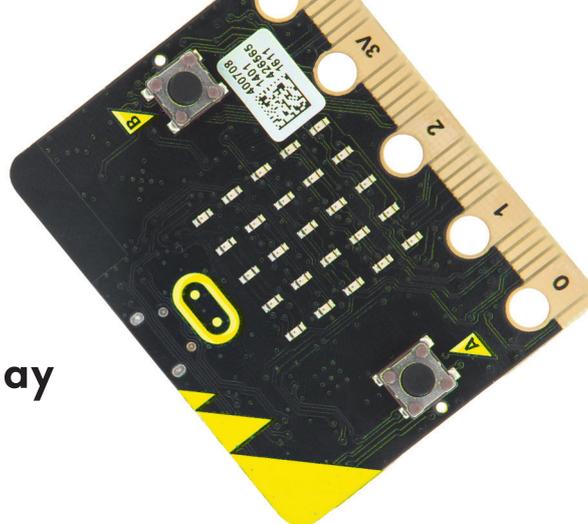
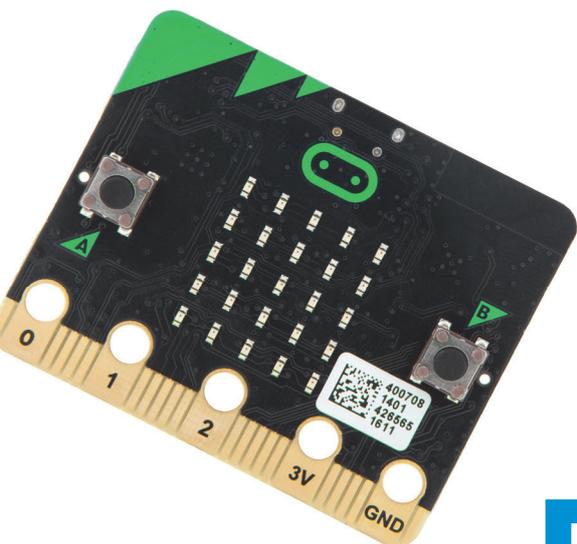


Julien Launay

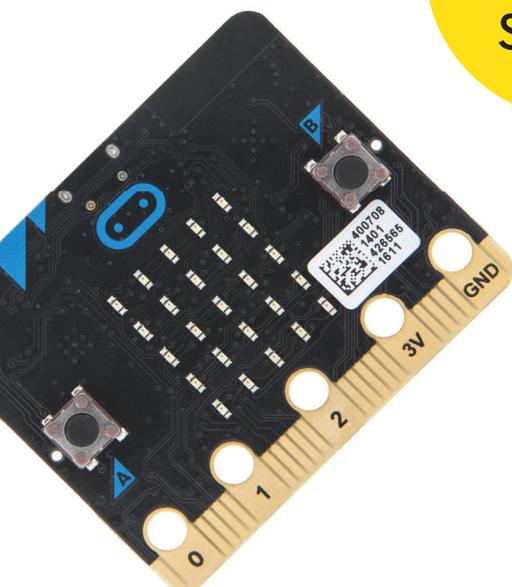
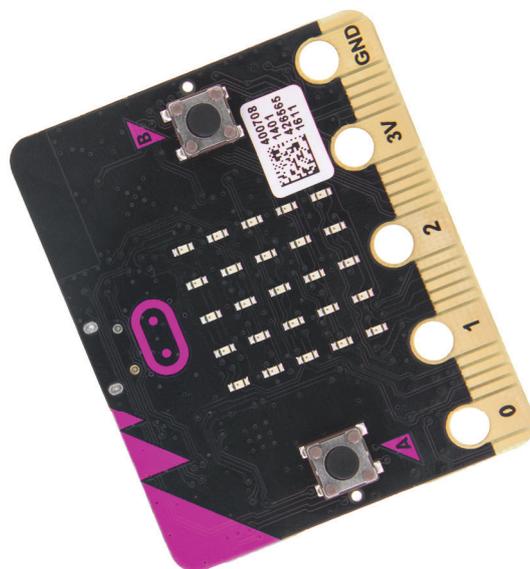


