



# guide d'introduction à la sélection **de kits de développement de microcontrôleurs pour applications IoT et IIoT**

**Mark Patrick (Mouser Electronics)**

L'Internet des objets (IoT) fait désormais partie de notre environnement. Les ingénieurs en développement embarqué qui se lancent dans une nouvelle conception IoT doivent accorder une attention toute particulière à certains facteurs tels que la consommation d'énergie, les capacités de détection et la connectivité sans fil. Or, ce n'est pas chose facile étant donné la pression des délais de commercialisation. Les kits de développement IoT offrent une plateforme de prototypage viable et pratique sur laquelle baser une conception, mais tous sont loin de présenter les mêmes capacités. Il convient donc d'être attentif non seulement aux exigences de l'application, mais surtout aux fonctionnalités et aux capacités du kit. Dans cet article, nous aborderons quelques-uns des nombreux éléments à prendre en compte lorsque l'on choisit un kit de développement IoT pour une nouvelle conception.

## **L'ère du tout connecté**

Il ne fait aucun doute que nous sommes entrés dans l'ère du tout connecté, tant les appareils connectés sont omniprésents. Nous en portons certains sur nous, d'autres servent à surveiller avec précision notre consommation d'électricité ou nous avertissent lorsqu'un visiteur se présente à notre porte... ce ne sont pas les exemples qui manquent. Pour ce qui est des processus de production industrielle, l'avènement de l'Internet industriel des objets (IIoT) transforme la manière dont les usines fonctionnent et contribue au gain d'efficacité général des équipements. En seulement une décennie, nous avons changé notre façon d'interagir avec le monde qui nous entoure et de contrôler notre environnement. Depuis que nous nous sommes habitués à avoir instantanément accès à toutes les informations relatives à certains aspects de notre vie professionnelle ou privée, nous nous demandons comment nous faisons auparavant pour vivre sans téléphone mobile.

En voiture aussi, nos habitudes ont changé depuis que nous recevons en temps réel les dernières informations sur le trafic ou des avertissements en cas de ralentissement sur notre trajet. Grâce aux appareils de surveillance médicale connectés à Internet, des patients peuvent aujourd'hui se rétablir dans le confort de leur foyer tout en ayant l'assurance qu'un personnel médical



s'occupe de la surveillance et se tient prêt à intervenir en cas de besoin.

L'industrie a rapidement adopté l'IoT, une technologie tout juste émergente sous l'impulsion d'initiatives gouvernementales comme l'Industrie 4.0 visant à soutenir l'automatisation, à améliorer l'efficacité des processus et à rationaliser les opérations. Désormais, une légion de capteurs surveille et rapporte l'avancement de chaque étape d'un processus en envoyant les données collectées au système de contrôle et d'analyse de l'automatisation.

Le déploiement de l'IoT et de l'IIoT apporte des avantages considérables, mais, sur le plan de l'ingénierie électronique, le développement d'un dispositif IoT rencontre aussi son lot de difficultés.

### Tour d'horizon des exigences liées à la conception d'un dispositif IoT

Bien qu'il existe une grande variété d'applications IoT, leur conception est régie par un ensemble d'exigences fonctionnelles de base globalement identiques, qu'il s'agisse de concevoir un capteur de pression pour un processus industriel ou un détecteur de présence dans un bureau.

Lors de la collecte de données initiale en vue d'établir les spécifications techniques générales d'un nouveau dispositif IoT, il convient de tenir compte de chacun des aspects énumérés ci-dessous, car ce sont eux qui définissent l'architecture fonctionnelle et la conception du dispositif.

**La détection :** les capteurs sondent tous les aspects de notre environnement, de la température à la pression atmosphérique en passant par les mouvements des personnes. Par exemple, les données collectées par une caméra peuvent servir à alimenter une application d'apprentissage automatique pour la détection d'objets dans le but de confirmer qu'une étiquette a été correctement apposée sur une bouteille. Plusieurs choix techniques dépendent de ce qui doit être détecté et à quelle fréquence. D'autres paramètres à prendre en compte sont le coût, la taille et la complexité du capteur. Une thermistance utilisée pour mesurer la température nécessitera des composants supplémentaires dans le domaine analogique et un traitement logiciel avant la conversion en une forme numérique. Le nombre de capteurs nécessaires et la fréquence à laquelle ils doivent être

interrogés ont également leur importance.

