pilotage de robot

# Compte rendu de projet

Table des matières

[Compte rendu de projet 1](#_Toc508705413)

[Spécifications générales 3](#_Toc508705414)

[Matériel 3](#_Toc508705415)

[Structure 4](#_Toc508705416)

[Exigences systèmes du logiciel 5](#_Toc508705417)

[Exigences architecturales du logiciel 6](#_Toc508705418)

[Exigences détaillées du logiciel 7](#_Toc508705419)

[Spécifications détaillées 10](#_Toc508705420)

[Connectique du robot - Commandes et informations 10](#_Toc508705421)

[MSP430G2553 10](#_Toc508705422)

[MSP430G2231 11](#_Toc508705423)

[Modules 12](#_Toc508705424)

[Fonctions 13](#_Toc508705425)

[Tests unitaires 16](#_Toc508705426)

[Test du module « movement.c » 16](#_Toc508705427)

[Test du module « measure.c » 17](#_Toc508705428)

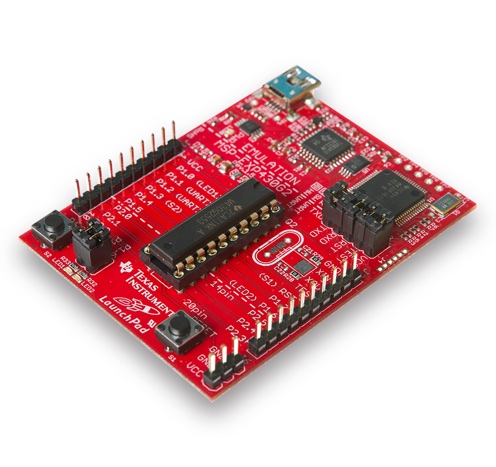
# Spécifications générales

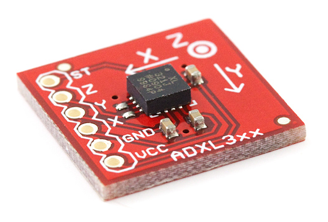
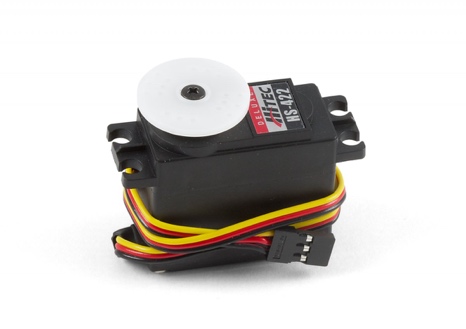
## Matériel

Afin de pouvoir respecter le cahier des charges, le robot devra respecter les consignes appliquées au cahier des charges fourni.

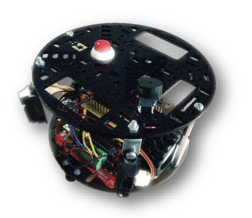
Tout d’abord, il nous faut du matériel pour réaliser le robot. Nous disposons de :

* 2 cartes Launchpad comportant chacune un microcontrôleur différent (MSP430G2553 et MSP430G2231)



* 1 module bluetooth RN-42
* 1 accéléromètre
* 1 servomoteur HS-422

* 1 capteur infrarouge
* 1 module SAMBot comportant une structure en plastique équipé de deux moteurs entrainants chacun une roue munie chacune d’un odomètre.



## Structure

Grâce à ce matériel, nous avons définit la structure du robot qui suivra la configuration suivante :

SaMBot

MSP430G2553

MSP430G2231

Bluetooth

Accéléromètre

Capteur IR

Servomoteur

SPI

UART

Mesure distance

Moteur A

+ Odomètre

Moteur B

+ Odomètre

Consigne angulaire

## Exigences systèmes du logiciel

SYS\_0001

Nom: Déplacement

Texte: Le robot se déplacera.

SYS\_0002

Nom: Communication UART

Texte: Le robot communiquera en bluetooth avec d’autres appareils.

SYS\_0003

Nom: Communication SPI

Texte: Le robot aura deux microcontrôleurs qui communiqueront entre eux.

SYS\_0004

Nom: Détection

Texte: Le robot effectuera le balayage d’un capteur infrarouge à partir d’un servomoteur.

