

**Manuel utilisateur du robot MRPi1**  
**par Mace Robotics**

**Version : 1.3**

**Date mise à jour : 06/06/2016**

**Auteur : Nicolas**

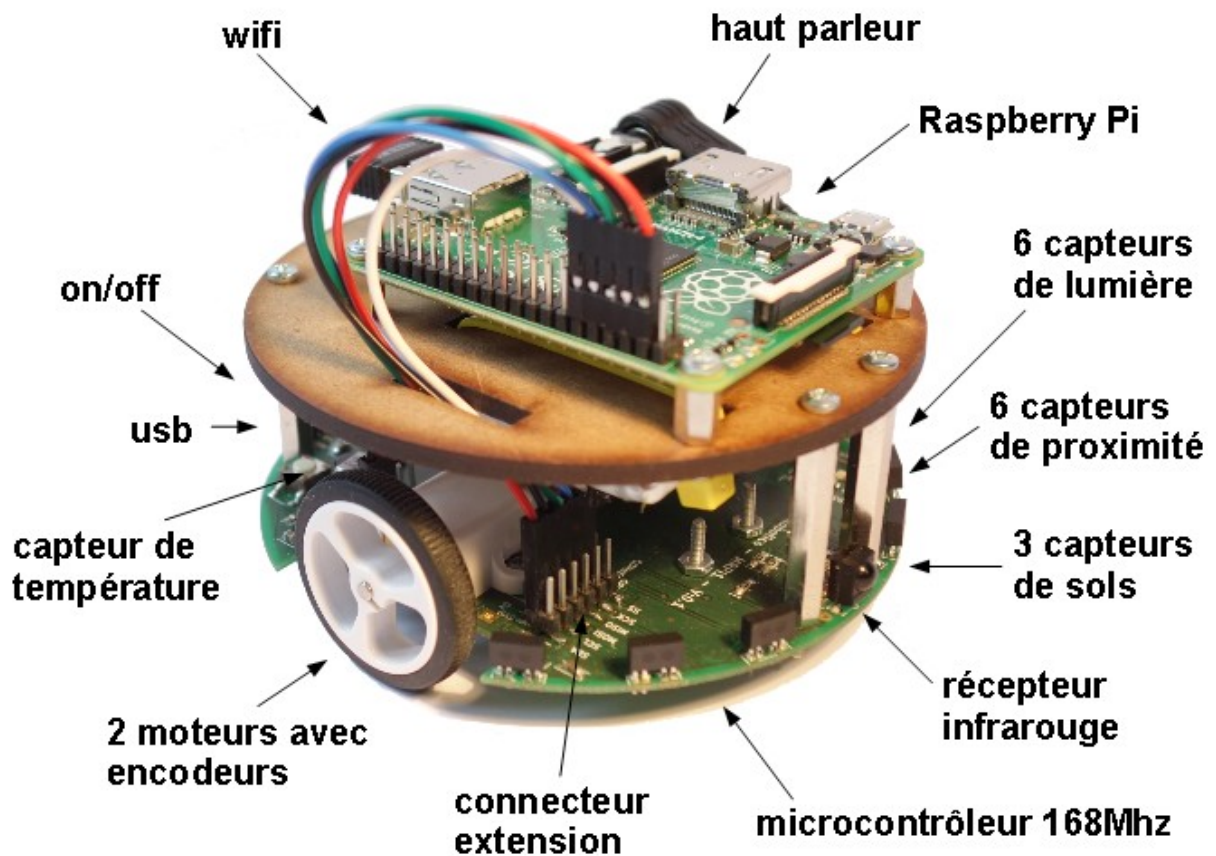


## Table des matières

|  |                    |
|--|--------------------|
| <a href="#">1.Présentation du robot.....</a>                         | <a href="#">4</a>  |
| <a href="#">2.Architecture.....</a>                                  | <a href="#">5</a>  |
| <a href="#">3.Spécifications.....</a>                                | <a href="#">8</a>  |
| <a href="#">4.Mise en route du robot.....</a>                        | <a href="#">9</a>  |
| <a href="#">3.Arrêt du robot.....</a>                                | <a href="#">9</a>  |
| <a href="#">3.Batterie décharger.....</a>                            | <a href="#">10</a> |
| <a href="#">4.Recharger la batterie.....</a>                         | <a href="#">11</a> |
| <a href="#">5.La communication Raspberry Pi/microcontrôleur.....</a> | <a href="#">12</a> |
| <a href="#">6.Le bouton on/off.....</a>                              | <a href="#">13</a> |
| <a href="#">7.Le bouton Reset.....</a>                               | <a href="#">13</a> |
| <a href="#">8.Le port mini-usb.....</a>                              | <a href="#">14</a> |
| <a href="#">9.Les leds.....</a>                                      | <a href="#">14</a> |
| <a href="#">10.La carte Raspberry Pi.....</a>                        | <a href="#">15</a> |
| <a href="#">11.Le microcontrôleur.....</a>                           | <a href="#">16</a> |
| <a href="#">12.Le haut-parleur.....</a>                              | <a href="#">16</a> |
| <a href="#">13.Les capteurs.....</a>                                 | <a href="#">16</a> |
| <a href="#">Les capteurs de proximité.....</a>                       | <a href="#">17</a> |
