

ISEN32

32bit ARM Microcontrollers Development Board

Guide Rapide d'Utilisation

Julio AGUILAR
Elodie PAULY

ISEN | école
d'ingénieurs
ALL IS DIGITAL! **TOULON** // / / /

ISEN TOULON. TOULON FRANCE
PAGE OFICIELLE : WWW.ISEN.FR/TOULON/

First Edition, March 2015

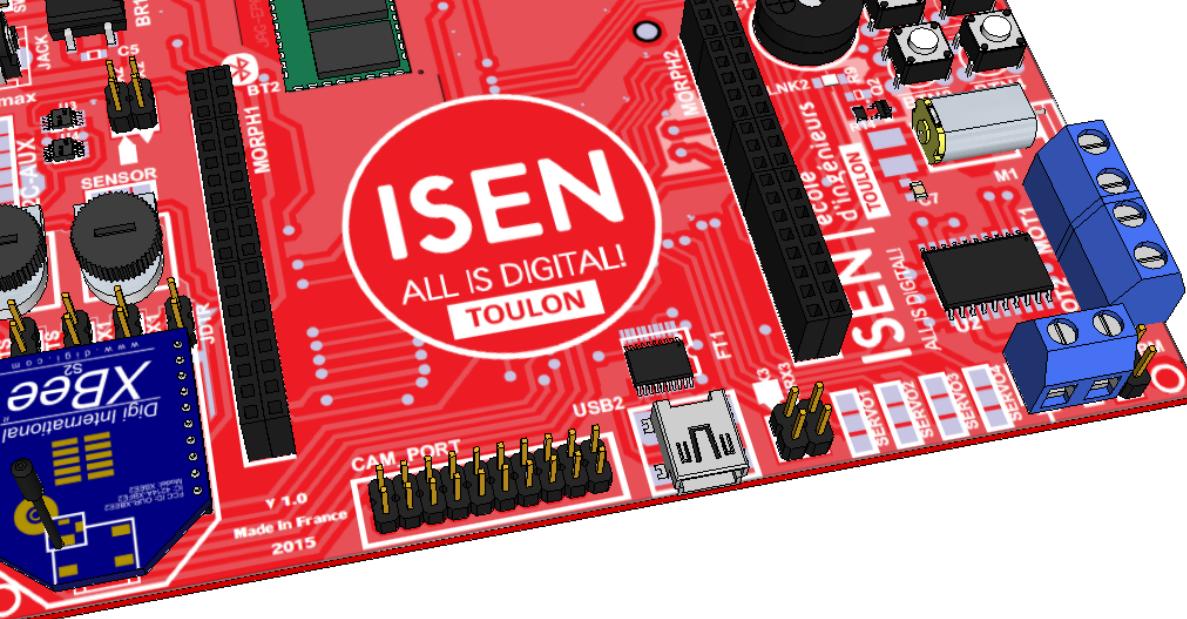


Table des matières

1	Présentation de la Carte	5
1.1	Contenu du Kit de Développement	6
1.2	Support Logiciel Minimale Requis	6
1.3	Description de la Carte ISEN32	6
2	Description des Modules de la Carte ISEN32	9
2.1	Alimentation de la Carte	9
2.1.1	Entrée d'alimentation via la carte NUCLEO	9
2.1.2	Entrées d'alimentation externe	9
2.2	Entrées et Sorties Numériques	10
2.2.1	LEDs	10
2.2.2	Boutons Poussoirs	10
2.2.3	Buzzer	10
2.2.4	Moteur Miniature	10
2.3	Entrées Analogiques	11
2.3.1	Potentiomètres	11
2.3.2	Entrée de Capteur de 3 broches	11
2.4	Afficheurs 7 segments	11
2.5	Dispositifs I^2C	12
2.5.1	EEPROMs	12
2.5.2	CONNECTEUR I2C (I2C_AUX)	13
2.6	Dispositifs UART	13
2.6.1	Module USB-TTL UART	13
2.6.2	Module Bluetooth	13
2.6.3	Module XBEE	14

2.7	Modules de Pilotage de Moteurs	14
2.7.1	Pilotage de Servomoteurs	14
2.7.2	Pilotage de Moteurs DC	15
2.8	Port de Communication pour Camera embarquée	16
3	Diagrammes et Schématiques de la Carte	17
3.1	Board Layout	17
3.2	Physical Depiction of the Board	18
3.3	Board Schematics	19



1. Presentation de la Carte

Introduction

La carte ISEN32 de développement pour les microcontrôleurs ARM de 32 bits Test une carte dédiée à l'apprentissage et à la réalisation d'applications orientés sur l'utilisation de la famille de modules embarqués STM32 Nucleo de ST Microelectronics.

Elle fournit un ensemble de modules prêts à être utilisés. Lors des développements d'apprentissage du cours de systèmes embarqués ou la réalisation de projets, elle permet de pouvoir réaliser rapidement le développement de code sans la contrainte de réaliser un montage électronique d'un bloc de base.

Cette carte est destinée à être un outil pédagogique mais aussi un outil de prototypage et de démonstration pour l'ensemble de la scolarité des étudiants.

Grâce à la compatibilité des cartes Nucleo avec la connectique des *shields Arduino*, la migration de projets et matériel à partir de cette plateforme de 8 bits est directe, ainsi que la possibilité d'avoir accès à des modules plus avancés autour de ceux de base inclus dans la carte ISEN32.