**La connectivité :** comment le dispositif IoT doit-il interagir avec un système de contrôle hôte ? Une communication sans fil fiable est-elle disponible dans chaque cas d'utilisation ou est-il préférable de recourir à une méthode de communication filaire ? Le volume de données à transférer ainsi que la fréquence de transmission de ces données dépendent aussi du type de capteur utilisé. Un réseau maillé sans fil peut offrir un mode de communication plus robuste dans le cas d'un déploiement à grande échelle, mais cela exige que tous les dispositifs IoT fonctionnent de cette manière. Si l'on opte pour un mode de communication sans fil, les décisions techniques porteront sur la création d'une conception discrète ou sur le choix d'un module homologué.

**La source d'alimentation :** quel serait le profil de consommation d'énergie de votre dispositif IoT ? Certaines applications, certaines fréquences de communication et certains protocoles sans fil impliquent une consommation d'énergie qui dépasse la capacité d'une petite batterie. Pour certains scénarios de déploiement, un branchement au secteur est-il disponible ? Certains capteurs IoT de dernière génération utilisent des technologies de collecte d'énergie pour se passer complètement de l'alimentation par batterie. Il s'agit alors de capter l'énergie de diverses sources d'énergie ambiante (énergie solaire, vibratoire, thermique...) pour charger un supercondensateur.

**L'interface utilisateur :** est-il prévu qu'un utilisateur puisse interagir avec votre dispositif IoT ? Est-il toujours possible d'installer et de connecter le dispositif au système hôte s'il n'est pas en cours d'utilisation ? Faut-il prévoir un dispositif d'affichage ou un quelconque dispositif d'indication comme des voyants ?

**Les applications d'analyse et de contrôle dans le cloud :** la raison d'être de l'IoT est de permettre à des appareils de se connecter à un système de contrôle hôte. Les exigences logicielles du capteur et la façon dont il interagit avec le système hôte varient en fonction du mode de connexion et des protocoles y afférents. Doit-on disposer d'une liaison de données permanente pour diffuser un flux de données ou les données peuvent-elles être envoyées par lot à intervalles réguliers ?

### Conseils et astuces pour bien choisir son kit de développement IoT

Les kits de développement offrent aux ingénieurs embarqués un moyen pratique et rapide de prototyper une conception. Dans cette partie de notre guide, nous passerons en revue quelques-uns des paramètres à prendre en compte lorsqu'il s'agit de choisir un kit approprié. Les principaux fournisseurs de microcontrôleurs proposent un large choix de kits de développement et d'évaluation de dispositifs IoT. Le mieux est donc de guider son choix en fonction des exigences de l'application précédemment exposées. Voici une liste non exhaustive de fonctionnalités à considérer au moment de sélectionner une plateforme de kit de développement.

#### La source d'alimentation électrique :

- Comment la carte est-elle alimentée ? USB à partir d'un poste de travail hôte ? Batterie ? La source d'alimentation envisagée suffit-elle à son alimentation électrique ? La carte dispose-t-elle d'un circuit de gestion de puissance (PMIC) auquel vous auriez accès pour essayer d'autres sources d'alimentation ?
- Est-il possible de placer une sonde de courant en ligne pour mesurer la consommation d'énergie en temps réel à des fins de profilage ? Si oui, cela inclut-il tout ce qui se trouve sur la carte et tous les modules supplémentaires, capteurs, etc. ?