## 

## Exigences architecturales du logiciel

M\_0001

Nom: Mouvement

Texte: Le robot devra effectuer des actions de déplacement élémentaires.

Couverture: SYS\_0001

Module: **movement**

M\_0002

Nom: Communication UART

Texte: Le robot devra être capable de recevoir et d’envoyer des informations à un appareil connecté via bluetooth grâce à une communication UART.

Couverture: SYS\_0002

Module: **UART**

M\_0003

Nom: Communication SPI

Texte: Le robot permettra à ses deux microcontrôleurs de s’envoyer et recevoir des informations.

Couverture: SYS\_0003

Module: **SPIM**, **SPIS**

M\_0004

Nom: Capteur infrarouge

Texte: Le robot sera capable de détecter un objet devant lui dans un champ de 180° grâce à un capteur infrarouge.

Couverture: SYS\_0004

Module: **measure**

M\_0005

Nom: Servomoteur

Texte: Le robot sera capable d’effectuer un balayage devant lui.

Couverture: SYS\_0004

Module: **servomotor**

## 

## Exigences détaillées du logiciel

F\_0001

Nom: Mouvement

Texte: Le robot devra pouvoir se déplacer, c’est-à-dire, avancer, reculer, tourner à différentes vitesses.

Couverture: **M\_0001**

Fonction: **move**

F\_0002

Nom: Arrêt

Texte: Le robot devra pouvoir s’arrêter à tout moment et instantanément.

Couverture: **M\_0001**

Fonction: **stop**

F\_0003

Nom: Initialisation UART

Texte: Le robot devra pouvoir initialiser les ports permettant la transmission de données par les bus UART.

Couverture: **M\_0002**

Fonction: **UART\_init**

F\_0004

Nom: Transmission UART

Texte: Le robot transmettra des données via la communication UART.

Couverture: **M\_0002**

Fonction: **UART\_Tx**

F\_0005

Nom: Réception UART

Texte: Le robot recevra des données via la communication UART.

Couverture: **M\_0002**

Fonction: **UART\_Rx**

F\_0006

Nom: Initialisation SPI

Texte: Le robot devra pouvoir initialiser les ports permettant la transmission de données par les bus SPI sur le microcontrôleur MSP430G2553.

Couverture: **M\_0003**

Fonction: **SPIM\_init**

F\_0007

Nom: Initialisation SPI

Texte: Le robot devra pouvoir initialiser les ports permettant la transmission de données par les bus SPI sur le microcontrôleur MSP430G2231.

Couverture: **M\_0003**

Fonction: **SPIS\_init**

F\_0008

Nom: Transmission SPI

Texte: Le robot transmettra des données via la communication SPI du microcontrôleur MSP430G2553 sur le microcontrôleur MSP430G2231.

Couverture: **M\_0003**

Fonction: **SPIM\_Tx**

F\_00011

Nom: Réception SPI

Texte: Le robot recevra des données via la communication SPI du microcontrôleur MSP430G2553 sur le microcontrôleur MSP430G2231.

Couverture: **M\_0003**

Fonction: **SPIS\_Rx**

F\_00012

Nom: Initialisation capteur infrarouge

Texte: Le robot initialisera le capteur infrarouge.

Couverture: **M\_0004**

Fonction: **measure\_init**

F\_00013

Nom: Mesure capteur infrarouge

Texte: Le robot pourra mesurer la distance entre lui-même et un objet.

Couverture: **M\_0004**

Fonction: **measure**

F\_00014

Nom: Conversion de mesure

Texte: Le robot pourra convertir un mesure du capteur infrarouge en centimètre.

Couverture: **M\_0004**

Fonction: **convert\_measure**

F\_00015

Nom: Initialisation servomoteur

Texte: Le robot devra pouvoir initialiser le servomoteur.

Couverture: **M\_0005**

Fonction: **servomotor\_init**

F\_00016

Nom: Initialisation PWM

Texte: Le robot initialisera la PWM nécessaire au servomoteur.

Couverture: **M\_0005**

Fonction: **servomotor\_PWM\_init**

F\_00017

Nom: Arrêt servomoteur

Texte: Le robot pourra arrêter le servomoteur instantanément.