1.1 Contenu du Kit de Développement

Chaque Kit consiste des éléments suivants :

- Une carte STM32 NUCLEO (par défaut une carte L152).
- Une carte de développement ISEN32 (ISEN 32-bit ARM microcontrollers training board)
- Une malette en plastique gravée pour conserver les deux cartes.
- Un câble mini USB et une notice d'utilisation.

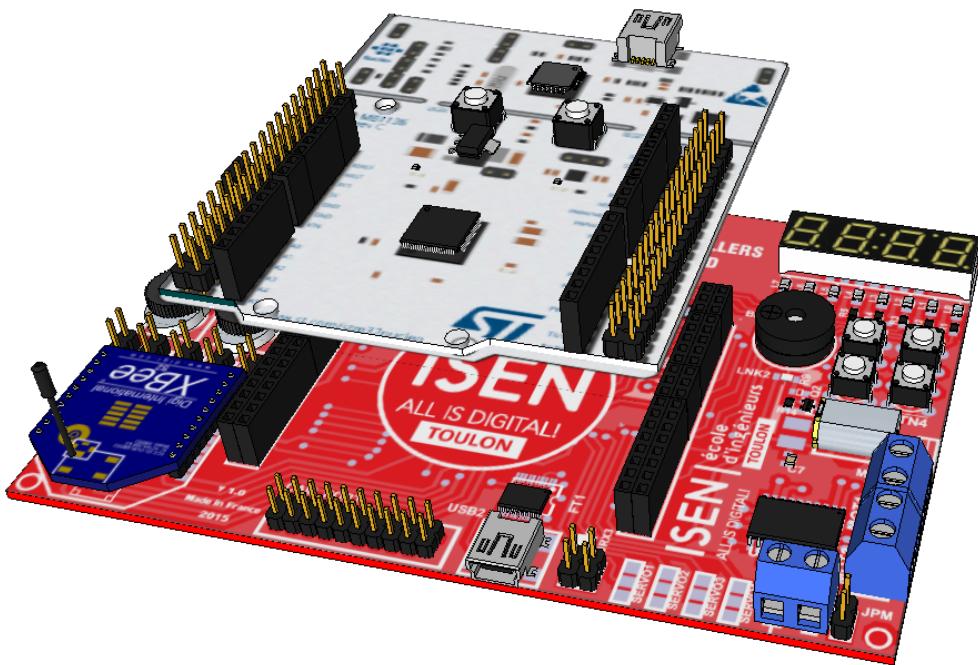


FIGURE 1.1 – Carte Nucleo et Carte ISEN32

1.2 Support Logiciel Minimale Requis

Chaque Kit consiste des éléments suivants :

- Windows 7.
- IAR Embedded WorkBench for ARM ou KEIL μ Vision IDE.
- ST Link driver.
- Un câble mini USB et une notice d'utilisation.

1.3 Description de la Carte ISEN32

La carte ISEN32 ne dispose pas de processeur embarqué. C'est la carte Nucleo qui contient le système minimal de développement-débogage embarqué.

La liaison entre les deux cartes s'effectue par les connecteurs MORPHO (MORPH1-2), qui permet de relier le microcontrôleur de 32 bits présent sur la carte NUCLEO¹ aux différents périphériques présents sur la carte ISEN32 . C'est aussi à travers ces deux connecteurs que la carte est alimentée.

1. toutes les cartes NUCLEO sont compatibles avec les broches du connecteur MORPHO

1.3 Description de la Carte ISEN32

Afin de pouvoir programmer et utiliser les interfaces présentes sur la carte ISEN32, il faudra installer un environnement de développement (IDE)² compatible avec les microcontrôleurs ARM et le driver du module de programmation *ST Link* pour la communication entre la cible et l'IDE.

Liste des Modules sur la Carte ISEN32

La carte ISEN dispose :

Pour de la mise en pratique de périphériques internes (training version) :

- 8 LEDs
- 4 boutons poussoirs
- un afficheur
- 2 potentiomètres
- 1 moteur/vibrateur
- 1 buzzer

Pour la réalisation d'application type projets et le test de codes avancés :

- 1 module XBEE
- 1 module Bluetooth V2
- 2 EEPROM (I2C)
- 1 convertisseur série-USB
- Divers connecteurs pour :contrôle de moteurs ou de l'acquisition de capteurs (analogiques, I2C, video, etc)