| <a href="#">Les capteurs de lumière.....</a>                         | <a href="#">18</a> |
| <a href="#">Le récepteur infrarouges.....</a>                        | <a href="#">18</a> |
| <a href="#">Le capteur de température.....</a>                       | <a href="#">18</a> |
| <a href="#">L'accéléromètre.....</a>                                 | <a href="#">19</a> |
| <a href="#">Les capteurs de sol.....</a>                             | <a href="#">19</a> |
| <a href="#">14.La batterie.....</a>                                  | <a href="#">20</a> |
| <a href="#">15.Les roues.....</a>                                    | <a href="#">20</a> |
| <a href="#">16.Les moteurs avec encodeurs.....</a>                   | <a href="#">20</a> |
| <a href="#">17.Le switch programmables.....</a>                      | <a href="#">21</a> |
| <a href="#">18.Le connecteur d'extension.....</a>                    | <a href="#">22</a> |
| <a href="#">19.Les commandes.....</a>                                | <a href="#">23</a> |

## 1. Présentation du robot

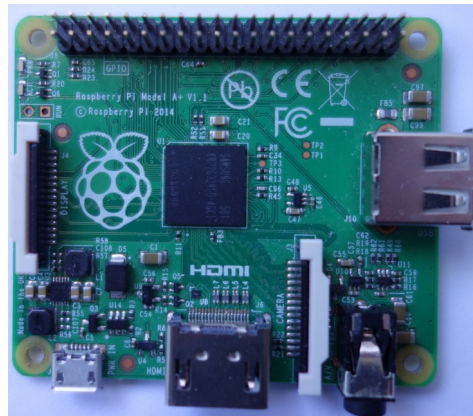
MRPi1 est un petit robot mobile à déplacement différentielle basé sur une carte low cost Raspberry Pi. Il est très facile à programmer et personnalisable. Il inclut de nombreux capteurs, accéléromètre 3 axes, température, proximités et des capteurs de lumière. De plus, il est équipé d'un haut-parleur et d'une communication Wifi permettant de le contrôler à distance. Sa petite taille vous permet de facilement le programmer sur une table de bureau.



## 2. Architecture

Le robot est basé sur deux cartes électroniques :

- Une carte Raspberry Pi A+,
- Une carte de contrôle avec un microcontrôleur,
- **Raspberry pi A+** : cette carte communique au microcontrôleur via une liaison série. L'alimentation +5V de cette carte provient de la carte de contrôle.