Couverture: **M\_0005**

Fonction: **servomotor\_stop**

F\_00018

Nom: Rotation servomoteur

Texte: Le robot permettra au servomoteur de se positionner à un angle donné.

Couverture: **M\_0005**

Fonction: **servomotor\_set\_deg**

# Spécifications détaillées

## Connectique du robot - Commandes et informations

Afin de pouvoir clarifier les différents branchements des deux microcontrôleurs MSP 430, nous avons jugé utile de définir deux schémas représentant les entrées et sorties de chaque pin.

### MSP430G2553

IR Sensor

Data IN (UART)

Data OUT (UART)

Serial Clock Out (UCA0CLK)

Odometer A

Sense Motor A

PWM Motor A

Data IN (UCA0SIMO)

Data OUT (UCA0SOMI)

Sense Motor B

PWM Motor B

Odometer B

VCC

P1.0

P1.1

P1.2

P1.3

P1.4

P1.5

P2.0

P2.1

P2.2

GND

XIN

XOUT

TEST

RST

P1.7

P1.6

P2.5

P2.4

P2.3

Comme nous pouvons le voir dans le précédent schéma :

* Notre communication UART est effectuée sur les ports 1.1 et 1.2
* Notre communication SPI est effectué en maître avec :
  + émission au port 1.7
  + Réception au port 1.6
  + Horloge au port 1.4
* Notre moteur A est piloté sur les pins 2.1 pour le sens de rotation et 2.2 pour l’activation
* Notre odomètre A envoie les informations sur le port 2.0
* Notre moteur B est piloté sur les pins 2.5 pour le sens de rotation et 2.4 pour l’activation
* Notre odomètre B envoie les informations sur le port 2.3
* Notre capteur infrarouge transmet son signal sur le port 1.0

### MSP430G2231

Stepmotor

Serial Clock Out (UCA0CLK)

Data IN (UCA0SIMO)

Data OUT (UCA0SOMI)

VCC

P1.0

P1.1

P1.2

P1.3

P1.4

P1.5

GND

XIN

XOUT

TEST

RST

P1.7

P1.6

Comme nous pouvons le voir dans le précédent schéma :

* Notre communication SPI est effectué en maître avec :
  + émission au port 1.6
  + Réception au port 1.7
  + Horloge au port 1.4
* Notre moteur pas à pas est piloté sur le port 1.2

## Modules

Les différents codes du projet seront séparés en différents modules dont la liste utilisée par le microcontrôleur MSP430G2553 est donnée ci-dessous :

* Un module **movement.c** accompagné du header **movement.h** comportant les fonctions :
  + Déplacement **move()**
  + Arrêt **stop()**
* Un module **UART.c** accompagné du header **UART.h** comportant les fonctions :
  + Initialisation du dispositif **UART\_init()**
  + Transmission de données **UART\_Tx()**
  + Réception de données **UART\_Rx()**
* Un module **SPIM.c** accompagné du header **SPIM.h** comportant les fonctions :
  + Initialisation du dispositif **SPIM\_init()**
  + Transmission de données **SPIM\_Tx()**
* Un module **measure.c** accompagné du header **measure.h** comportant la fonction :
  + Initialisation de l’outil mesure **measure\_init()**
  + Mesure de distance **measure()**
  + Conversion de la mesure en centimètre **convert\_measure()**
* Un module **accelerometer.c** accompagné du header **accelerometer.h** comportant les fonctions :
  + Initialisation de l’accéléromètre **acc\_init()**
  + Saisie de la position initiale du robot **pos\_init()**
  + Saisie de la position actuelle du robot **pos\_current()**

Et ci-dessous les codes utilisés par le microcontrôleur MSP430G2231 :

* Un module **servomotor.c** accompagné du header **servomotor.h** comportant la fonction :
  + Initialisation du servomoteur **servomotor\_init()**
  + Initialisation de la PWM du moteur **servomotor\_PWM\_init()**
  + Arrêt du servomoteur **servomotor\_stop()**
  + Rotation du servomoteur **servomotor\_set\_deg()**
* Un module **SPIS.c** accompagné du header **SPIS.h** comportant les fonctions :
  + Initialisation du dispositif **SPIS\_init()**
  + Réception de données **SPIS\_Rx()**