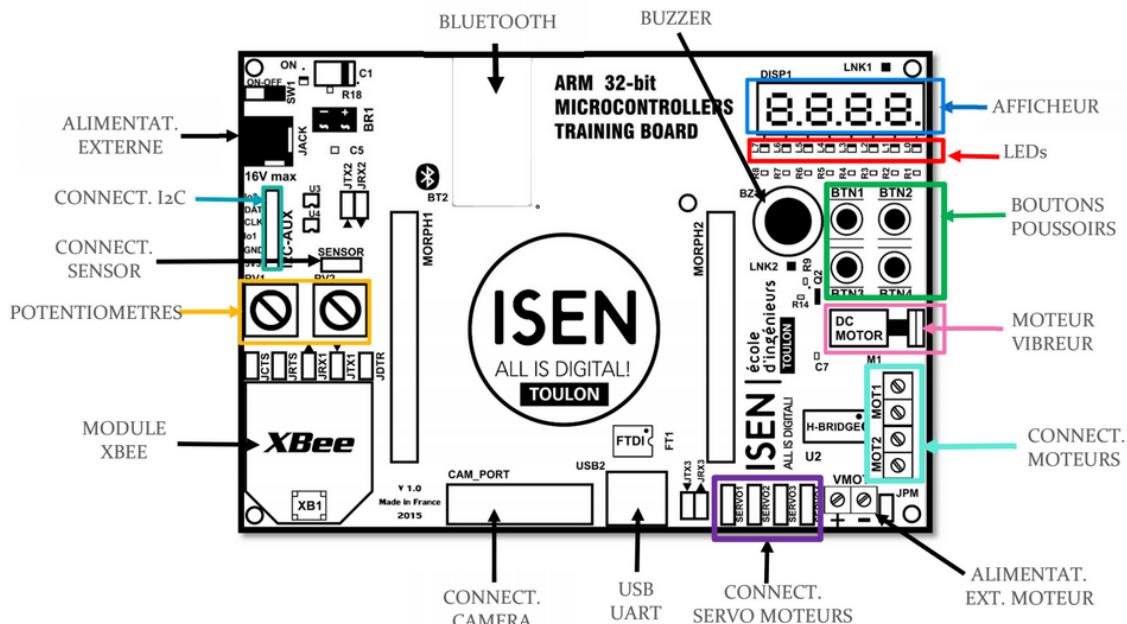
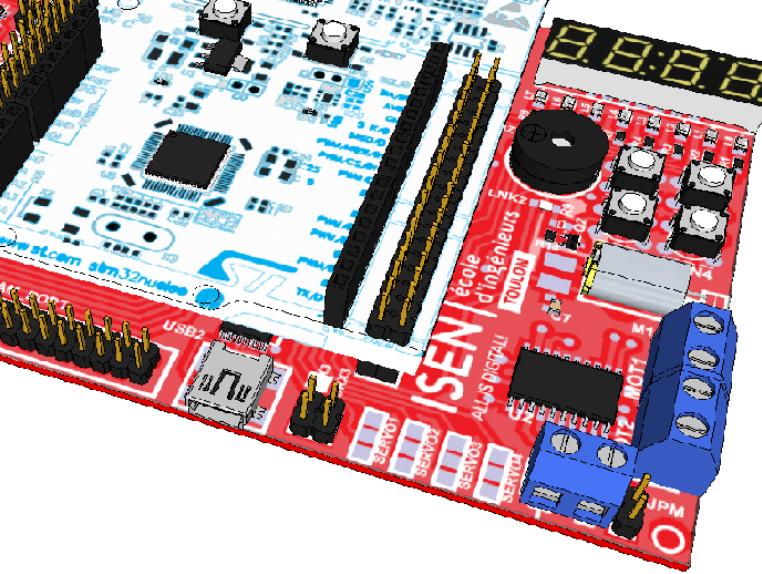


FIGURE 1.2 – Distribution de modules sur la carte ISEN32

2. Integrated Development Environment



2. Description des Modules de la Carte ISEN32

2.1 Alimentation de la Carte

La carte ISEN peut être alimentée par divers moyens selon son utilisation :

2.1.1 Entrée d'alimentation via la carte NUCLEO

Lorsqu'on l'utilise à des fins de travaux pratiques, l'alimentation par le biais de la carte NUCLEO s'impose dans la mesure où la carte NUCLEO est alimentée par la partie ST Link de programmation utilisée pour travailler sur le microcontrôleur, via le port mini USB de la carte NUCLEO (fig. 2.1a).

2.1.2 Entrées d'alimentation externe

Si nous voulions plus de la partie USB-ST Link pour la débogage-programmation de la carte NUCLEO, il serait quand même possible d'alimenter en utilisant deux types de connecteur :

- **Entrée d'adaptateur 5V** : Nous pouvons brancher un adaptateur DC de 5V stabilisé sur le connecteur **USB3**¹. (figure 2.1b).
- **Entrée d'adaptateur externe** : Il est possible d'alimenter la carte ISEN par un adaptateur AC-DC ou DC-AC externe (figure 2.1c) (max : 16 V 2A) via le connecteur **JACK**. Cette alimentation externe est commandée par l'interrupteur à glissière **SW1**.

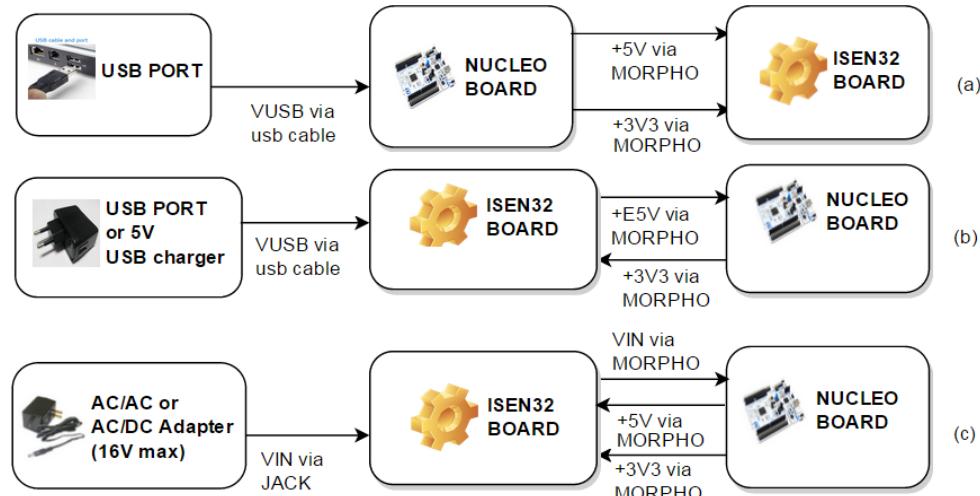


FIGURE 2.1 – Distribution de modules sur la carte ISEN32

1. par exemple un chargeur de smartphone

Modules à Utiliser dans les Cours d'Initiation

2.2 Entrées et Sorties Numériques

2.2.1 LEDs

Les 8 LEDs placées sur la carte (L7 :L0) permettent d'apprendre à utiliser les GPIO² (configuration des ports, masquage de bits, timers, etc).

