

Support de cours N°2 :

La carte STM32F4-Discovery

1 Introduction

La carte STM32F4Discovery permet aux utilisateurs de développer facilement des applications avec un microcontrôleur haute performance STM32F4 muni d'un processeur ARM Cortex-M4 32 bits. Elle inclut tout ce qui est nécessaire pour les débutants ou pour les utilisateurs expérimentés pour commencer rapidement à effectuer des développements.

Peu coûteuse et facile à utiliser, la carte *STM32F4Discovery* aide à découvrir les fonctionnalités haute performance du microcontrôleur *STM32F4* et à développer facilement des applications.

Pour plus d'informations sur le STM32F4Discovery et le logiciel de démonstration, il est fortement recommandé de visiter la page qui lui est consacrée [2].

Notons aussi que pour la programmation de la carte STM32F4Discovery, on dispose d'une bibliothèque logicielle complète (STM32Cube HAL) ainsi que de nombreux exemples d'applications.

2 Caractéristiques de la carte STM32F4Discovery

La carte STM32F4Discovery offre les caractéristiques suivantes :

- Un microcontrôleur STM32F407VGT6 avec processeur ARM Cortex-M4 32 bits doté de :
 - une mémoire Flash de 1 Mo,
 - une mémoire vive de 192 Ko,
 - une FPU,
- Un ST-LINK/V2 intégré.
- Alimentation de la carte :
 - par bus USB,
 - par alimentation externe : 3 V ou 5 V.
- Un accéléromètre à 3 axes ST MEMS LIS3DSH,
- Un capteur audio (microphone) digital omnidirectionnel ST MEMS MP45DT02.
- Un DAC audio avec haut-parleur de classe D intégré.
- Huit LEDs :
 - LD1 (rouge/vert) pour la communication USB,
 - LD2 (rouge) pour la mise sous tension 3.3 V,
 - Quatre LEDs Utilisateur : LD3 (orange), LD4 (vert), LD5 (rouge) et LD6 (bleu),
 - 2 LEDs USB OTG (*USB On-The-Go*) :
 - LD7 (vert) VBUS,
 - LD8 (rouge) surintensité.
- Deux boutons-poussoirs (utilisateur et réinitialisation).
- Interface USB OTG avec connecteur micro-AB.
- En-têtes d'extension pour les E/S pour une connexion rapide à la carte.
- Logiciel gratuit, complet et comprenant une variété d'exemples, constituant le package logiciel *STM32CubeF4*. Pour plus d'informations et le téléchargement du logiciel, consulter la page [3].

Remarque 1

La carte STM32F4Discovery est désormais commercialisée sous le code STM32F407G-DISC1. Il s'agit essentiellement de la même carte à l'exception que le ST-LINK/V2 de la STM32F4Discovery est remplacé par un ST-LINK/V2-1 plus récent et rendant la carte STM32F407G-DISC1 compatible avec l'environnement *Mbed* de développement en ligne. □