PYTHON

POUR LA CARTE

micro:bit

SNT Lycées
Mathématiques
Sciences



Une carte ludique pour apprendre à programmer

Deux fois plus petite qu'une carte de crédit et coûtant moins de 20 €, la carte micro:bit est un nano-ordinateur lancé en 2016 au Royaume-Uni par la BBC pour initier les collégiens au codage et au pilotage de systèmes numériques. Pouvant être programmée depuis un PC, un smartphone, une tablette ou encore un Raspberry Pi, cette carte est compacte, robuste, simple d'utilisation, facile à connecter, fédérant une communauté très importante et s'accompagnant d'un grand nombre d'extensions. Pour la piloter, plusieurs langages de programmation sont disponibles : Python, JavaScript, MakeCode...

Cet ouvrage se concentre sur la programmation de la carte micro:bit avec Python, le langage officiel pour l'enseignement de l'informatique au lycée. Ne nécessitant aucune compétence particulière en codage, il est organisé en trois parties. La première pose les bases du langage Python (variables, boucles, fonctions...), la deuxième regroupe différentes applications concrètes et facilement réalisables avec la carte micro:bit, et la troisième présente des projets plus complexes faisant appel aux extensions de la carte. Le lecteur sera ainsi amené à fabriquer un chronomètre, une boussole, ou encore à jouer de la musique.

À qui s'adresse ce livre ?

- Aux enseignants (SNT, mathématiques, sciences) et à leurs élèves de lycée
- Aux makers, geeks, roboticiens, FabLabs...

Au sommaire

Présentation de la carte micro:bit • Environnements de développement intégrés • **Les bases en MicroPython.** Actions • Variables • Tests de condition • Boucles • Fonctions • Listes et tuples • **Applications simples avec la carte micro:bit.** Affichage sur écran • Boutons • Capteur de température • Détection de mouvements • Boussole • Utilisation des capteurs • Communiquer avec la carte micro:bit • Entrées et sorties • Jouer de la musique • Mesurer un temps • **Applications avancées avec la carte micro:bit.** Présentation des extensions • Mettre un système en rotation • Mesurer la distance • Faire suivre une trajectoire donnée à un robot • Tracer des figures avec le robot CODO • Commander un robot à distance.

Titulaire d'un DESS en automatique et informatique industrielle, **Julien Launay** est professeur de technologie au collège et au lycée depuis 25 ans. Il enseigne également en IUT Informatique, ainsi qu'en école d'ingénieur.



PYTHON
POUR LA CARTE
micro:bit

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Dans la collection « Serial Makers »

- D. NIBART. – **40 activités avec la carte micro:bit.** N°67749, 2019, 64 pages.
- J.-B. BOICHAT. – **Programmer en Java pour le Raspberry Pi 3.** N°67746, 2019, 348 pages.
- D. NIBART. – **36 activités avec le robot mBot.** N°67664, 2018, 64 pages.
- J.-M. MOLENAAR et M. SABOURDY. – **Les machines à commande numérique.** N°14172, 2018, 176 pages.
- J. BOYER. – **Réparez vos appareils électroniques (2^e édition).** N°67621, 2019, 404 pages.
- D. KNOX. – **Petits robots à fabriquer.** N°67575, 2018, 160 pages.
- E. BARTMANN. – **Le grand livre d'Arduino (3^e édition).** N°67488, 2018, 528 pages.
- S. MONK. – **Mouvement, lumière et son avec Arduino et Raspberry Pi.** N°11807, 2016, 352 pages.
- C. PLATT. – **L'électronique en pratique (2^e édition).** N°14425, 2016, 328 pages.
- C. PLATT. – **L'électronique en pratique 2.** N°14179, 2015, 336 pages.
- E. DE KEYSER. – **Le Mavic Pro et DJI GO.** N°67525, 2017, 208 pages.
- E. DE KEYSER. – **Filmer et photographier avec un drone (2^e édition).** N°67435, 2017, 224 pages.
- F. BOTTON. – **Les drones de loisir (3^e édition).** N°67444, 2017, 230 pages.
- R. JOBARD. – **Les drones (3^e édition).** N°67434, 2017, 184 pages.
- C. BOSQUÉ, O. NOOR et L. RICARD. – **FabLabs, etc. Les nouveaux lieux de fabrication numérique.** N°13938, 2015, 216 pages.
- A. BANKS, MACUSER et iFIXIT. – **Réparez vous-même votre Apple.** N°14251, 2015, 146 pages.