Pin STM32L152RE	PB1	PB2	PB10	PB11	PB12	PB13	PB14	PB15
LED ID.	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7

TABLE 2.1 – Distribution de broches affectées aux LEDs

Note 1 Afin de déconnecter le groupe de LEDs, vous disposez d'une résistance jumper, **LNK1**. (Voir schéma dans l'annexe) Cette résistance est par défaut soudée sur la carte.

2.2.2 Boutons Poussoirs

Pour l'utilisation des entrées numériques et les interruptions externes, vous disposez de quatre boutons poussoirs, BP3 :BP0.

Pin STM32L152RE	PA11	PA12	PC6	PC5
Btn ID.	BTN1	BTN2	BTN3	BTN4

TABLE 2.2 – Distribution de broches affectées aux boutons poussoirs

Note 2 A l'état inactif, les signaux provenant des boutons poussoirs sont à l'état haut, lors de l'appui ils passent à l'état bas (configuration pull-up).

2.2.3 Buzzer

Il est un élément piezo-électrique qui peut être commandé par un signal d'horloge ou par **PWM**³.

Note 3 Afin de déconnecter le buzzer, vous disposez d'une résistance jumper, **LNK11**. (Voir schéma dans l'annexe) Cette résistance est par défaut soudée sur la carte.

2.2.4 Moteur Miniature

Nous pouvons piloter la marche-arrêt du moteur, ainsi que la vitesse (par PWM).

Function	Buzzer	Moteur Mini
part ID.	BZ1	M1
Pin STM32L152RE	PC7/TIM3_CH2	PB4/TIM3_CH1

TABLE 2.3 – Distribution de broches affectées au buzzer et moteur miniature

Note 4 Afin de déconnecter le moteur, vous disposez d'une résistance jumper, **LNK2**. (Voir schéma dans l'annexe) Cette résistance est par défaut soudée sur la carte.

2. General Purpose Input-Outputs

3. Pulse Width Modulation = un signal à fréquence fixe mais dont le rapport cyclique varie

2.3 Entrées Analogiques

2.3.1 Potentiomètres

L'utilisateur a accès à deux potentiomètres sur la carte ISEN32, afin de réaliser les mesures de tension à l'aide de l'ADC⁴.

2.3.2 Entrée de Capteur de 3 broches

Ce connecteur permettra à l'utilisateur de brancher directement un capteur analogique de broches, polarisé à 3V⁵.

Pin STM32L152RE	PA0/ ADC_AN0	PA1/ADC_AN1	PA4/ADC_IN4/COMP1_INP
part ID.	RV1	RV2	sensor

TABLE 2.4 – Distribution de broches affectées aux entrées analogiques

Pin du Connecteur	Pin 1	Pin 2	Pin 3
fonction.	V_{DD}	Input	GND
Pin STM32L152RE	+3.3V	PA4/ADC_IN4/COMP1_INP	GND

TABLE 2.5 – Distribution de broches affectées aux entrées analogiques

Note 5 Afin de stabiliser-filtrer le signal du capteur branché sur le terminal de 3 broches, vous avez un condensateur sur la carte branché en parallèle avec le signal (C4) que vous pouvez modifier si besoin (valeur par défaut de 100nF).

2.4 Afficheurs 7 segments

Pour afficher une valeur sur les afficheurs 7 segments, le microcontrôleur dialogue via une communication SPI avec un contrôleur d'interface, le circuit intégré MAX7219⁶ qui se charge ensuite d'activer le bon afficheur et de commander les différents segments en fonction de la valeur envoyée.

Une communication SPI est de type série, synchrone, entre un maître (ici le STM32L152RE) et un esclave (le MAX7219).

Pin STM32L152RE	PA7/ SPI1_MOSI	PA8/ SPI1_CS	PA5/ SPI1_SCK
part ID.	DIN_SPI	LOAD_SPI	CLK_SPI

TABLE 2.6 – Distribution de broches affectées aux entrées analogiques

4. ADC= Analog-to-Digital Converter : Convertisseur Analogique-Numérique (CAN)

5. i.e. les capteurs de température LM35, MCP9700 et TMP86.

6. le MAX7219 est alimenté à 5V et utilise une convertisseur de niveaux de tensions pour se communiquer avec le STM32L152RE

Modules à Utiliser dans les Cours d'application et projets

2.5 Dispositifs I²C

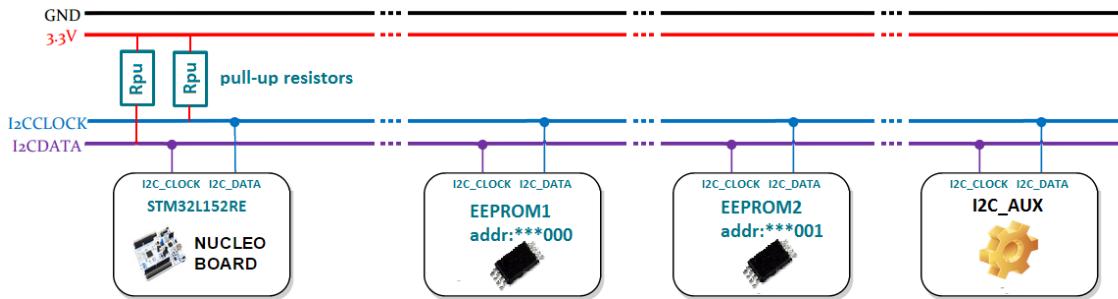


FIGURE 2.2 – Representation du bus de communication I²C autour de la carte NUCLEO