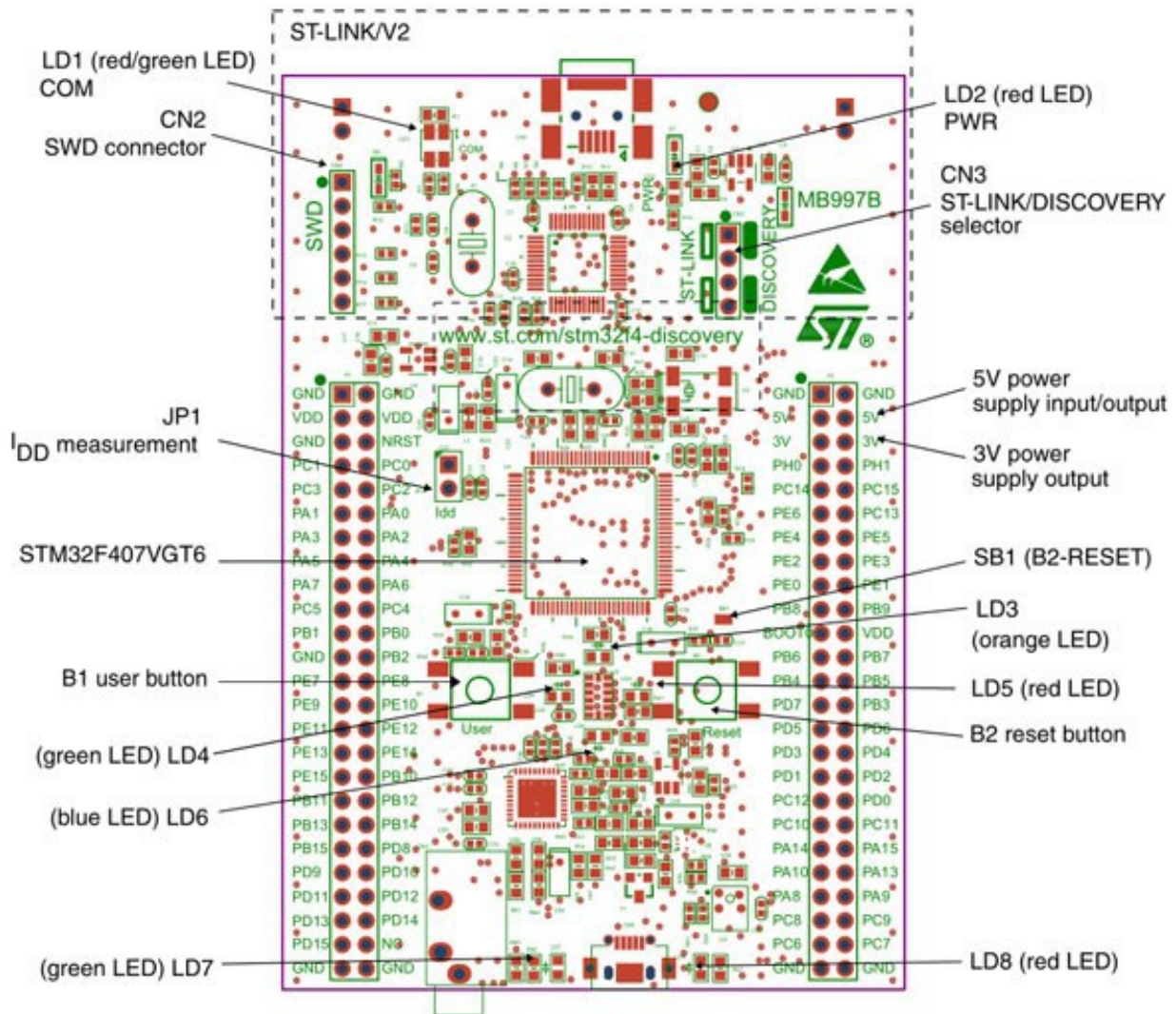


FIGURE 1 – Illustration des différents composants de la carte STM32F4Discovery.

3 Démarrage rapide

Pour un démarrage rapide, suivre la séquence ci-dessous permettant de configurer la carte STM32F4Discovery et lancer l'application de démonstration STM32F4-DISCO (flashée par le constructeur à la fabrication) :

1. Vérifier que les deux cavaliers (ou *jumpers*) JP1 (I_{DD} sur la carte) et CN3 (voir figure 1) sont montés.
2. En utilisant un câble USB de type «A à mini-B», alimenter la carte STM32F4Discovery en la connectant à un PC à l'aide du connecteur USB CN1. La LED rouge LD2 s'allume.
3. Les quatre LEDs placées entre les boutons B1 et B2 clignotent.
4. Appuyer sur le bouton utilisateur B1 pour activer le capteur de mouvement (un accéléromètre à 3 axes); bouger la carte et noter que les clignotements suivent la direction et la vitesse du mouvement.

Si on connecte un deuxième câble USB de type «A à micro-B» entre le PC et le connecteur CN5 (l'autre port USB), la carte est reconnue comme une souris standard et son mouvement contrôlera également le curseur du PC.

Remarque 2

Le code source de l'application de démonstration STM32F4-DISCO est fourni tant que projet dans le package logiciel STM32F4Cube qui sera présenté dans les prochains chapitres. □

4 Chaînes d'outils de développement supportées

Les μC STM32 supportent plusieurs environnements de développement dont les plus réponsus sont :

- IAR EWARM (IAR Embedded Workbench),
- Keil MDK-ARM,
- Les IDEs basés sur Eclipse et GCC (free AC6 : SW4STM32, Atollic TrueSTUDIO),
- L'environnement de développement en ligne Mbed.

Nous ne dirons pas plus à propos de l'environnement de développement puisque le prochain support de cours lui est complètement consacré.