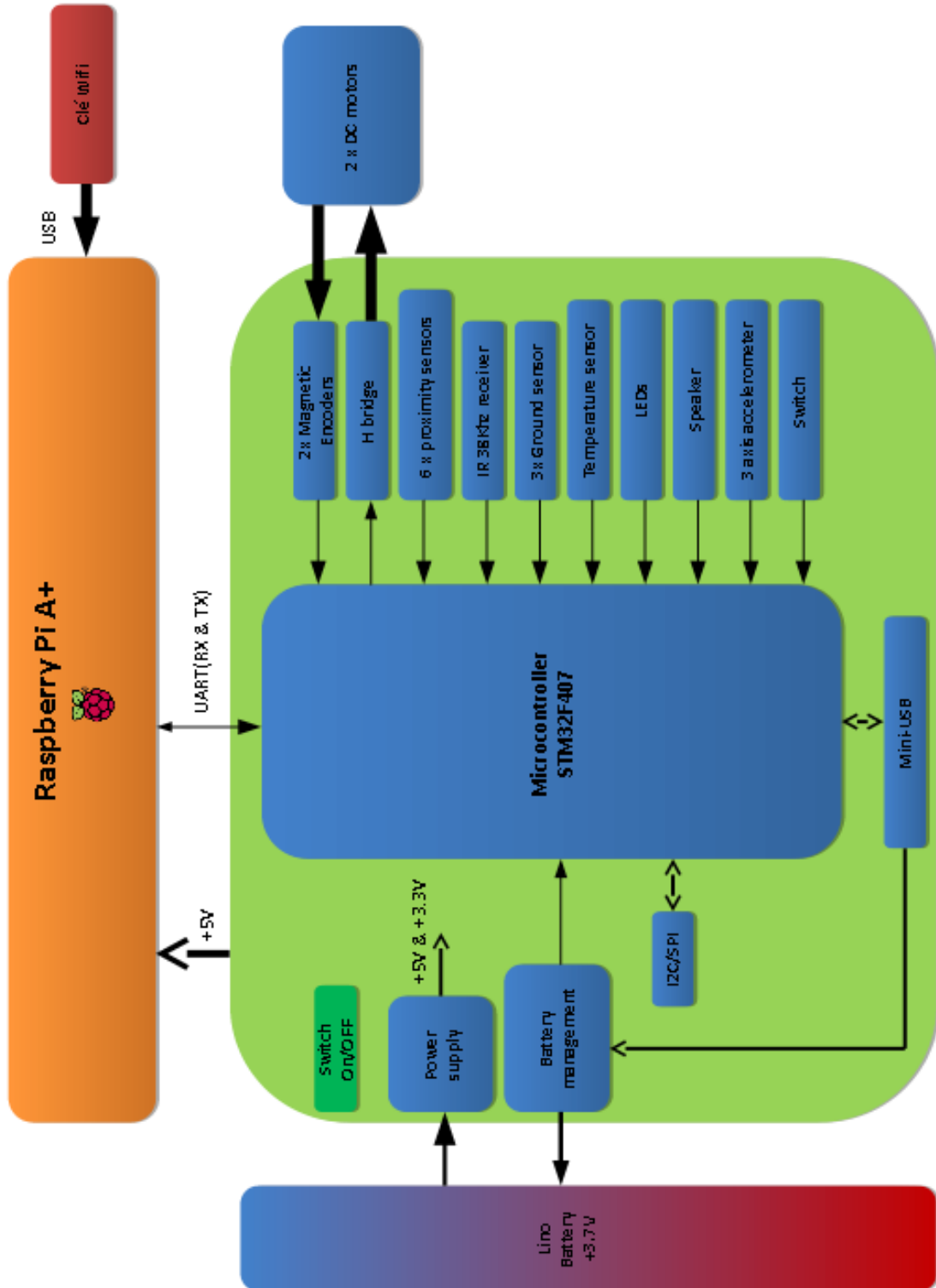


- **Clé wifi**: une clé wifi est connecter au port usb de la carte Raspberry Pi afin d'avoir une communication sans fil.
- **Microcontrôleur** :

Le microcontrôleur géré :

- La conversion analogique/numérique des capteurs,
- La gestion du pond en h de la commande des moteurs,
- L'acquisition des encodeurs,
- L'asservissement du robot en position et orientation,
- La gestion des commandes reçu de la carte Raspberry Pi,
- **H-bridge** : le pond en H permet la commande des deux moteurs de déplacement du robot.

- **Moteurs DC**: déplacement mécanique du robot.
- **Encodeurs** : le robot est équipé de deux encodeurs magnétique sur chaque moteurs de propulsion.
- **Capteurs de proximité**: le robot est équipé à l'avant de 6 capteurs infrarouge de proximité. Ces capteurs analogique permettent d'obtenir un image de la distance d'un obstacle à proximité du robot. Ce capteur est équipe d'un émetteur et récepteur infrarouge afin de détecter la distance de l'obstacle.
- **Capteurs de température** : capteur de température de type thermistance.
- **Capteur IR 38 Khz**: capteur infrarouge de réception pour télécommande de télévision de type RC5.
- **Leds** : le robot est équipé de différente leds :
  - leds programmable
  - leds de visualisation d'information
- **Haut parleur**: un haut parleur de 8 ohm est soudé sur la carte de contrôle.
- **Accéléromètre**: la carte de contrôle est équipé d'un accéléromètre 3 axes.
- **Switch**: un switch à deux interrupteurs est placé sous la carte de contrôle.
- **mini-usb**: la carte de contrôle est équipé d'un port mini-usb pour le rechargement de la batterie du robot et la programmation du microcontrôleur.
- **Alimentation** : la carte de contrôle est équipé de deux alimentation :
  - +3.3V : alimentation principale de la carte de contrôle.
  - +5VP : alimentation pour la carte Raspberry Pi A+.
- **Gestion batterie**: la carte de contrôle est équipé d'un circuit de contrôle et de recharge de la batterie lipo.
- **ON/OFF**: un interrupteur on/off pour la mise sous tension et hors tension du robot.
- **Batterie**: la batterie permet l'alimentation électrique du robot.



### 3. Spécifications

#### Électronique :

|                        | <b>Information</b>   |
|------------------------|--|
| <b>Microcontrôleur</b> | STM32F407 168MHz   |
| <b>Batterie</b>        | 3.7V lipo batterie   |
| <b>Déplacement</b>     | 2 roues différentielle contrôlé avec moteurs CC.                 |
| <b>USB connecteur</b>  | Mini USB pour la recharge et la programmation du microcontrôleur |
| <b>IR capteurs</b>     | 6 capteurs de proximité, 3 capteurs de sol                       |
| <b>IR récepteur</b>    | 38Khz IR receiver (télécommande standard TV)                     |
| <b>LEDs</b>            | 3 leds programmable  |
| <b>Haut parleur</b>    | Haut parleur de 8 ohm  |
| <b>Interrupteur</b>    | 1 programmable switch  |

|             | <b>Information</b>                |
|-------------|-----------------------------------|
| <b>CPU</b>  | Raspberry Pi A+ - 256Mo – 700 Mhz |
| <b>Os</b>   | Raspian                           |
| <b>Wifi</b> | EDUP 802.11n 150Mbps              |