Fonction	PIN STM32L152RE
I ² C_CLOCK	PB6/I ² C1_SCL
I ² C_DAT	PB7/I ² C1_SDA

TABLE 2.7 – Configuration de broches dédiées au bus I²C sur la carte ISEN32

2.5.1 EEPROMs

La carte dispose de 2 EEPROMs I²C de 16K x 8bits chacune, soit 256 Kbits au total. Elles dialoguent avec le microcontrôleur de la carte NUCLEO via une communication I²C. Chacune dispose d'une adresse propre permettant de sélectionner l'EEPROM avec laquelle on veut dialoguer :

part ID.	Description	ADDRESS
U4	EEPROM1	0b1010000
U5	EEPROM2	0b1010001

TABLE 2.8 – adresses affectées aux EEPROMs sur la carte ISEN32

2.6 Dispositifs UART

2.5.2 CONNECTEUR I2C (I2C_AUX)

La carte ISEN32 dispose aussi d'un connecteur femelle I2C permettant de connecter et alimenter en 3,3V un autre périphérique I2C. Il dispose aussi l'accès à deux GPIOs supplémentaires.

Pin STM32L152RE	VDD	GND	PD2	PB6/I2C1_SCL	PB7/I2C1_SDA	PC12
Function.	3.3V	GND	IO1	I2C_CLOCK	I2C_DATA	IO2

TABLE 2.9 – Distribution de broches affectés à *I2C_AUX*

2.6 Dispositifs UART

2.6.1 Module USB-TTL UART

La carte ISEN32 dispose d'une interface de conversion USB vers UART⁷, avec l'émulation des lignes de communication du port série standard du PC⁸.

Cette liaison auxiliaire sera utilisée pour réaliser les fonctions suivantes :

- Transmission-réception de données entre la carte ISEN32 et un host-USB.
- Interface de Programmation pour les dispositifs Bluetooth.
- Interface de Programmation pour les dispositifs XBEE.

La sélection de ces fonctions s'effectue en faisant des liaisons entre les cavaliers distribués sur la carte. Vous pouvez utiliser un câble femelle d'un pin ou un jumper .

Note 6 Sur la carte ISEN32 les broches TX et RX du FT231XS sont reliées à PA2 et PA3. Cependant, la carte NUCLEO est configurée pour n'avoir pas de liaison par défaut avec ces broches (afin d'utiliser le port serie virtuel déjà implementé sur la carte NUCLEO). Veuillez regarder la documentation technique pour réaliser les modifications sur les jumpers de la NUCLEO et avoir accès à ces broches.

2.6.2 Module Bluetooth

La liaison Bluetooth V2.0 s'effectue en utilisant le module F2MGLA03. Vous pouvez programmer les identifiants du dispositif, les modes d'opération et la vitesse - puissance de communication⁹.

Pin STM32L152RE	Function	Jumper
RXMCU3	PC11/ UART3_RX	JPRX2
TXMCU3	PC10/ UART3_TX	JPTX2

TABLE 2.10 – configuration de l'UART dédiée au module Bluetooth sur la carte ISEN32

7. en utilisant le FT231XS

8. Les lignes émulées sont TX,RX,RTS,CTS,DTR

9. en utilisant l'application de programmation de FreeToMove ou par des trames spécifiques

Pour effectuer la programmation du module via l'adaptateur USB-UART vous devez tenir compte le suivant :

Pin BT2	Function	condition
/TX2	TX_BT2	relié à JRX3
/RX2	RX_BT2	relié à JTX3

TABLE 2.11 – configuration de l'UART dédiée au module Bluetooth pour la programmation

2.6.3 Module XBEE

Vous pouvez utiliser la carte ISEN32 pour faire dialoguer le microcontrôleur avec un dispositif XBEE S1 :2¹⁰ ainsi que pour le configurer .

Pin STM32L152RE	Function	Jumper
RXMCU1	PA10/ UART1_RX	JPRX1
TXMCU1	PA11/ UART1_TX	JPTX1
RSTXBEE	PC13	

TABLE 2.12 – configuration de l'UART dédiée au module XBEE sur la carte ISEN32

Pour effectuer la programmation du module via l'adaptateur USB-UART vous devez tenir compte de :

Pin XBEE	Function	condition
/TX	TX_XBEE	relié à JRX3
/RX	RX_XBEE	relié à JTX3
/RTS/AD6/DIO3	RTS_XBEE	jumper JRTS fermé
CTS/DIO7	CTS_XBEE	jumper JCTS fermé
DTR/SLEEP_RQ/DI8	DTR_XBEE	jumper JDTR fermé

TABLE 2.13 – configuration de l'UART dédiée au module XBEE pour la programmation

2.7 Modules de Pilotage de Moteurs

Afin de réaliser des expériences de robotique et/ou intégrer des éléments mécaniques associés à l'embarqué, nous pouvons relier des moteurs à la carte ISEN32 :

2.7.1 Pilotage de Servomoteurs

La carte ISEN32 possède 4 connecteurs de 3 broches SERVO1 : 4, compatibles directement avec la plupart de servomoteurs utilisés (figure 2.4). Ils sont pilotés indépendamment par le microcontrôleur en utilisant un *driver* qui permet de convertir les signaux de 3.3V vers 5V, nécessaires pour le bon fonctionnement du servomoteur.