5 Matériel et disposition

La carte STM32F4Discovery est conçue autour du microcontrôleur STM32F407VGT6 dans un boîtier (*package*) LQFP à 100 broches.

La figure 2 illustre les connexions entre le STM32F407VGT6 et les périphériques (ST-LINK/V2, boutons poussoirs, LEDs, Audio DAC, USB, accéléromètre ST MEMS, microphone ST MEMS et connecteurs).

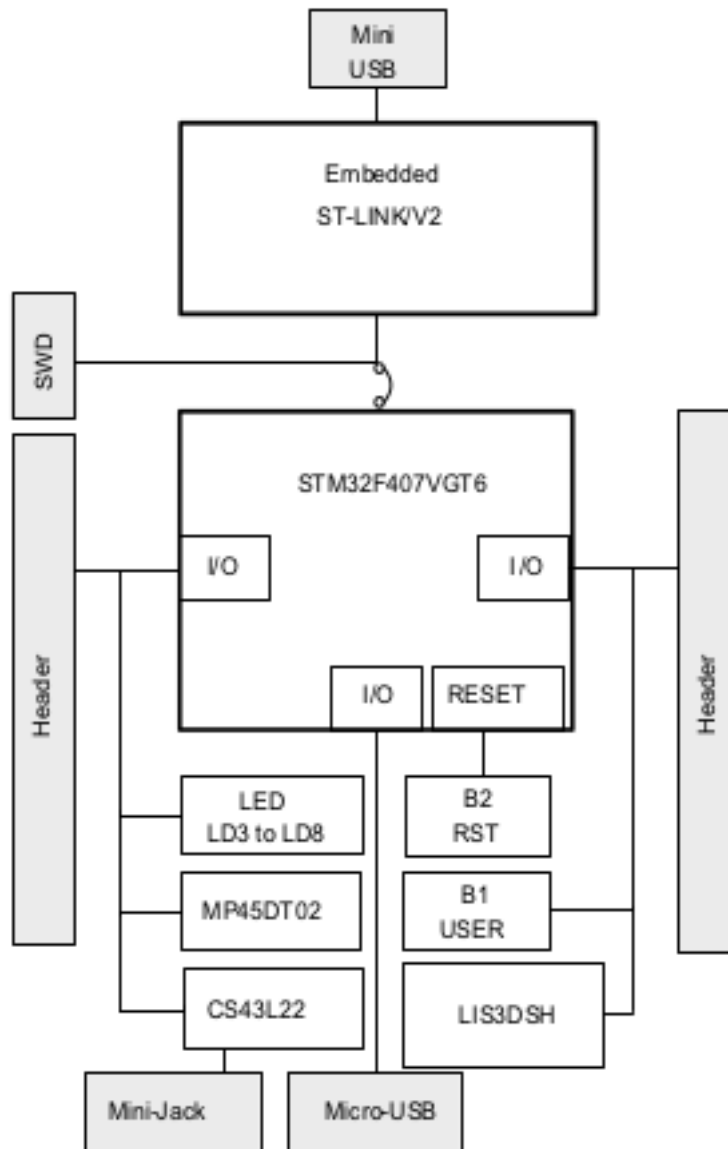


FIGURE 2 – Diagramme de bloc de la carte STM32F4Discovery.

5.1 Le ST-LINK/V2 embarqué

Le ST-LINK/V2 [4] est intégré à la carte STM32F4Discovery comme outil de programmation et de débogage. Le ST-LINK/V2 intégré ne prend en charge que les SWD (*Serial Wire Debug*) pour les périphériques STM32.

Il existe deux façons différentes d'utiliser le ST-LINK/V2 (ou V2-1) intégré en fonction des états des cavaliers du connecteur CN3 (voir table 1) :

- programmer/déboguer le STM32 qui équipe la carte STM32F4Discovery elle même,
- programmer/déboguer un STM32 sur une carte de développement externe, en utilisant un câble connecté au connecteur SWD (CN2).

État des cavaliers	Description
Les deux cavaliers CN3 sont montés	Les fonctions ST-LINK/V2 sont activées pour la programmation du STM32 à bord (par défaut)
Les deux cavaliers CN3 sont enlevés	Les fonctions ST-LINK/V2 sont activées pour une application via un connecteur CN2 externe (supporté par SWD)

TABLE 1 – États des cavaliers CN3.