#### Mécanique:

|               | <b>Information</b>                  |
|---------------|-------------------------------------|
| <b>Taille</b> | diamètre: 100 mm<br>hauteur : 70 mm |
| <b>Poids</b>  | 200 g                               |



## 4. Mise en route du robot

1. Activez l'interrupteur ON/OFF sur la position ON.
2. La led ON doit clignoter pour indiquer l'activité du robot. Si cette led ne clignote pas, alors vérifiez que le switch 1 est en position haute.



Switch 1 en position haute

## 3. Arrêt du robot

Pour arrêter le robot MRPi1, il faut :

Si vous êtes connectez en ssh à la carte Raspberry Pi :

1. Arrêtez la carte Raspberry Pi, via la commande :

```
$ sudo halt
```

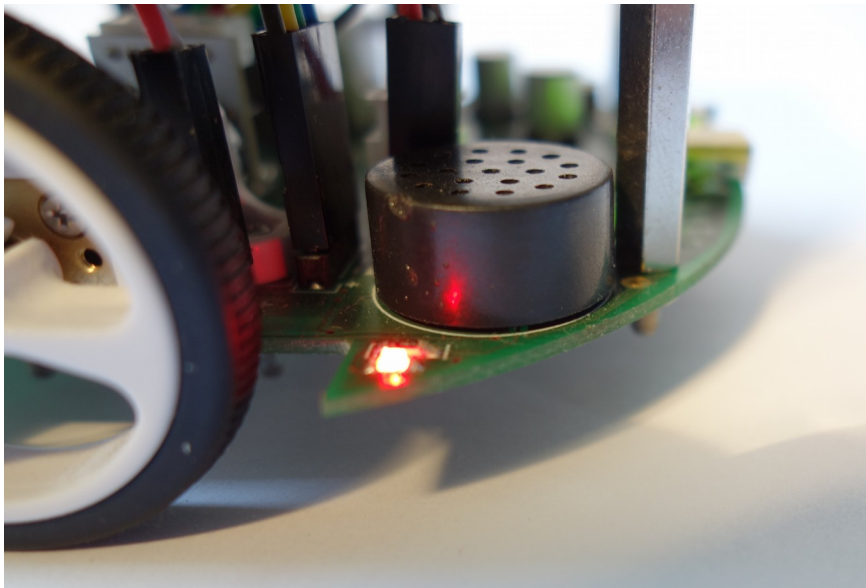
2. Ensuite, l'interrupteur ON/OFF en position OFF.

Si vous n'êtes pas connectez en ssh à la carte Raspberry Pi :

1. Arrêtez la carte Raspberry Pi, via le bouton Reset :
  - appuyez sur le bouton Reset pendant 6 secondes.
2. Ensuite, l'interrupteur ON/OFF en position OFF.

### 3. Batterie décharger

Quand la batterie est déchargée une led rouge s'allume, elle indique que la batterie doit être rechargée.



*Led rouge près de l'haut-parleur*

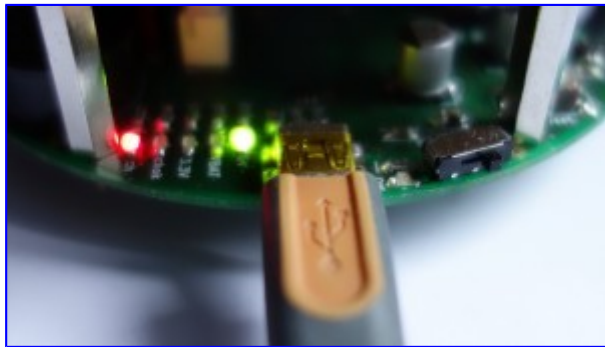
## 4. Recharger la batterie

Pour recharger la batterie du robot MRPi1 vous avez besoin:

- d'un câble mini-USB,
- d'un PC ou un adaptateur secteur-USB.

Pour recharger la batterie du robot :

1. Placez l'interrupteur sur la position OFF afin de mettre le robot hors tension,
2. Branchez le câble mini-USB,
3. La led rouge 'CH' et la led '+5V' doivent être allumées. Elles indiquent que la batterie est en cours de rechargement,
4. Lorsque la led jaune 'CHOK' sera allumée, ceci indiquera que votre batterie est rechargée.