#### Les capteurs :

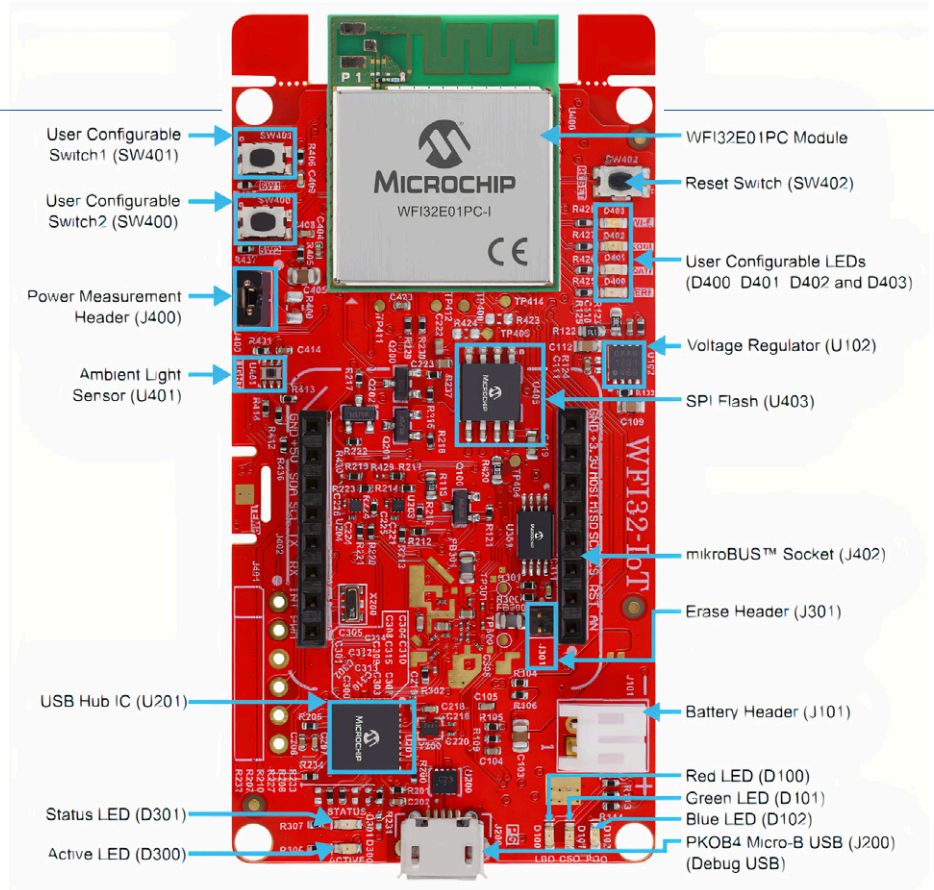
- La carte est-elle équipée des types de capteurs que votre application utilisera ?
- Est-il possible d'ajouter des capteurs supplémentaires ? Soit en utilisant une connexion périphérique ou un format complémentaire conforme aux normes de l'industrie comme le mikroBUS Click ?
- Quelles interfaces périphériques sont accessibles ? I2C, UART, SPI, GPIO ?
- La carte ou le microcontrôleur dispose-t-il d'un convertisseur analogique-numérique (CAN) que vous pourriez utiliser ? Des composants de conditionnement de signal supplémentaires sont-ils nécessaires ?

#### La connectivité :

- De quelles options de connectivité



Figure 1. Le kit de développement IoT EV36W50A de Microchip (Source : Microchip).



filaire/sans fil la carte dispose-t-elle ? Ethernet, Wi-Fi, LoRa, BLE, ISM, etc.

- En l'absence de connectivité embarquée, est-il possible d'en ajouter facilement une ? Le fabricant recommande-t-il et prend-il en charge un module sans fil approprié ? Une option d'interface tierce (mikroBUS Click, etc.) est-elle présente ?
- Le micrologiciel de la carte peut-il être mis à jour par un mode de communication sans fil ?