Le ST-LINK/V2 intègre un mécanisme de mise à jour de son firmware via le port USB. Comme le firmware peut évoluer pendant la durée de vie du produit ST-LINK/V2 (par exemple de nouvelles fonctionnalités, des corrections de bogues, le support de nouvelles familles de microcontrôleurs), il est recommandé de le mettre à jour avant de commencer à utiliser la carte Discovery et périodiquement, avec sa dernière version [5].

5.2 Utilisation de ST-LINK/V2 pour programmer/déboguer le STM32F4 à bord

Pour programmer le STM32F4 à bord, il suffit de brancher les deux cavaliers sur le CN3, comme indiqué sur la figure 3, mais n'utilisez pas le connecteur CN2 car cela pourrait perturber la communication avec le STM32F407VGT6 du STM32F4DISCOVERY.

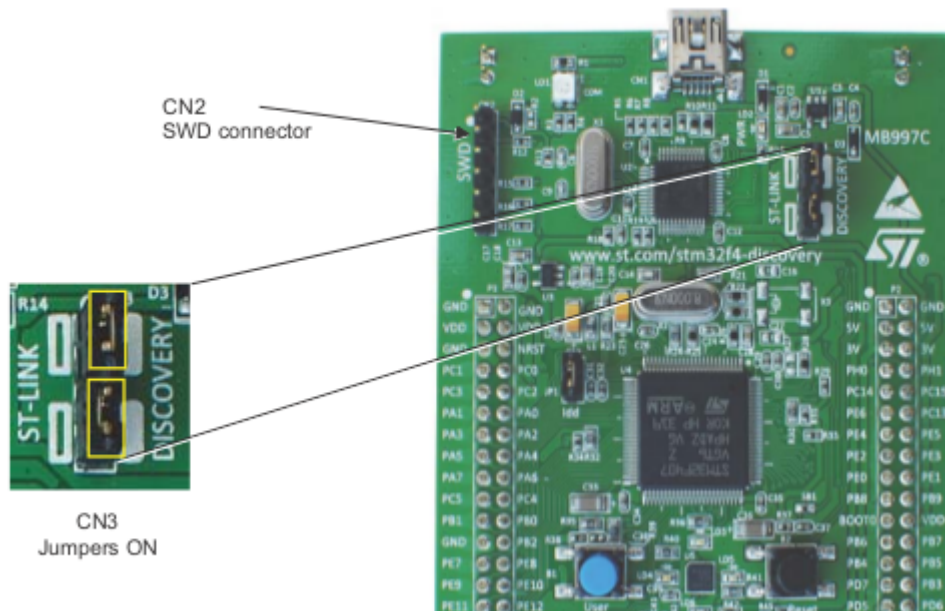


FIGURE 3 – Connections du STM32F4Discovery.

5.3 Utilisation de ST-LINK/V2 (ou V2-1) pour programmer/déboguer une application STM32 externe

Il est très facile d'utiliser le ST-LINK/V2 pour programmer le STM32 sur une carte de développement externe. Il suffit de retirer les deux cavaliers du connecteur CN3 et de connecter la carte

externe au connecteur de débogage CN2 conformément au Tableau 4.

Broche	CN2	Désignation
1	VDD_TARGET	VDD de la carte externe
2	SWCLK	Horloge SWD
3	GND	Masse
4	SWDIO	E/S des données SWD
5	NRST	RESET de la STM32 externe
6	SWO	Réservé

TABLE 2 – Le connecteur de débogage CN2.

Remarque 3

Le pont de soudure (*Solder Bridge*) SB11 (à l'autre face de la carte) doit être ouvert si la broche 5 du connecteur CN2 est utilisée dans la carte externe. □

5.4 Alimentation et sélection de l'alimentation

L'alimentation est fournie soit par le PC hôte via le câble USB, soit par une alimentation externe de 5V.

Les diodes D1 et D2 protègent les broches 5V et 3V des alimentations externes :

— Les broches 5V et 3V peuvent être utilisés comme alimentations de sortie lorsqu'une autre carte est connectée aux broches P1 et P2.

Dans ce cas, les broches 5V et 3V fournissent une alimentation 5V ou 3V et le courant électrique doit être inférieure à 100 mA.

— 5V peut également être utilisé comme alimentation d'entrée. C'est par exemple le cas lorsque le connecteur USB n'est pas connecté au PC.