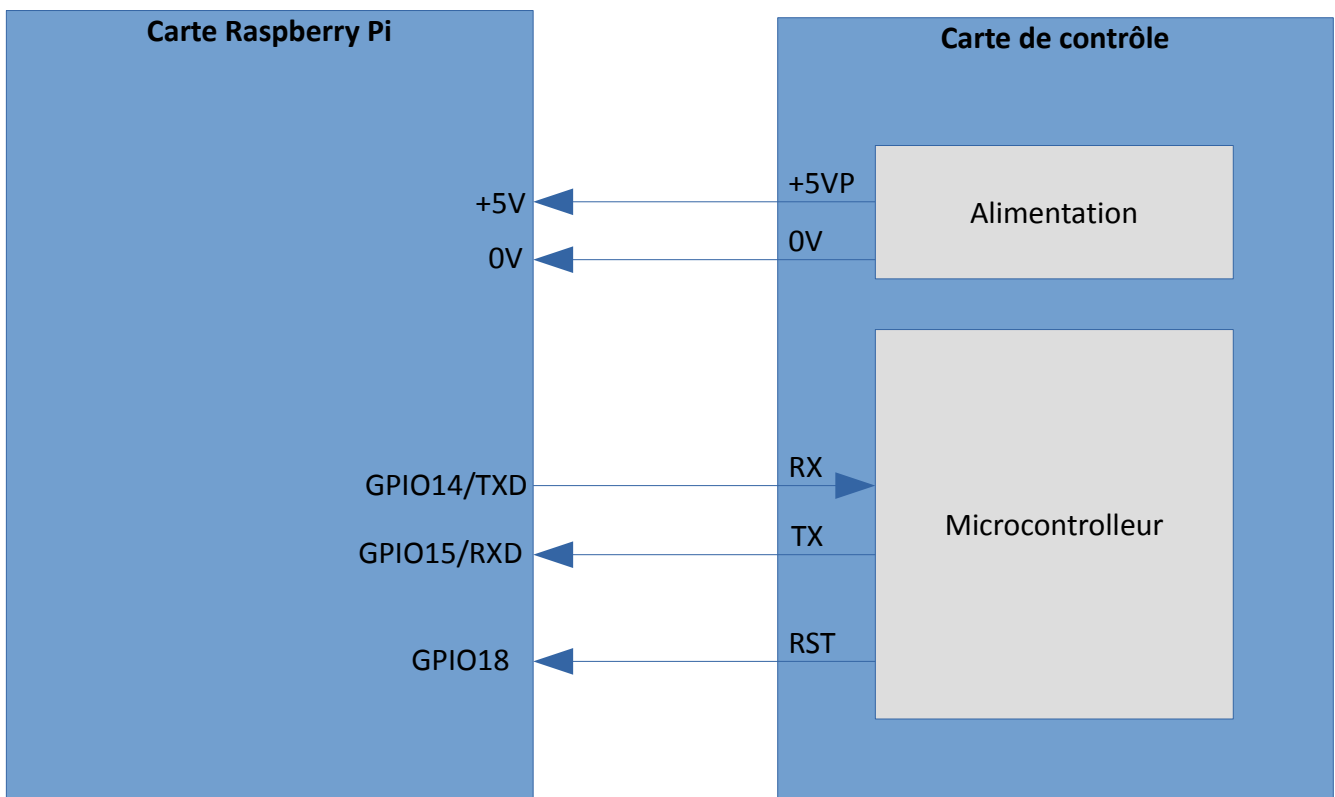


*Interrupteur en position OFF et câble mini-usb brancher*

## 5. La communication Raspberry Pi/microcontrôleur

La communication entre la carte Raspberry Pi et le microcontrôleur de la carte de contrôle se fait via une liaison série.

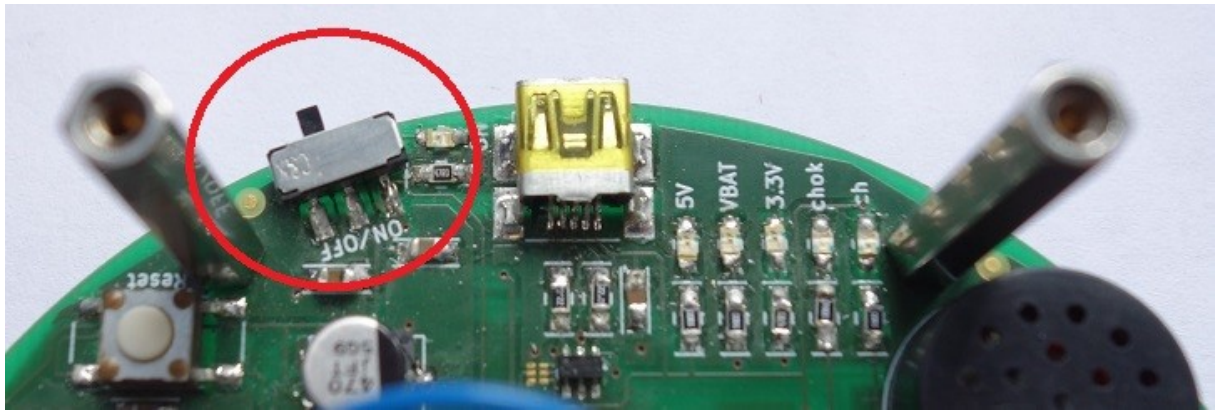
- **+5V** : alimentation principale de la carte Raspberry Pi
- **+5VP** : alimentation pour la carte Raspberry Pi, cette tension est créée sur la carte de contrôle.
- **0V** : tension de référence.
- **GPIO14/TXD** : transmission série de la carte Raspberry Pi vers le microcontrôleur.
- **GPIO15/RXD** : réception série de la carte Raspberry Pi.
- **GPIO18** : reset de la carte Raspberry Pi