### Les ressources de calcul :

- La carte est-elle dotée du microcontrôleur que vous avez l'intention d'utiliser ? L'avez-vous déjà utilisé et disposez-vous déjà de chaînes d'outils de développement adaptées ?
- Les ressources de calcul de la carte sont-elles suffisantes pour exécuter l'application IoT, les protocoles hôtes et des piles de protocoles de connectivité ?
- Si le microcontrôleur est doté d'un émetteur-récepteur sans fil intégré, pouvez-vous contrôler indépendamment ses modes de veille à des fins d'économie d'énergie ?

- De quelles fonctionnalités de sécurité intégrées le microcontrôleur dispose-t-il et ces fonctionnalités sont-elles utilisables avec votre application ?

### Le contrôle utilisateur :

- La carte est-elle équipée de boutons, de curseurs tactiles ou d'autres fonction-

nalités matérielles pour le contrôle utilisateur ?

- Un dispositif d'affichage est-il présent ? Ce dispositif est-il nécessaire dans l'application finale ?
- Des voyants peuvent-ils être commandés depuis votre code ? Sont-ils disponibles en quantité suffisante ou

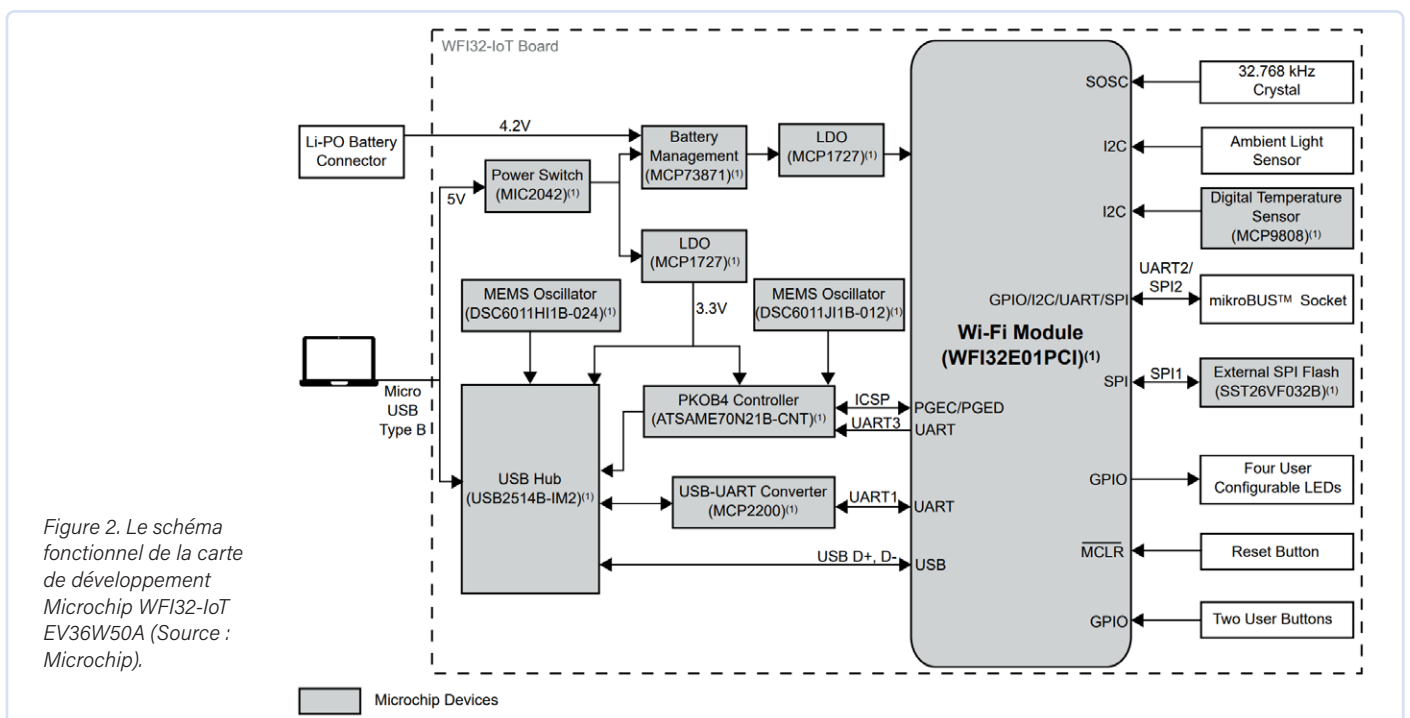


Figure 2. Le schéma fonctionnel de la carte de développement Microchip WFI32-IoT EV36W50A (Source : Microchip).