## Fonctions

Voici tout d’abord les modules utilisées par le microcontrôleur MSP430G2553 :

Dans un premier temps, le robot devra effectuer des actions de déplacement élémentaires, clarifiées ci-dessous :

movement.c

* *VOID* = **move(***DIRECTION***,** *SPEED\_L, SPEED\_R***)**: cette fonction permet au robot de se déplacer en prenant en entrée les variables *DIRECTION*, *SPEED\_L* et *SPEED\_R* et en ne renvoyant aucune valeur. Cette fonction est active sans délais.

La variable *DIRECTION* est un entier et spécifie la direction que le robot doit prendre. Elle pourra prendre quatre valeurs différentes :

* + 1 correspond à la valeur *FORWARD*: Les moteurs A et B sont activés et tourne dans la direction avant.
  + 2 correspond à la valeur *BACKWARD*: Les moteurs A et B sont activés et tourne dans la direction arrière.
  + 3 correspond à la valeur *LEFT*: Les moteurs A et B sont activés et tourne dans la direction gauche.
  + 4 correspond à la valeur *RIGHT*: Les moteurs A et B sont activés et tourne dans la direction droite.

Les variables *SPEED\_L* et *SPEED\_R* permettent respectivement de spécifier la vitesse de rotation des moteurs gauche et droit en pourcentage. Les valeurs saisies devront donc être des entiers positifs compris entre 0 et 100.

Dans le cas où les variables *DIRECTION* et *SPEED* sont hors de leurs champs de sélection, la valeur de *SPEED* sera considérée comme étant 0 et *DIRECTION* prendra la valeur 1 : *FORWARD*.

* *VOID* = **stop(***VOID***)**: cette fonction provoque l’arrêt du robot instantanément, ne prend pas de valeur en entrée et ne renvoie aucune valeur.

Ensuite, le robot devra être capable de recevoir et d’envoyer des informations à un appareil connecté via le dispositif bluetooh :

UART.c

* *VOID* = **UART\_init(***VOID***)**: cette fonction sert à initialiser les conditions d’utilisation de l’UART spécifique au MSP430G2553.
* *VOID* = **UART\_Tx (***RECEIVE***)** : cette fonction permet de transmettre une donnée à un appareil connecté via le dispositif bluetooth.

La variable *RECEIVE* est un caractère non signé qui est transmis via le dispositif Bluetooth (i.e à l’appareil connecté au robot).

* *RECEIPT* = **UART\_Rx(***VOID***)** : cette fonction permet de recevoir une donnée d’un appareil connecté via dispositif bluetooth.

La variable *RECEIPT* est un caractère non signé provenant du dispositif bluetooth (i.e à l’appareil connecté au robot).

* *VOID =* **envoi\_msg\_UART(***\*msg***)** : Cette fonction permet d’envoi un texte à la console utilisateur permettant d’informer de la situation du robot.

La variable *\*msg* est un tableau de caractère non signé de taille non contraint qui est transmis via le dispositif Bluetooth (i.e à l’appareil connecté au robot).

De plus, le microcontrôleur MSP430G2553 devra pouvoir transmettre et recevoir des données au microcontrôleur MSP430G2231 :

SPIM.c

* *VOID* = **SPIM\_init(***VOID***)** : cette fonction sert à initialiser les conditions d’utilisation de la communication via SPI. Elle ne prend et ne renvoie aucune valeur en entrée et en sortie.
* *VOID* = **SPIM\_Tx(***RECEIVE***)**: cette fonction permet de transmettre une donnée via la communication SPI au second microcontrôleur.

La variable *RECEIVE* est un caractère non signé qui est transmis via la communication SPI.

Ensuite, le robot devra pouvoir mesurer la distance entre lui-même et un obstacle grâce à un capteur infrarouge :

measure.c

* *VOID* = **measure\_init (***VOID***)** :cette fonction permet d’initialiser la mesure du capteur infrarouge. Elle ne prend et ne renvoie aucune valeur en entrée et en sortie.
* *MES* = **measure(***VOID***)** : cette fonction permet de calculer la distance entre le robot et un objet en renvoyant un entier qui est la variable *MES* et ne prend pas de valeur en entrée.