## 6. Le bouton on/off

Le bouton on/off permet :

- Position On : de mettre sous tension le robot,
- Position Off : de mettre hors tension le robot



## 7. Le bouton Reset

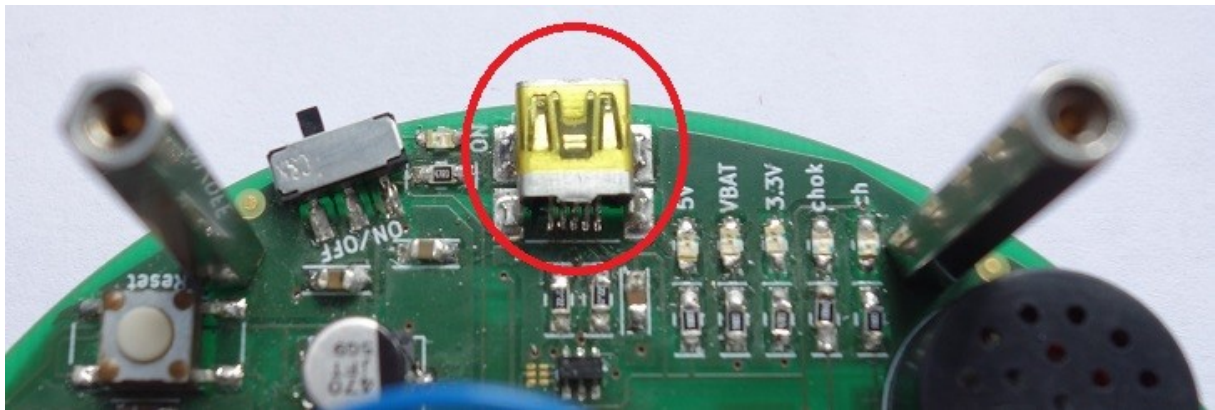
Le bouton reset permet :

- De mettre en reset le microcontrôleur,
- Et d'éteindre la carte Raspberry Pi, si il est appuyé plus de 6 secondes.

## 8. Le port mini-usb

Le port mini-usb permet :

- De recharger la batterie,
- De programmer le microcontrôleur STM32F407VET6.



## 9. Les leds

Le robot MRPi1 a 2 type de leds, des leds programmables et d'indication d'informations.

- Trois leds programmables situé à l'avant :
  - LED1
  - LED2
  - LED3

- Sept leds d'informations :

|             | <b>Couleur</b> | <b>Description</b>                | <b>Etat allumé</b>                           |
|-------------|----------------|-----------------------------------|--|
| LED +5V     | verte          | Alimentation +5V                  | Connecteur USB branché                       |
| LED 3.3V    | verte          | Alimentation +3.3V                | Robot sur ON et alimentation +3.3V présente. |
| LED CHOK    | Jaune          | Chargement de la batterie         | Batterie chargé                              |
| LED CH      | Rouge          | Chargement de la batterie terminé | Batterie en chargement                       |
| LED LOW BAT | Rouge          | Batterie décharger                | Batterie décharger                           |
| LED ON      | verte          | Activité                          | Fonctionnement normal                        |

## 10.La carte Raspberry Pi

La carte Raspberry pi version A+ est la carte mère du robot MRPi1 :

- Programmation en langage C, Python, ...
- Serveur web
- Synthèse vocale, ...

Documentation : <https://www.raspberrypi.org/>

## 11.Le microcontrôleur

Le robot MRPi1 est équipé d'un microcontrôleur de chez STMicroelectronics le STM32F407VET6 de 168MHz. Ce microcontrôleur contient un firmware pour la gestion du bas niveau du robot : contrôle déplacement robot, gestion des capteurs et de la batterie.

- ARM Cortex M4 – 168 Mhz
- 192+4 Kbytes of SRAM
- 2×12-bit ADC

## 12.Le haut-parleur

MRPi1 a un haut-parleur situé à l'arrière-gauche. Ce haut parleur se connecte avec le câble audio au connecteur jack de la carte Raspberry Pi.