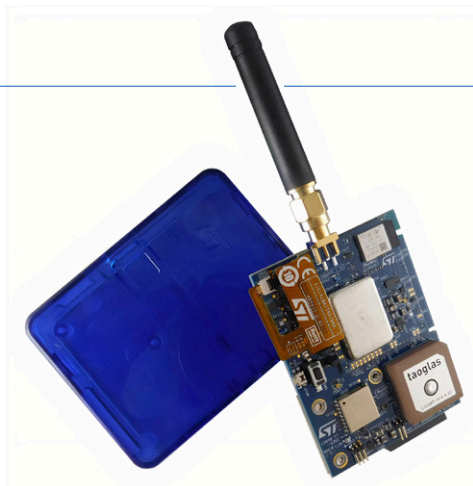


Figure 3. Le kit de développement pour suivi d'actifs STEVAL-ASTRA1B (Source : ST).

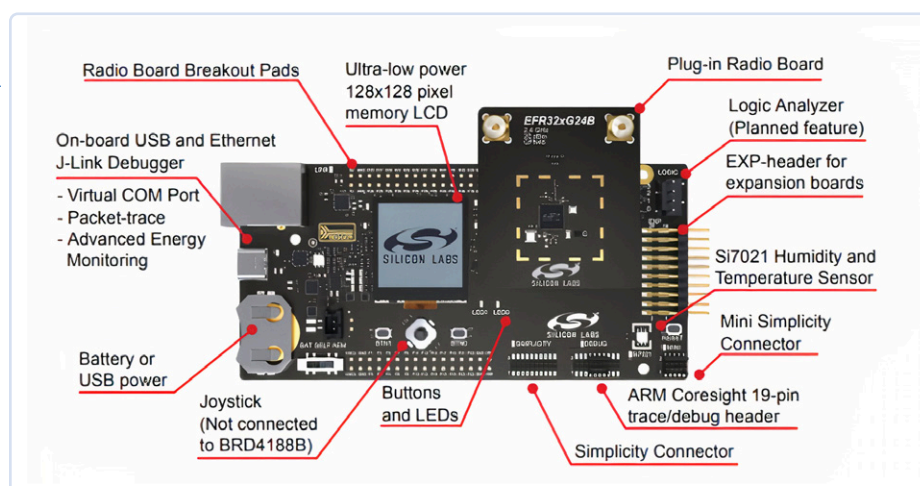


Figure 4. Le module de diversité d'antennes xG24-RB4188A de Silicon Labs monté sur une carte mère Silicon Labs Wireless Kit Pro (Source : Silicon Labs).

pouvez-vous en ajouter rapidement à l'aide d'un port GPIO de rechange ?

### Le support logiciel :

- > Quelle chaîne d'outils de développement est recommandée pour cette carte ? En disposez-vous déjà ?
- > Un pack de support de carte complet (BSP) est-il inclus ?
- > Quels pilotes, bibliothèques et micrologiciels supplémentaires sont nécessaires ? Sont-ils libres de droits ?
- > Vérifiez quelles sont les exigences relatives à la licence du micrologiciel et de l'intergiciel auprès du fabricant de la carte.
- > La carte est-elle fournie avec une démo préinstallée pour présenter les fonctionnalités de la carte ? La communication avec des fournisseurs de services populaires tels que Microsoft Azure ou Amazon AWS est-elle comprise ?
- > D'autres exemples de démo et de code sont-ils disponibles pour cette carte ? Existe-t-il un écosystème de bibliothèques et de partenaires de développement ?