5.5 Les LEDs

— LD1 (COM) : l'état par défaut de la LD1 est rouge. LD1 passe au vert pour indiquer que des communications sont en cours entre le PC et le ST-LINK/V2.

— LD2 (PWR) : la LED rouge indique que la carte est alimentée.

— LD3 : la LED orange est une LED Utilisateur connectée à la broche d'E/S PD13 du μC .

— LD4 : la LED verte est une LED Utilisateur connectée à PD12.

— LD5 : la LED rouge est une LED Utilisateur connectée à PD14.

— LD6 : la LED bleue est une LED Utilisateur connectée à PD15.

— LD7 : la LED verte indique que le VBUS est présent sur le CN5 et est connectée à PA9.

— LD8 : la LED rouge indique une surintensité du VBUS du CN5 et est connectée à PD5.

5.6 Boutons poussoirs

— B1 User : Ce bouton Utilisateur et de Réveil (*Wake-up*) est connecté à la broche d'E/S PA0 du STM32F407VGT6.

— B2 Reset : Le bouton-poussoir relié à la broche NRST sert à réinitialiser le STM32F407VGT6.

5.7 Capacité audio embarquée

Le μC STM32F407VGT6 utilise un DAC audio (*CIRRUS CS43L22*) pour émettre des sons via le connecteur mini-jack audio. Le μC commande le DAC audio via l'interface I2C et traite les signaux numériques via une connexion I2S ou un signal d'entrée analogique.

Le son peut venir indépendamment des différentes entrées :

— le microphone ST MEMS (MP45DT02),

— le connecteur USB : à partir d'un support de stockage de masse externe tel qu'une clé USB, un disque dur USB, ...

— la mémoire interne du μC STM32F407VGT6.

5.8 L'USB OTG

Le connecteur USB micro-AB (CN5) permet à l'utilisateur de connecter un composant hôte ou périphérique, comme une clé USB, une souris, etc.

Deux LED sont dédiées à ce module :

- LD7 (LED verte) indique quand VBUS est actif,
- LD8 (LED rouge) indique une surintensité engendrée par le périphérique connecté.

5.9 Capteur de mouvement (ST MEMS LIS3DSH)

Un capteur de mouvement comprend un élément de détection et une interface de circuit intégré capable de fournir l'accélération mesurée au monde extérieur par les interfaces série I2C/SPI.

Le capteur de mouvement LIS3DSH (U5 sur la carte, entre les boutons User et Reset) est un accéléromètre linéaire à trois axes ultra-compact à faible consommation.

Le LIS3DSH a une échelle de $\pm 2g/\pm 4g/\pm 6g/\pm 8g/\pm 16g$ dynamiquement sélectionnable et il est capable de mesurer l'accélération avec un débit de sortie de 3.125 Hz à 1.6 kHz.

Le μC STM32F407VGT6 commande ce capteur de mouvement via l'interface SPI.

5.10 JP1 (Idd)

Le cavalier JP1 (Idd), permet de mesurer le courant traversant le STM32F407VGT6 en enlevant le cavalier et en branchant un ampèremètre à la place.

- Cavalier monté : le STM32F407VGT6 est alimenté (par défaut).
- Cavalier retiré : un ampèremètre doit être connecté pour mesurer le courant dans le μC STM32F407VGT6 (S'il n'y a pas d'ampèremètre, le μC n'est pas alimenté).

Références

- [1] *Discovery kit with STM32F407VG MCU User Manual*
www.st.com/resource/en/user_manual/dm00039084.pdf
- [2] Page officielle dédiée à la carte STM32F4DISCOVERY
<https://goo.gl/HbSdyq>
- [3] Page officielle dédiée au package logiciel STM32CubeF4
<http://www.st.com/en/embedded-software/stm32cubef4.html>
- [4] *ST-LINK/V2 in-circuit debugger/programmer for STM8 and STM32 User Manual*
<https://goo.gl/2RBrGk>
- [5] *ST-LINK/V2 in-circuit debugger/programmer for STM8 and STM32*
<http://www.st.com/en/development-tools/st-link-v2.html>
- [6] *STM32F405xx and STM32F407xx datasheet*
www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f405og.pdf
- [7] Mbed : un environnement pour le développement en ligne de logiciels pour l'embarqué
<https://os.mbed.com>