Caractéristique de l'haut-parleur :

- Impédance : 8 ohm
- Résonance Frequency : 1,500 ± 20% Hz
- Frequency Range : FO - 20K

Connecteur du haut -parleur (2 pin mâle) :

|           |             |
|-----------|-------------|
| <b>S</b>  | Signal mono |
| <b>0V</b> | référence   |

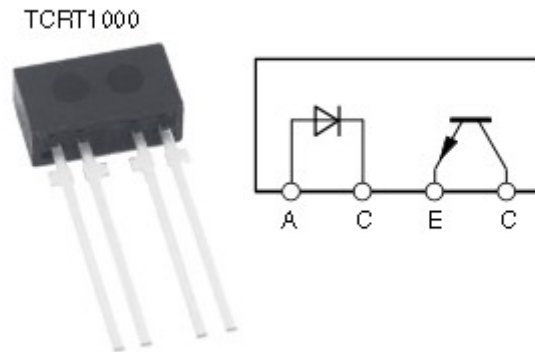
## 13.Les capteurs

Le robot MRPi1 est équipé de différents capteurs afin interagir avec son environnement.



- **Les capteurs de proximité**

Le robot MRPi1 a six capteurs infrarouges de proximité. Ces capteurs infrarouge à sortie analogique fonctionnent selon le principe de la triangularisation.



- Référence : *TCRT1000*
- Fabricant : <http://www.vishay.com>

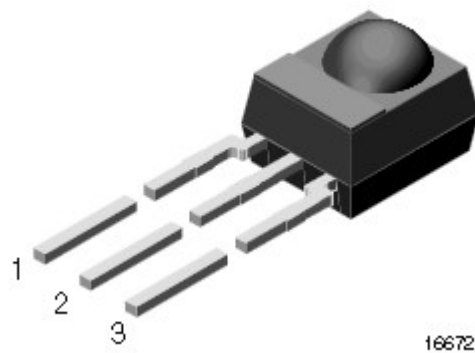
- **Les capteurs de lumière**

Les 6 capteurs de proximités peuvent aussi être utilisés en capteurs de lumière.

- **Le récepteur infrarouges**

Le récepteur infrarouge permet la réception d'un signal de fréquence de 38Khz.

- Protocole RC5 de télécommande



- Référence : TSOP2138

- **Le capteur de température**

Le capteur de température du robot MRPi1 est soudé sur la carte de contrôle. Ce capteur est une thermistance, résistance électrique qui varie en fonction de la température.

- Type: thermistance CTN (Coefficient de Température Négatif )
- Valeur : 10K à 25°C

- **L'accéléromètre**

Un accéléromètre 3 axes est présent sur la carte de contrôle :

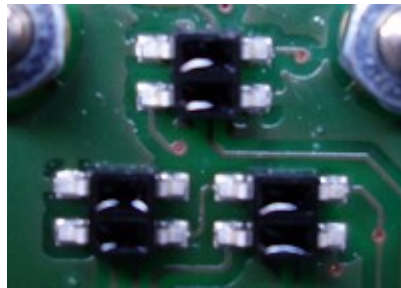
- Référence : MMA8652FC
- Fabricant : Freescale

Cette accéléromètre est relié au port I2C du microcontrôleur STM32F407.

- **Les capteurs de sol**

Le robot MRPi1 est équipé à l'avant de 3 capteurs de sol.

- Référence : QRE1113
- Capteur analogique



## 14. La batterie

- Type de batterie : lithium-ion polymère
- Tension nominal : 3.7V
- Tension max : 4.2V
- Capacité : 2000 mAh

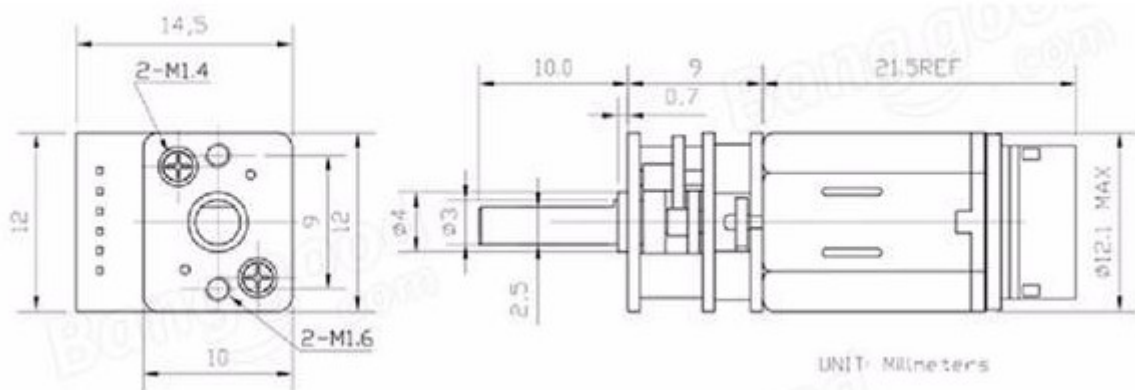
## 15. Les roues

- Diamètre : 32 mm
- Épaisseur : 7 mm

## 16. Les moteurs avec encodeurs

Les moteurs de propulsion du robot MRPi1 sont des motoréducteurs à courant continu avec un encodeur magnétique.