## Présentation de diverses cartes de développement IoT

### La carte de développement WFI32-IoT de Microchip

La Microchip WFI32, référence EV36W50A [1], est une carte de développement IoT complète, entièrement intégrée et autonome (figure 1). Le WFI32-IoT intègre un module sans fil Microchip WFI32E01PC Wi-Fi 802.11 basé sur la famille de microcontrôleurs PIC. Côté capteurs embarqués, nous y trouvons un circuit intégré de température I<sup>2</sup>C numérique Microchip et un circuit intégré de lumière ambiante

numérique. La présence d'une prise mikro-BUS permet aux développeurs d'ajouter des capteurs ou des périphériques supplémentaires. Le module de microcontrôleur sans fil est également équipé d'une antenne intégrée. La carte peut être alimentée par un poste de travail hôte ou une batterie LiPo. Un PMIC intégré permet en outre de recharger la batterie par l'hôte USB.

La figure 2 présente le schéma fonctionnel de la carte WFI32-IoT et met en évidence les composants Microchip intégrés à la carte. La carte est préchargée avec une image de démonstration prête à l'emploi (OOB) capable de lire les capteurs embarqués et d'envoyer les données dans le cloud d'Amazon AWS. Le code de démonstration et les instructions complètes sont disponibles dans un dépôt GitHub [2].

### La conception de référence pour suivi d'actifs multiconnectivité STEVAL ASTRA1B de STMicroelectronics

La figure 3 présente le kit de développement et la conception de référence STEVAL ASTRA1B [3]. Ce kit spécifiquement conçu pour le prototypage et l'évaluation des applications de suivi d'actifs intègre deux modules de connectivité sans fil : un module de microcontrôleur STM32WB-5MMG [4] sans fil à courte portée 2,4 GHz BLE/ZigBee et un module de microcontrôleur sans fil STM32WL55JC longue portée pour la communication par LPWAN (par exemple LoRa).

Le STEVAL ASTRA1B comprend un ensemble complet de capteurs capables de mesurer plusieurs paramètres environnementaux et de mouvement. Un module GNSS fournit des données de localisation en



Figure 5. Un exemple de kit de développement LR1120 proposé par SEMTECH (Source : SEMTECH).



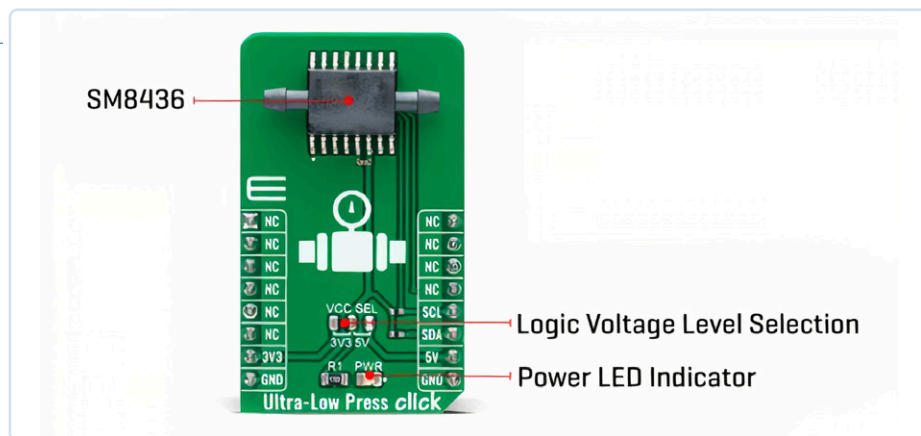


Figure 6. La carte Ultra-Low Press Click de Mikroe (Source : Mikroe).

extérieur. Enfin, la carte est livrée avec un élément sécurisé STSAFE, une batterie de 480 mAh et une démo OOB composée d'un tableau de bord pour le suivi d'actifs et d'une application pour smartphone.