10. en utilisant le logiciel X-CTU ou avec des commandes AT

Pin Name	Pin STM32L152RE
PWM_SERVO1	PB9/TIM4_CH4
PWM_SERVO2	PB8/TIM4_CH3
PWM_SERVO3	PC8/TIM3_CH3
PWM_SERVO4	PC9/TIM3_CH4

TABLE 2.14 – Distribution de broches de pilotage affectées aux servomoteurs

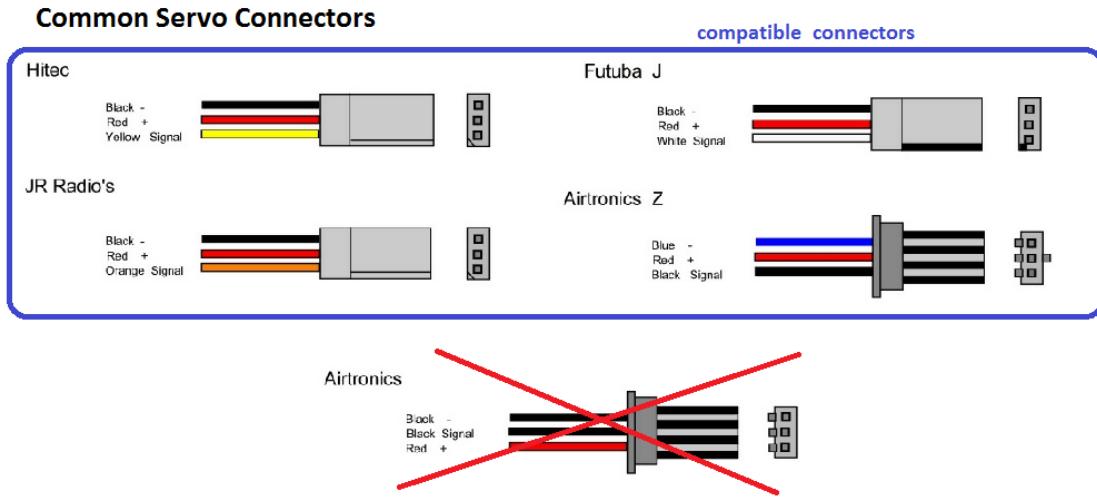


FIGURE 2.3 – Liste de servomoteurs compatibles directement avec la connectique de la carte

2.7.2 Pilotage de Moteurs DC

Vous pouvez connecter deux moteurs (MM1 et MM2), alimentés par une tension supérieure à celle de la carte ISEN32 . Vous pouvez contrôler la vitesse et le sens de rotation des deux moteurs indépendamment à travers d'un contrôleur de moteurs¹¹ implanté sur la carte ISEN32.

Pin Name	fonction	Pin STM32L152RE
EN1	PWM Drive 1	PB10/TIM2_CH3
IN1	Dir Selector 1a	PB1
IN2	Dir Selector 1b	PB2
EN1	PWM Drive 2	PB10/TIM2_CH2
IN1	Dir Selector 2a	PB14
IN2	Dir Selector 2b	PB15

TABLE 2.15 – Distribution de broches de pilotage affectées aux servomoteurs

Note 7 Pour activer cette partie-là du circuit, il faudra fermer le cavalier JPMOT. L'alimentation des moteurs se fait en utilisant le bornier VMOT.

11. circuit intégré L293DD, configuré comme pont H double

2.8 Port de Communication pour Camera embarquée

La carte ISEN32 possède un connecteur conçu pour réaliser des expériences de traitement d'images utilisant des caméras embarquées. Comme caméra de référence, nous avons choisi la OVS7670, mais il est possible d'adapter d'autres types de caméras sur la configuration disponible (CAM_PORT).

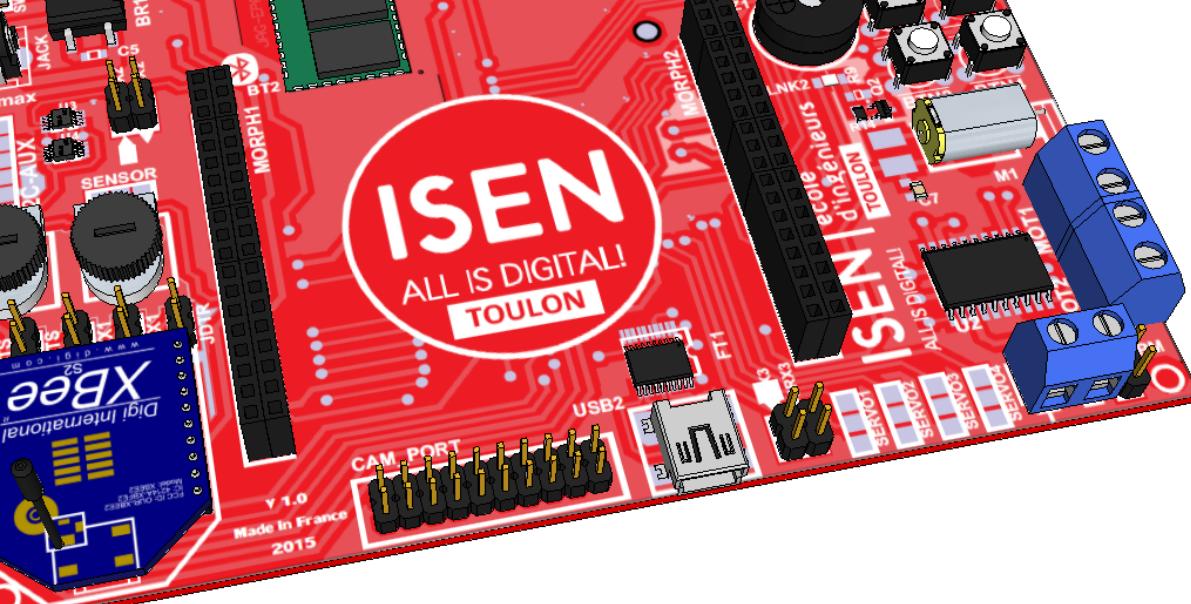


FIGURE 2.4 – Camera embarquée OVS7670

Pin Number	Pin Name	Pin STM32L152RE
1	3.3V	3.3V
2	GND	GND
3	I2C_CLOCK	PB6/I2C1_SCL
4	I2C_DATA	PB7/I2C1_SDA
5	VSYNC	PC13
6	HREF	PA13
7	WEN	PA14
8	XCK	
9	RRST	PC14
10	OE	PB10
11	RCLK	PC15
12	GND	GND