Julien Launay

PYTHON
POUR LA CARTE
micro:bit

Éditions Eyrolles
61 bd Saint-Germain
75005 Paris
www.editions-eyrolles.com

© Micro:bit Educational Foundation: pour les cartes des pages 9, 10, 11, 12, 13, 14, 38, 66, 68, 70, 72, 76, 77, 82, 84, 85, 88, 89, 91, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 109, 112, 113, 114, 116, 121, 128, 163

<https://python.microbit.org/v/beta>: pages 16 (haut), 17, 38 (bas), 39, 40

<https://codewith.mu/>: pages 18, 19, 20, 23, 28, 29, 30 (haut et bas), 32, 34, 38 (haut), 54, 56, 82 (bas), 120

<https://create.withcode.uk/>: pages 21, 22 (haut), 68 (bas), 69

<https://scratch.mit.edu/microbit>: page 22 (bas)

© Thonny: pages 24 (bas), 25 (haut et centre)

© JetBrains s.r.o.: page 25 (bas)

© Kitronik Ltd.: pages 30 (centre), 121 (haut), 129 (haut), 131 (en bas à droite), 139 (tout à gauche)

© Shutterstock: supirloko89, page 46 (haut); dovla982, page 76 (pour les équipes); Arak Rattanawijittakorn, page 85 (bas); Snowbelle, page 91 (centre); Germán Ariel Berra, page 93; Mr Aesthetics, pages 102 et 105 (pour l'interrupteur); Venus Angel, pages 102 et 105 (pour la lampe); JanisSh, page 109 (pour l'ordinateur); Brttny Smth, page 121 (bas)

© TeraTerm Project: pages 110, 111, 112 (gauche)

© Seeed Technology Co., Ltd.: pages 116 (bas), 117, 129 (bas), 130

© A4 Technologie: pages 131 (haut, et en bas à gauche), 134, 147, 150, 151, 152, 153, 156, 160, 161 et 162 (photos du robot)

<https://picclick.fr/>: page 132 (gauche)

Collegetech.free.fr: pages 139 (sauf tout à gauche), 140, 163 (droite)

Tous les autres schémas ont été réalisés par les studios de Soft Office.

Droits réservés: pages 31, 46 (bas), 47, 48, 53, 55, 84 (haut), 88 (pour le niveau), 100 (bas), 137, 141, 161 (haut), 162 (haut)

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 2019
ISBN : 978-2-212-67826-0

Avant-propos

Aujourd'hui, les systèmes numériques font partie intégrante de notre quotidien. Un chauffage thermorégulé, l'assistance au stationnement d'une voiture, un éclairage avec détecteur de mouvement, une barrière de péage... tous ces dispositifs sont des objets connectés capables d'interagir avec leur environnement.

Cependant, peu d'entre nous font réellement attention à toute la technologie qui se cache derrière ces systèmes. Cet ouvrage va vous permettre de mieux les comprendre et vous expliquer comment les faire fonctionner à travers des projets simples, variés et ludiques.

En règle générale, un système numérique est composé des éléments suivants : une alimentation, un système de stockage et de mémoire, un processeur ou microcontrôleur, des périphériques d'entrée et de sortie, et des interfaces de communication. Pour le faire fonctionner, il est nécessaire de le programmer : c'est le rôle du microcontrôleur/microprocesseur qui interprète et exécute des instructions dans un ordre donné.

Pour s'initier au fonctionnement d'un système technique, il existe plusieurs cartes électroniques permettant de mettre en œuvre un programme qui va interagir avec des périphériques, tels que des capteurs et des actionneurs. C'est dans ce cadre que la carte micro:bit a été lancée en 2016 par la BBC, en partenariat avec Samsung, ARM et Microsoft notamment, afin de permettre aux élèves de 11-12 ans de découvrir la programmation d'un système numérique dans un but pédagogique. Cette carte a été distribuée à plus d'un million d'exemplaires dans les écoles du Royaume-Uni.