#### Silicon Labs xG24-RB4188A

Le xG24-RB4188A de Silicon Labs [5] est un module de diversité d'antenne enfichable pour le prototypage d'applications sans fil 2,4 GHz (figure 4). Il se branche sur la carte de démarrage sans fil Silicon Labs BRD4001. Le module accueille un système sur puce Gecko sans fil EFR32 de Silicon Labs, un commutateur RF, un réseau correspondant et deux connecteurs d'antenne SMA. La sortie RF de l'EFR32 est de +20 dBm.

#### Le kit de développement LR1120 de SEMTECH

Pour prototyper des applications LoRa LPWAN basées sur le microcontrôleur sans fil LR1120 de SEMTECH [6], le fabricant propose une gamme de kits de développement [7] LR1120 semblables au kit illustré à la figure 5. Des variantes régionales de ces kits sont disponibles en fonction de la bande ISM sub-GHz (bande industrielle, scientifique et médicale). Le LR1120 convient aux applications multi-régionales de géolocalisation des actifs, de

gestion des stocks et de prévention des vols. Comme nous l'avons précédemment mentionné, il est possible d'ajouter des capteurs ou des périphériques supplémentaires à une carte de développement. Nous expliquons également à propos de la carte Microchip que celle-ci est équipée d'une prise mikroBUS. Le mikroBUS, développé par Mikroe, est rapidement devenu un standard industriel adopté par de nombreux fournisseurs de semiconducteurs pour leurs cartes de développement et d'évaluation. La technologie mikroBUS rassemble les protocoles de connectivité série SPI, UART et I<sup>2</sup>C ainsi que des signaux d'alimentation, analogiques et MLI dans un format de prise compact. Mikroe a développé des centaines de cartes Click [8] utilisant ce facteur de forme pratique.

La carte Mikroe Ultra-Low Press Click [9] en est un exemple. Conçue pour les mesures pneumatiques à basse pression, elle est dotée du capteur de pression TE Connectivity SM8436. Celui-ci communique à l'aide de l'interface I<sup>2</sup>C (figure 6).

#### Aller de l'avant avec votre kit de développement IoT

Les cartes de développement simplifient grandement le prototypage d'applications IoT. Dans ce bref article, nous avons pu

aborder quelques-unes des questions qui doivent s'imposer à l'esprit des ingénieurs en développement embarqué au moment de choisir une carte de développement appropriée. Outre les points mentionnés, il convient aussi de tenir compte des aspects spécifiques de l'application finale.