La variable *MES* correspond à la distance entre un objet et le robot. Cette valeur sera comprise entre 0 et 1023.

* *MES\_CM* = **convert\_measure(***MES***)**: cette fonction permet de convertir la valeur obtenue ave la fonction **measure()** en centimètre. Elle prend en entrée un entier *MES* et renvoie en sortir un entier *MES\_CM*.

La variable *MES* correspond à la distance entre un objet et le robot. Cette valeur sera comprise entre 0 et 1023.

La variable *MES\_CM* correspond à la distance entre un objet et le robot. Cette valeur sera comprise entre 40 et 300 centimètres.

A présent, voici les modules utilisées par le microcontrôleur MSP430G2231 :

Dans un premier temps, le servomoteur devra pouvoir effectuer un balayage devant le robot :

servomotor.c

* *VOID* = **servomotor\_init(***VOID***)** :cette fonction permet d’initialiser le servomoteur. Elle ne prend et ne renvoie aucune valeur en entrée et en sortie.
* *VOID* = **servomotor\_PWM\_init(***VOID***)** : cette fonction permet d’initialisée la PWM du servomoteur. Elle ne prend aucune valeur en entrée et ne renvoie en sortie aucune valeur. Lors de l’initialisation, cette fonction permet d’initialisé les TACCR0 (TACCR0 et TACCR1).
* *VOID* = **servomotor\_stop(***VOID***)** : cette fonction permet de stopper le servomoteur instantanément. Elle ne prend aucune valeur en entrée et ne renvoie aucune valeur en sortie.
* *TACCR* = **servomotor\_set\_deg(***DEG***)** : cette fonction permet au servomoteur de faire une rotation. Elle prend en entrée la variable *DEG* et renvoie la valeur *TACCR*.

La variable *DEG* prend une valeur en degré qui est un entier compris entre 0 et 180.

La variable *TACCR* est un entier compris entre 500 et 2500 dans notre cas. Elle correspond à la valeur de TACCR1 pour la PWM du servomoteur et est calculée à partir de la valeur de *DEG*.

Ensuite, le microcontrôleur MSP430G2231 devra pouvoir transmettre et recevoir des données au microcontrôleur MSP430G2553 :

sPIS.c

* *VOID* = **SPIS\_init(***VOID***)** : cette fonction sert à initialiser les conditions d’utilisation de la communication via SPI. Elle ne prend et ne renvoie aucune valeur en entrée et en sortie.
* *RECEIPT* = **SPIS\_Rx(***VOID***)**: cette fonction permet de recevoir une donnée via la communication SPI du second microcontrôleur.

La variable *RECEIPT* est un caractère non signé provenant de la communication SPI.

# Tests unitaires (boîtes noires)

## Test du module « movement.c »

Fonction : move()

**Situation : Testée.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. move(*FORWARD*, 20, 80) : Les moteurs vont en marche avant, vitesse 20 / 80.
2. move(*BACKWARD*, 80, 80)  : Les moteurs vont en marche arrière, vitesse 80 / 80.
3. move(*LEFT*, 40, 40)   : Les moteurs permettent une rotation à gauche, vitesse 40 / 40.
4. move(*RIGHT*, 20, 20)   : Les moteurs permettent une rotation à droite, vitesse 20 / 20.
5. move(10,120,-4) : Les moteurs vont en marche avant, vitesse 0/0

Résultats obtenus

1. move(*FORWARD*, 20, 80) : **Validé.**
2. move(*BACKWARD*, 80, 80)  : **Validé.**
3. move(*LEFT*, 40, 40)   : **Validé.**
4. move(*RIGHT*, 20, 20)   : **Validé.**
5. move(10,120,-4) : **NON TESTE**

Fonction : stop()

**Situation : Testée.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. stop() : Les moteurs s’arrêtent. Les LED indiquant le sens de rotation ne change pas.

Résultats obtenus

1. stop() : **validé.**

**Conclusion :**

Les fonctions sont opérationnelles et prêtes à être utilisées pour diriger le robot.