Le choix s'est porté sur cette carte car elle est compacte, robuste, simple d'utilisation, facile à connecter, de coût modique, fédérant une communauté très importante et s'accompagnant d'un grand nombre d'extensions. Elle présente ainsi tous les avantages pour celui qui souhaite se lancer dans les meilleures conditions dans l'apprentissage de la programmation.

La carte micro:bit, qui peut être programmée depuis un PC, un smartphone, une tablette ou encore un Raspberry Pi, permet de réaliser un nombre infini de projets divers et variés : jeux, robots, systèmes d'alarme ou d'arrosage... Pour la piloter, il faut utiliser un langage de programmation, comme Python, JavaScript, ou un langage de type Blockly (fonctionnant par assemblage de blocs graphiques).

Cet ouvrage se concentre sur la programmation de la carte micro:bit avec le langage Python, qui a été choisi par le ministère de l'Éducation nationale comme langage officiel pour l'enseignement de l'informatique au lycée. Si l'apprentissage du code commence relativement tôt, dès le 3^e cycle, avec le langage Blockly, les élèves arrivant au lycée découvrent Python, un langage de programmation textuel, dont la sémantique et la syntaxe s'avèrent très accessibles. Cet ouvrage pourra donc être utilisé comme ressource par les enseignants ou les élèves de lycée, en mathématiques ou en sciences numériques et technologie (SNT).

Ce livre, qui ne requiert aucune compétence particulière en informatique, est organisé en trois parties. La première pose les bases du langage Python, la deuxième regroupe différentes applications concrètes et facilement réalisables avec la carte micro:bit, et la troisième présente d'autres projets un peu plus complexes qui font appel aux extensions possibles de la carte.

Laissez libre cours à votre imagination et inventez d'autres projets !

Table des matières

1. Présentation de la carte micro:bit	9
2. Les différents environnements de développement intégrés (IDE)	15
Partie I. Les bases en MicroPython	27
3. Les actions	28
4. Les différents types de variables	32
5. Utilisation des variables	43
6. Les tests de condition	46
7. Les boucles	52
8. Les fonctions	58
9. Les listes et les tuples	60
Partie II. Applications simples avec la carte micro:bit	65
10. L'affichage sur écran	66
11. Les boutons	72
12. Le capteur de température	82
13. La détection de mouvements	85
14. La boussole	91
15. Utilisation des capteurs	96
16. Communiquer avec la carte micro:bit	99
17. Les entrées et les sorties	114
18. Jouer de la musique	121
19. Mesurer un temps	123

Partie III. Applications avancées avec la carte micro:bit	127
20. Présentation des extensions	128
21. Mettre un système en rotation	132
22. Mesurer la distance	135
23. Faire suivre une trajectoire à un robot.....	139
24. Tracer des figures avec le robot CODO.....	160
25. Commander un robot à distance	163

1 Présentation de la carte micro:bit

Nous allons d'abord passer en revue les différents éléments de la carte micro:bit avant d'apprendre à la programmer.

Caractéristiques de la carte

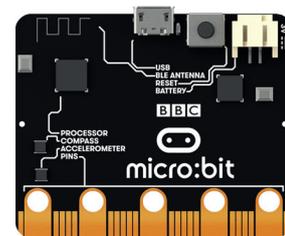
La carte micro:bit est une carte électronique complète, prête à l'emploi sans qu'il soit nécessaire d'ajouter d'autres éléments. Sa taille est de 4×5 cm, pour un poids de 5 g.

La carte micro:bit est conçue autour d'un processeur ARM Cortex M0 sur 32 bits avec une horloge à 16 MHz. Elle intègre une mémoire flash de 256 Ko et une mémoire RAM de 16 Ko.