TABLE 2.16 – Distribution de broches de pilotage affectées à la caméra embarquée

Note 8 Les spécifications techniques de la camera OV7670 (et en général des caméras embarqués), vis à vis de la vitesse du microcontrôleur imposent la présence d'une RAM FIFO et d'un circuit oscillateur externe pour cadencer l'acquisition d'images rapide de la caméra dans un buffer de mémoire externe, piloté par le microcontrôleur.



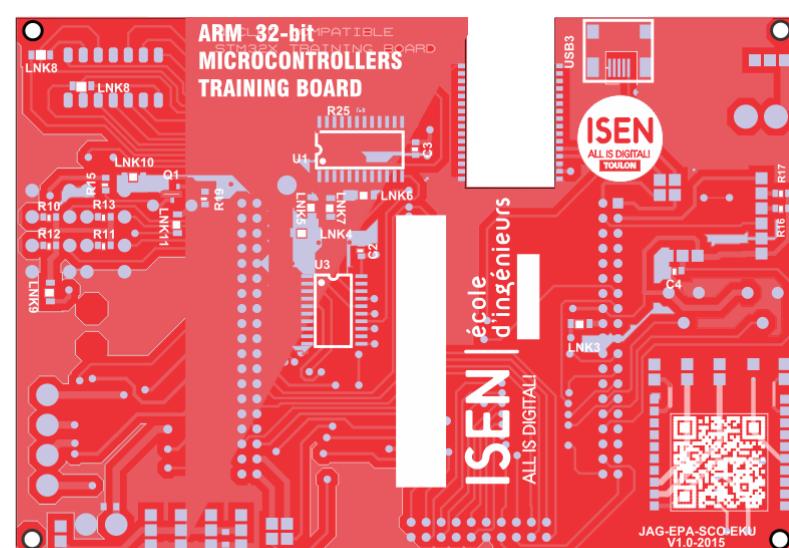
3. Diagrammes et Schématiques de la Carte