## Test du module « measure.c »

Fonction : measure\_init()

**Situation : Testée.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. measure\_init() : Les registres sont bien initialisés ainsi que l’ADC.

Résultats obtenus

1. measure\_init() : **Validé.**

Fonction : measure()

**Situation : Testée.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer (supposition d’une linéarité du capteur) :

1. Distance <10 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut 1023.
2. Distance 40 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut 1023.
3. Distance 100 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 786.
4. Distance 150 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 590.
5. Distance 200 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 393.
6. Distance 250 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 197.
7. Distance 300 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 0.
8. Distance >300 mm : La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut 0.

Résultats obtenus

1. Distance <10 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut 660.
2. Distance 40 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut 660.
3. Distance 100 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 320.
4. Distance 150 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 251.
5. Distance 200 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 243.
6. Distance 250 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 125.
7. Distance 300 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut environ 155.
8. Distance >300 mm : **NON VALIDE :** La valeur obtenue en sortie de la fonction vaut 108 (60 cm).

Fonction : convert\_measure()

**Situation : A étalonner. Cette fonction ne peut être testée sans que la régression polynomiale ait été établie.**

Résultats attendus

…

Résultats obtenus

…

**Conclusion :**

Il est nécessaire de trouver une régression approchant le comportement du capteur. Nous avons trouvé que cette régression est sous la forme : avec et .

Cependant, la fonction **pow()** n’est pas compatible avec notre dispositif MSP430. Il est nécessaire de trouver une solution alternative. Une adaptation pour une régression polynomiale est en étude et sera automatisé grâce à un programme python qui nous permettra d’avoir, à partir de données précises, une courbe se rapprochant au mieux du fonctionnement du capteur. Un degré élevé de l’équation nous permettra d’avoir une faible marge d’erreur à condition d’avoir un maximum de données. C’est pourquoi un choix sera de rigueur de ce côté.

## Test du module « UART.c »

Fonction : UART\_init()

**Situation : Testée.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. UART\_init() : Les ports du l’UART sont tous initialisés et opérationnels pour effectuer une transmission de données.

Résultats obtenus

1. UART\_init() : **Validé.**

Fonction : UART\_Tx()

**Situation : Testée.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. UART\_Tx() : L’information voulant être transmise se retrouve bien sur le buffer d’émission.

Résultats obtenus

1. UART\_Tx() : **Validé.**

Fonction : UART\_Rx()

**Situation :**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. UART\_Rx() : L’information que le µC doit recevoir se retrouve bien sur le buffer de réception.

Résultats obtenus

1. UART\_Rx() :

Fonction : envoi\_msg\_UART()

**Situation :**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. envoi\_msg\_UART(‘Hello!’) : Le message « Hello ! » doit être transmit et affiché sur la console.

Résultats obtenus

1. envoi\_msg\_UART((‘Hello!’) : Validé.

**Conclusion :**

La communication entre un appareil externe et le dispositif Bluetooth est fonctionnelle.

## Test du module « SPIM.c »

Fonction : SPIM\_init()

**Situation : NON TESTE.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. SPIM\_init() : Les ports du SPI sont tous initialisés et opérationnels pour effectuer une transmission de données.

Résultats obtenus

1. SPIM\_init() : **Validé.**

Fonction : SPIM\_Tx()

**Situation : NON TESTE.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. SPIM\_Tx() : L’information voulant être transmise se retrouve bien sur le buffer d’émission.

Résultats obtenus

1. SPIM\_Tx() : **Validé.**

**Conclusion :**

L’émission d’instruction du master est établie et fonctionnelle.

## Test du module « SPIS.c »

Fonction : SPIS\_init()

**Situation : NON TESTE.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. SPIS\_init() : Les ports du SPI sont tous initialisés et opérationnels pour effectuer une transmission de données.

Résultats obtenus

1. SPIS\_init() : **Validé.**

Fonction : SPIS\_Rx()

**Situation : NON TESTE.**

Résultats attendus

Liste des tests à effectuer :

1. SPIS\_Rx() : L’information transmise par le maître se retrouve bien sur le buffer USISRL.

Résultats obtenus

1. SPIS\_Rx() : **Validé.**

**Conclusion :**

La communication entre le master et le slave est établie et fonctionnelle.