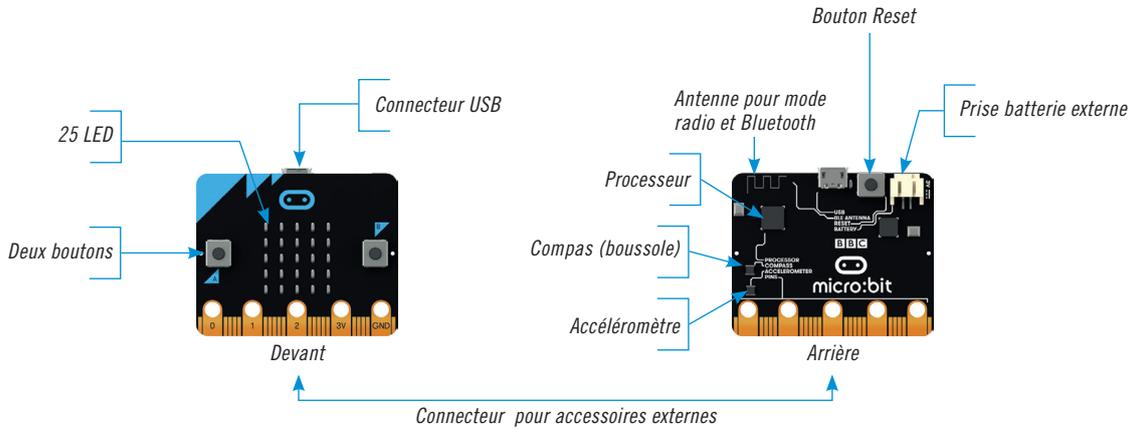
Elle est composée des éléments suivants :

- un processeur ;
- 25 LED programmables individuellement ;
- deux boutons programmables ;
- des broches de connexion ;
- des capteurs de lumière et de température ;
- des capteurs de mouvements (accéléromètre et boussole) ;
- des éléments de communication sans fil, via radio et Bluetooth ;
- une interface USB.

La carte comprenant plusieurs capteurs et actionneurs, il est donc inutile dans un premier temps de faire l'acquisition de modules externes à connecter à la carte. Il sera bien sûr possible de lui ajouter des éléments externes par la suite.



Carte micro:bit.



Éléments de la carte micro:bit.

Les capteurs et les actionneurs

Les capteurs

La carte intègre plusieurs capteurs, lesquels sont présentés dans le tableau suivant.

Applications des capteurs de la carte micro:bit.

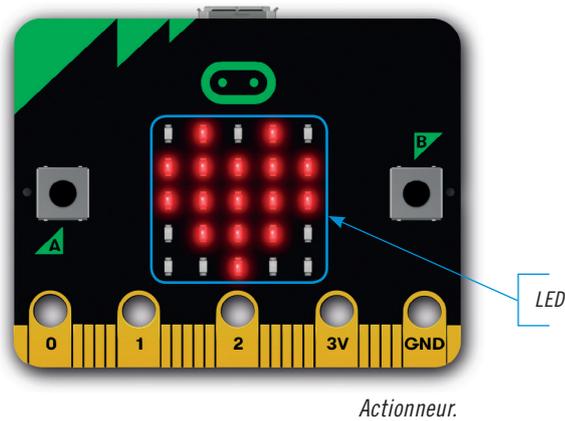
Nom du capteur	Utilisations
Capteur de température	Mesure de la température. Plage de mesure entre -25°C et $+75^{\circ}\text{C}$. Résolution de $0,25^{\circ}\text{C}$ et précision de $\pm 4^{\circ}\text{C}$.
Capteur de lumière	Mesure du flux lumineux. Détection du jour et de la nuit.
Accéléromètre	Mesure des variations de vitesse (exemple : détection de chocs, mais aussi du champ de pesanteur).
Boussole (mesure du champ magnétique terrestre)	Angle entre le nord magnétique et l'axe X de la carte micro:bit.
Boutons-poussoirs	Détection de l'état Pressé ou Relâché du bouton A ou/et B.



Capteurs de la carte micro:bit.