3.1 Board Layout

TOP
LAYER

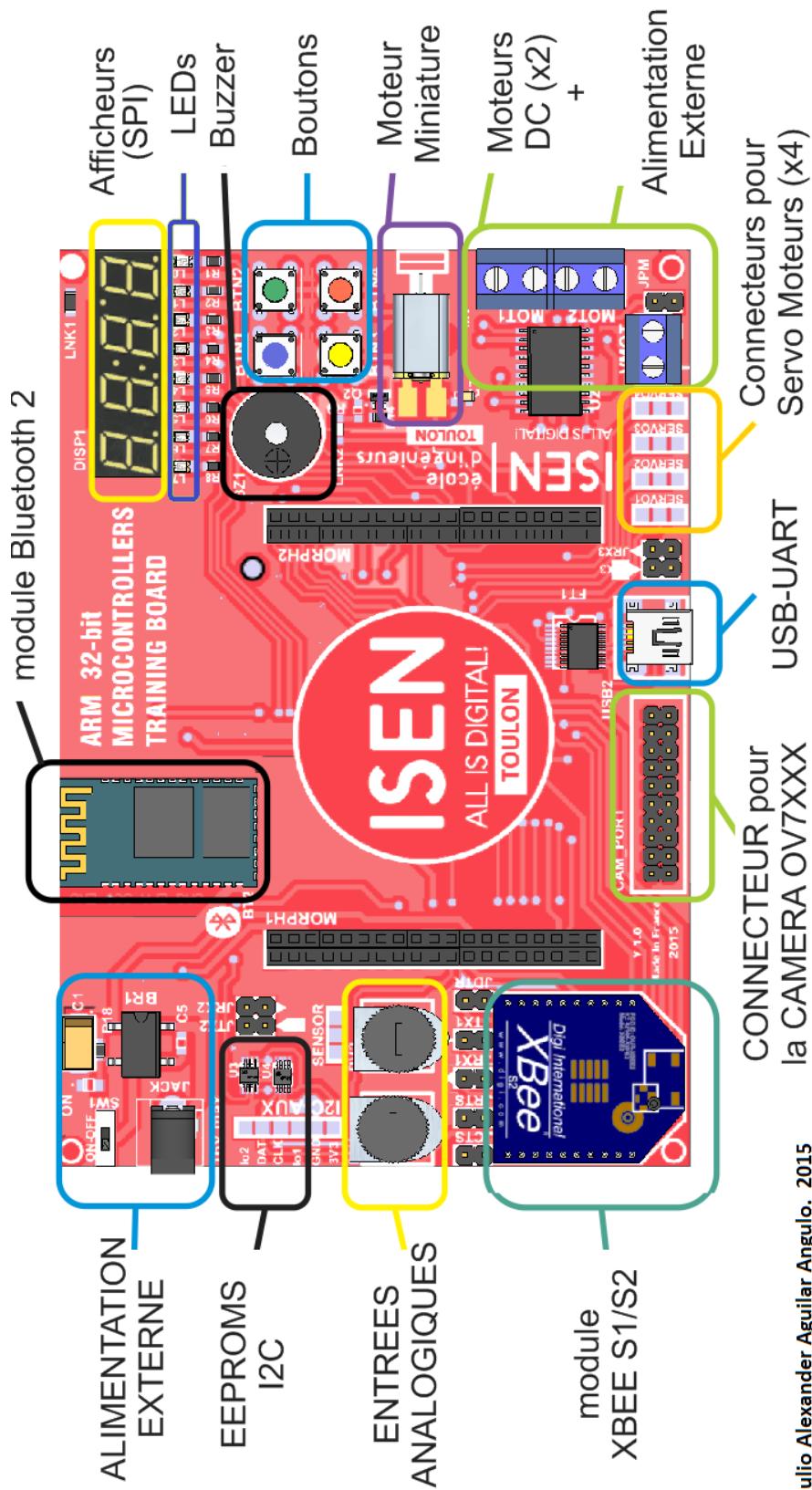


BOTTOM
LAYER



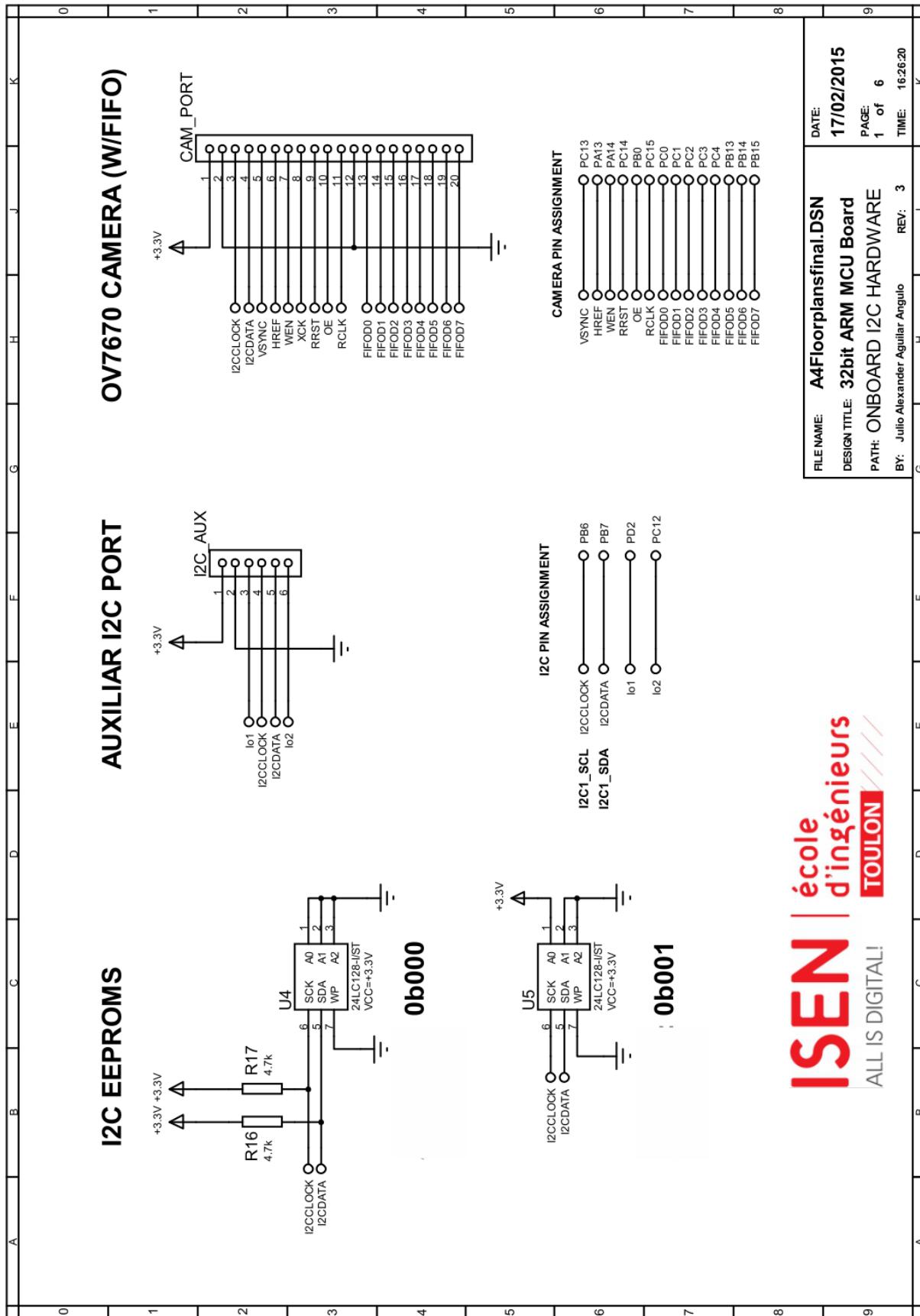
Julio Alexander Aguilar Angulo - 2015

3.2 Physical Depiction of the Board



Julio Alexander Aguilar Angulo. 2015

3.3 Board Schematics



FILE NAME:	A4Floorplansfinal.DSN	DATE:	17/02/2015
DESIGN TITLE:	32bit ARM MCU Board	PAGE:	1 of 6
PATH:	ONBOARD I2C HARDWARE	REV:	3
BY:	Julio Alexander Aguilar Angulo	TIME:	16:26:20