- Vitesse : 90 RPM
- Couple : 1.5 kg.cm
- Résolution encodeur : 200 ticks



## 17. Le switch programmables

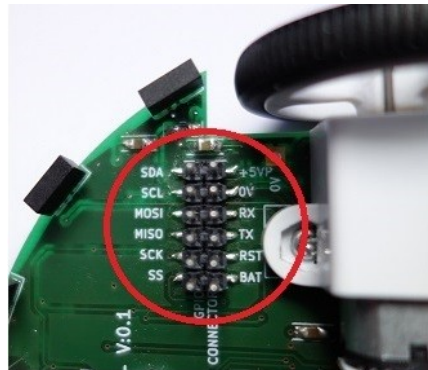
Un switch programmable est situé sous le robot :



- Switch 1 :
  - Position ON (haute): microcontrôleur en fonctionnement applicatif
  - Position OFF (basse) : microcontrôleur en boot.
- Switch 2 :switch programmable par l'utilisateur.

## 18. Le connecteur d'extension

Un connecteur d'extension avec 12 pins est situé sur la carte de contrôle :



| Pin  | Description                                 |
|------|---|
| SDA  | Bus I2C                                     |
| +5VP | Alimentation +5V pour la carte Raspberry Pi |
| 0V   | Tension de référence                        |
| MOSI | Bus SPI (Master Output Slave Input)         |
| RX   | Liaison série (UART )                       |
| MISO | Bus SPI (Master Input Slave Output)         |
| TX   | Liaison série (UART )                       |
| SCK  | Horloge du bus SPI                          |
| RST  | Reset                                       |
| SS   | Chip Select                                 |
| BAT  | Tension batterie                            |

## 19. Les commandes

Les commandes entre la liaison série de la carte Raspberry Pi et la liaison série du microcontrôleur.

- Type : série
- UART 8 bits
- 115200 baud

Envoi d'une commande (RPi vers STM32) :

- # : caractère début commande
- ! : caractère fin commande

| <b>Commandes</b>             | <b>Description</b>                                   | <b>Exemple</b>  |
|------------------------------|--|-----------------|
| <b>Batterie</b>              |  |                 |
| BAT                          | Lecture de la batterie                               | #BAT!           |
| <b>Leds</b>                  |  |                 |
| LED,number,action            | Allumer/éteindre led                                 | #LED,1,1!       |
| LEDT,number                  | Toggle led   | #LEDT,3 !       |
| <b>Température</b>           |  |                 |
| TE                           | Lecture température                                  | #TE!            |
| <b>Déplacement</b>           |  |                 |
| MFC,distance,speed           | Avancer robot avec contrôle                          | #MFC, 1000,10 ! |
| MF,speed                     | Avancer avec une vitesse défini                      | #MF,50!         |
| MB,speed                     | Reculer avec une vitesse défini                      | #MB,50!         |
| TR,speed                     | Tourner à droite avec une vitesse défini             | #TR,50!         |
| TL,speed                     | Tourner à gauche avec une vitesse défini             | #TL,50!         |
| STP                          | Arrêt du robot                                       | #STP!           |
| <b>Capteurs de proximité</b> |  |                 |
| PROX,number                  | Lecture d'un capteur de proximité défini             | #PROX,1!        |
| AL,number                    | Lecture d'un capteur de lumière défini               | #AL,2!          |
| <b>Capteur de sol</b>        |  |                 |
| GR,number                    | Lecture d'un capteur de sol défini<br>number : 1 à 3 | #GR,3!          |
| <b>Capteur de lumière</b>    |  |                 |
| AL,number                    | Lecture d'un capteur de lumière<br>number : 1 à 6    | #AL, 1 !        |
| <b>Haut parleur</b>          |  |                 |
| SPE                          | Activation de l'haut parleur                         | #SPE !          |
| SPD                          | Désactivation de l'haut parleur                      | #SPD !          |
| <b>Version firmware</b>      |  |                 |
| FV                           | Lecture de la version du firmware                    | #FV!            |
| <b>Encodeurs</b>             |  |                 |
| EDR                          | Lecture de l'encodeur droit                          | #EDR!           |



|                        |                                    |              |
|------------------------|------------------------------------|--------------|
| EDL                    | Lecture de l'encodeur gauche       | #EDL!        |
| <b>Moteurs</b>         |                                    |              |
| MOTR, direction, speed | Commande du moteur droit           | #MOTR,1,50 ! |
| MOTL,direction, speed  | Commande du moteur gauche          | #MOTL,0,20 ! |
| <b>Accéléromètre</b>   |                                    |              |
| ACCX                   | Lecture accéléromètre sur l'axe X. | #ACCX!       |
| ACCY                   | Lecture accéléromètre sur l'axe Y. | #ACCY!       |
| ACCZ                   | Lecture accéléromètre sur l'axe Z. | #ACCZ!       |