Les actionneurs

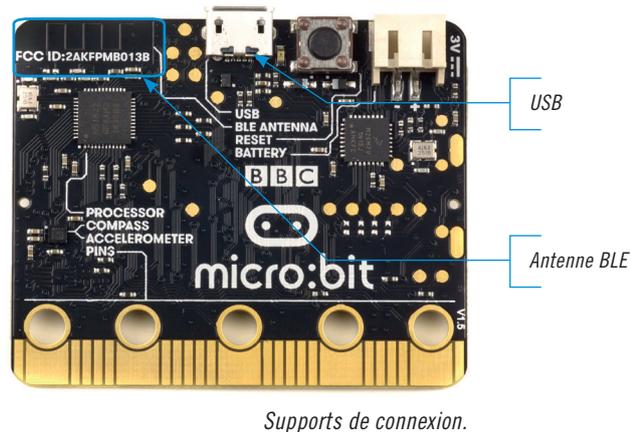
La carte micro:bit propose 25 LED que l'on peut commander individuellement. Il est aussi possible de contrôler l'intensité lumineuse de chaque LED.



La communication

USB

La prise USB micro permet de téléverser le programme dans la carte, d'effectuer des mises à jour du *firmware*, d'échanger des informations entre la carte micro:bit et un autre système sur port série comme un PC ou autre. La vitesse de transfert maximale est de 12 Mbit/s.



Bluetooth

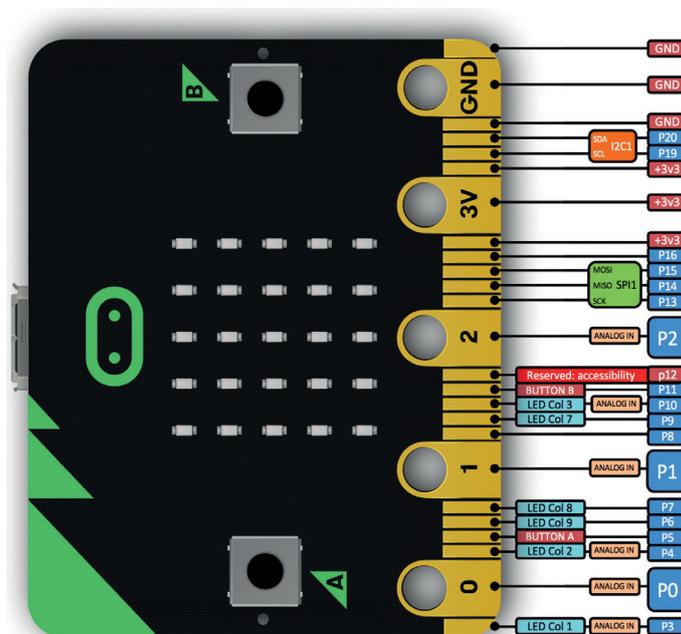
La carte intègre un module Bluetooth sans fil version 4.1 en mode *Low Energy* (BLE). Malheureusement, dans la version actuelle, la pile Bluetooth est trop importante pour permettre la programmation d'une communication BLE en Python. Cette communication sera utilisée, par exemple, pour connecter une tablette pour une programmation en Blockly.

Mode radio

Si le Bluetooth n'est pas utilisable en programmation Python, il existe un autre protocole de communication, à savoir Gazell (en 2,4 GHz), développé par Nordic et qui permet d'échanger des informations entre cartes micro:bit. Cependant, il ne sera pas possible de communiquer avec un autre système comme un smartphone ou une tablette en Python.

Le connecteur GPIO

Il est possible de connecter d'autres éléments externes à la carte micro:bit. Pour cela, il faut utiliser le connecteur GPIO (*General Purpose Input/Output*) situé en bas de la carte.



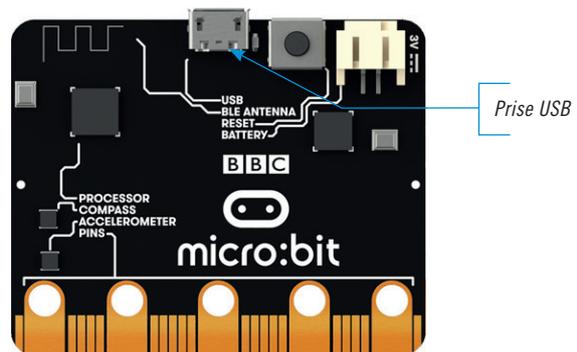
Le connecteur GPIO.

