

**Objectifs de la série de TP, intentions pédagogiques :**

Acquérir les connaissances et savoir-faire nécessaires à la mise en œuvre d'objets techniques simples supportant un microcontrôleur STM32 dans le cadre du référentiel du BTS Systèmes Numériques options Informatique/Réseaux et Électronique/Communications.

**Le microcontrôleur STM32 est le composant adapté à la mise en œuvre de TP microcontrôleur en classe de BTS SN.**

Les applications terminales des objets connectés sont très généralement alimentées par batteries/piles. La gestion fine de la consommation est alors un enjeu très important.

Le choix du système de gestion numérique doit tenir compte de cette contrainte. Les ordinateurs embarqués de type Raspberry Pi sont performants mais gourmands en énergie et ne peuvent garantir une longue autonomie, ils ne représentent pas une solution adaptée à l'internet des objets embarqués.

Les microcontrôleurs STM32 sont actuellement à la pointe de la technologie embarquée avec des consommations remarquables. De nos jours, chaque téléphone portable est équipé d'au moins un STM32. Une solution de développement logicielle gratuite est proposée avec des performances tout à fait suffisantes en BTS-SN. Des outils commerciaux plus avancés sont également disponibles.

Le microcontrôleur STM32 peut servir de support pour les apprentissages des options IR et EC puisqu'il est à la frontière entre le monde analogique et le monde numérique. La possibilité d'implanter un système d'exploitation (MBED-OS) avec un noyau temps réel, des interfaces Ethernet, WIFI ou LORA le rend également particulièrement adapté aux enseignements informatiques.

Possédant à la fois des convertisseurs analogiques/numériques et numériques/analogiques (ADC-DAC), il peut servir de support de TP pour les enseignements autour du traitement numérique du signal (filtres, compressions, stockages etc...)

Les travaux pratiques se réalisent de manière très autonome. Après une présentation courte d'une dizaine de minutes par le professeur, l'étudiant peut-être mis en situation d'autonomie, le cours étant très imbriqué aux TP. Le professeur peut alors apporter une aide individualisée et efficace aux étudiants en difficulté.

**Application dans l'Internet des Objets :**

La formation se termine par une application mettant en œuvre un STM32 dans l'Internet des objets (IOT).

- Un TP de découverte des technologies LoRa et LoRaWan.
- Un TP de création d'un chaîne d'acquisition électronique et informatique complète, du capteur à l'application graphique de contrôle en ligne
  - Installation et configuration d'un node équipé d'un capteur de température et d'un STM32
  - Configuration du broker « TTN »
  - Configuration d'une application finale « mydevice »

**Remarques :**

Les travaux pratiques sont initialement destinés à des étudiants préparant le BTS Système Numérique options IR et EC. La formation est particulièrement adaptée à la préparation des étudiants à une activité de projet en autonomie.

La formation étant relativement généraliste, les professeurs enseignants en pré-bac STI2D ou en écoles d'ingénieurs pourront aisément adapter les TP aux potentiels de leurs élèves et aux objectifs de leurs référentiels.

**Prérequis :****Éléments de langage C :**

- structure d'un programme en C, main, fonctions, #include, #define
- types, constantes, variables
- algorithmique simple : boucles, tests

**Éléments de langage C++ :**

Instanciation d'un objet, appel des méthodes

**Présentation du microcontrôleur STM32 et de des outils de développement logiciel** ( lire le document Développement\_logiciel\_sur\_STM32.pdf )

**Équipements :**

Un ordinateur avec un accès internet, pour le développement logiciel et la documentation

Une carte Nucleo STM32

NUCLEO-L073RZ, Farnell 13€ ref : [2517902](#) ou

NUCLEO-F411RE, Farnell 11€, ref [2433469](#)

Quelques LEDs, résistances, thermistances CTN, et pour les TP SPI/I2C des « breakouts » à moins de 10€.

**Pour les néophytes, les TP doivent être réalisés dans l'ordre (ils sont numérotés).**

**pem**, prise en main de l'outil de développement.

**GPIO**, la numérotation des broches, l'accès aux GPIO, exercices simples.

**UART**, communications asynchrones, mise au point d'un programme (debug)

**ADC\_DAC**, conversion analogique/numérique et numérique/analogique (attention le STM32F411RE ne possède pas de DAC contrairement au STM32L073RZ )

**Interruptions**, mise en œuvre des interruptions sur GPIO

**TIMER**, production et mesure de temps, interruptions périodiques

**PWM**, contrôle de valeur moyenne

**SPI**, commande d'un afficheur 7 segments

**I2C**, contrôle d'un afficheur LCD alphanumérique

**RTOS**, découverte du système d'exploitation temps réel MBED

**TP de découverte LoRa/LoRaWan** pour préparer le TP IOT

**IOT**, TP d'application d'un STM32 dans l'Internet des objets