strictement supérieure à 20cm, fermée si la distance est strictement inférieure à 10cm et en prise si la distance est comprise dans les l'intervalle [10cm, 20cm].

Changer les valeurs des limites :

1. Sélectionner **min** ou **max** avec le **curseur**, appuyez sur **valider**
2. Déplacez-vous sur le chiffre à modifier avec le **curseur**. Appuyez sur **valider**
3. Défilez le chiffre avec le **curseur**
4. Lorsque vous avez fini, cliquez sur « \* » pour sortir de la sélection



Réinitialisé les valeurs par défaut

1. Sélectionner **rs** puis appuyez sur **valider**

## Mode de mesure (mod)



Le mode actuellement sélectionné est représenté par la petite étoile « \* ».

### Mode manuel :

- L'utilisateur doit appuyer sur **get** de l'écran d'accueil pour faire une mesure.
- Ce mode est utile pour paramétrer **set**

### Mode auto :

- La raspberry Pi envoie une demande de mesure toutes les x secondes. X est définie en fonction de la précision du capteur (voir [Type de précision](#))

## Type de précision (typ)



Les 2 capteurs ont différents type/mode de mesure. **Speed** permet d'avoir une très grande réactivité de changement d'état

grâce à une fréquence élevée de mesure, mais au détriment de la précision de chaque mesure. Tandis que **beter** fait l'inverse. Voyons les caractéristiques de chaque mode.

capteur LASER	Fréquence de mesure	Delta d'erreur
speed	50/s	+ - 6mm
good	30/s	+ - 4mm
better	15/s	+ - 2mm
best	5/s	+ - 1mm

capteur ULTRASON	Fréquence de mesure	Delta d'erreur
speed	60/s	+ - 50mm
good	35/s	+ - 5mm
better	20/s	+ - 4mm
best	8/s	+ - 3mm

Si vous voulez un système très rapide et instantané dans la détection de changement d'état préférez un mode se rapprochant de **speed**.

Si vous préférez un système qui ne fait jamais d'erreur de d'état, préférez un mode se rapprochant de **best**.

## Changer de capteur (cap)



Dans ce menu vous pouvez changer physiquement le capteur qui permet de réaliser les mesures. Dès l'entrée dans ce menu, le mode

de mesure **manual** s'active instantanément pour pouvoir changer sans erreur le capteur.

### Changer un capteur :

1. Sélectionner le nouveau capteur (n'appuyez pas sur **valider**)
2. Débranchez le capteur actuel
3. Débrancher les câbles mâles du mors
4. Brancher le nouveau capteur sur le mors
5. Appuyez sur le bouton **valider**

## Menu Help (H)



Le menu Help permet d'avoir accès à un court manuel d'utilisation de chaque menu disponible sur l'écran d'accueil. Sur la droite l'affichage

des mesures est remplacé par **exit** qui permet de quitter proprement le programme. Vous pouvez aussi appuyer sur le premier bouton **Quitter** pour effectuer la même action.

### Lire le manuel d'un menu :

- Sélectionner avec le **curseur** le menu souhaiter
- Appuyez sur le bouton **valider**
- Le texte du manuel s'affiche sur l'écran. Pour faire défiler le texte, utiliser les boutons **avance** et **recule**.
- Lorsque vous avez fini de lire, appuyez simplement sur le bouton **valider** pour revenir sur le menu Help

# FOIRE AUX QUESTIONS

Vous avez un problème ? Vous avez des questions ? Vous êtes au bon endroit !

## Puis-je utiliser ce projet pour simplement tester les capteurs ?

- Bien sûr, vous n'êtes pas d'ailleurs obligé de réaliser les impression 3D. Uniquement les modules SparqEE et Pifacecad sont nécessaires au bon fonctionnement. Le PCB peut aussi être simplifié en un montage sur une breadboard.

## J'ai bien suivi les étapes de la construction mais l'application ne fonctionne pas.

- Suivez le circuit que parcourt chaque câble et vérifier que si le circuit arrive bien au bon endroit.
- Démontez tout et recommencer tout :) Généralement c'est une technique qui marche

## Lorsque je lance le programme, une erreur se produit.

- Vérifiez que vous avez bien [installer les modules](#)
- Si l'erreur se termine par « No such file or directory » cela signifie que vos répertoires sont mal rangés, ou que vous avez déplacé/renommé un fichier. Supprimez le répertoire SAE-pince-industrielle et recommencer la partie [installation du programme](#)
- Si l'erreur n'est pas celle-là, vérifiez que vos ports I2C sont [bien activés](#), et que le Pifacecad est bien braché.

## Les mesures que j'obtiens ne sont pas juste

- Il est fortement probable que votre capteur soit endommagé, essayer de vérifier avec un autre capteur. Mais avant de le faire revérifier les branchements encore une fois.

**Projet fait avec <3**  
**Pour les étudiants,**  
**Par les étudiants.**