Les alimentations

Pour faire fonctionner la carte, il est nécessaire de l'alimenter. Plusieurs solutions s'offrent à vous, pour chacune, il faudra veiller à bien respecter la tension maximale d'alimentation.

Alimentation USB

La carte fonctionne directement avec l'énergie fournie par la prise USB. Attention toutefois, cette énergie peut s'avérer insuffisante en fonction des systèmes externes à faire fonctionner, par exemple des servomoteurs. En effet, la puissance fournie par la prise USB est de 2,5 W seulement, ce qui peut être juste parfois. Il faudra alors opter pour une autre solution parmi celles proposées ici.



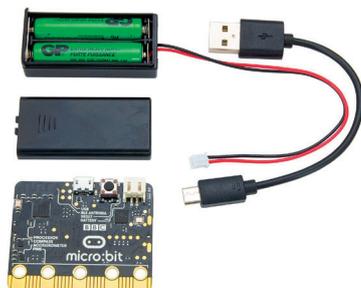
Le connecteur GPIO.

Alimentation avec prise 3 V

La carte dispose d'un connecteur pour une alimentation externe. La tension d'alimentation doit se trouver entre 1,8 V et 3,6 V. Veillez bien à ne pas dépasser la tension de 3,6 V, sous peine d'endommager définitivement votre carte qui sera alors hors service ! La tension nominale préconisée est de 3 V.

Alimentation avec piles AAA

La carte micro:bit est parfois vendue avec un support de piles AAA. Il s'agit alors de deux piles de 1,5 V qui sont mises en série pour obtenir les 3 V nécessaires au bon fonctionnement de la carte. Vérifiez bien la tension de ces piles pour éviter de mauvaises surprises.



Alimentation par piles AAA.

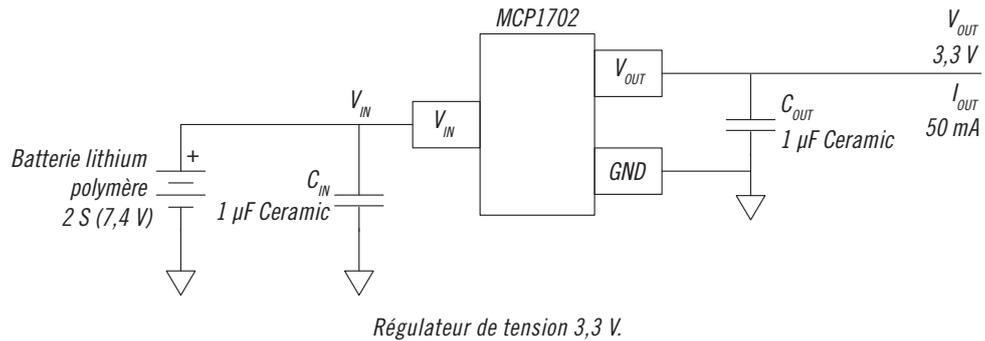


Prise de connexion de l'alimentation.

Alimentation avec accumulateur LiPo

Une autre solution consiste à utiliser une batterie Lithium Polymère (LiPo) qui offre une capacité bien supérieure aux piles AAA. De plus, cette batterie est rechargeable.

Pour protéger la carte micro:bit, il faudra utiliser un régulateur 3,3 V selon le schéma suivant.



V_{in} : tension d'entrée (tension de la batterie lithium polymère).

C_{in} : capacité du condensateur de $1\mu F$ en entrée.

V_{out} : tension de sortie qui vient se connecter sur le connecteur d'alimentation de la carte micro:bit, ici 3,3 V.

C_{out} : capacité du condensateur de $1\mu F$ en sortie.

Il est possible d'utiliser une batterie LiPo en 1S (3,7 V), 2 S (7,4 V) ou 3 S (11,1 V). La sortie de ce régulateur sera alors connectée sur le connecteur 3 V JST.

Alimentation via un connecteur

Il est également possible d'alimenter la carte micro:bit via le connecteur GPIO comme indiqué.



Alimentation via les broches.