Alors, qu'allez-vous développer ? ◀

230338-04

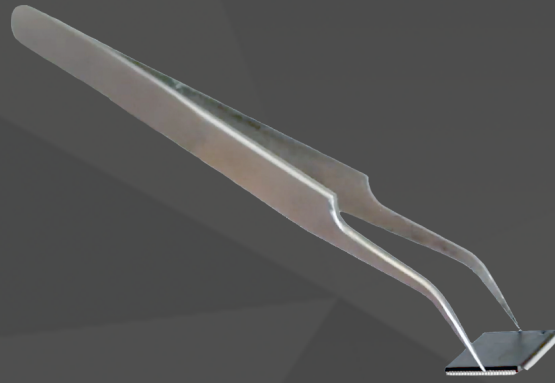


#### À propos de l'auteur

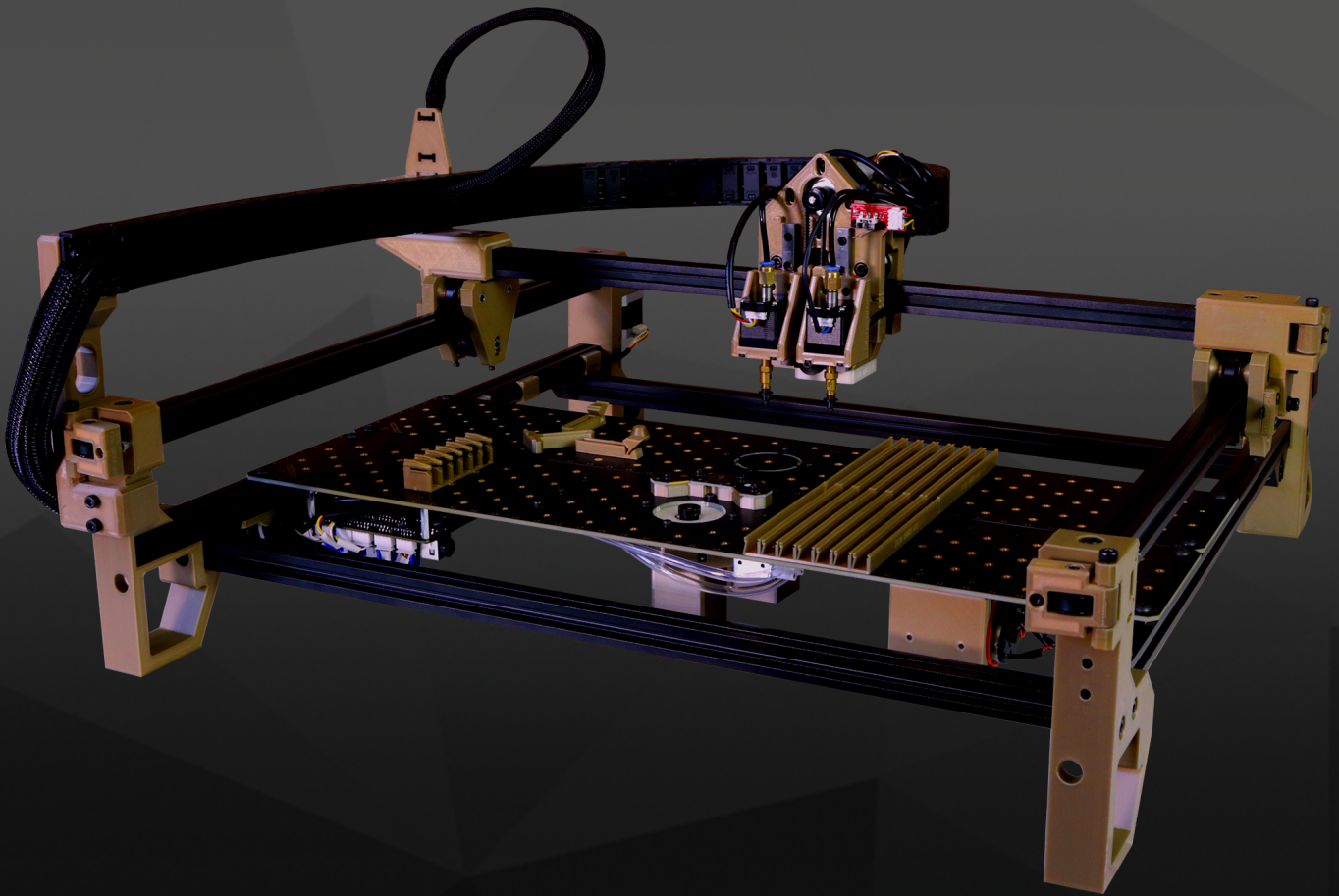
Mark Patrick est responsable de la création et de la diffusion du contenu technique – un contenu essentiel à la stratégie de Mouser visant à soutenir, informer et inspirer son public d'ingénieurs. Avant de diriger l'équipe de marketing technique, Patrick faisait partie de l'équipe de marketing achat de la région EMEA et jouait un rôle essentiel dans l'établissement et le développement des relations avec les principaux partenaires et fournisseurs. En plus d'avoir occupé divers postes dans les départements techniques et marketing, Patrick a travaillé pendant huit ans chez Texas Instruments, dans les services support et ventes techniques. Ingénieur expérimenté, passionné de synthétiseurs vintage et de motos, il n'hésite pas à les réparer. Patrick est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en électronique avec mention très bien de l'université de Coventry.

#### LIENS

- [1] EV36W50A WFI32 carte de développement IoT de Microchip Technology : <https://bit.ly/3Vw4L5U>
- [2] WFI32-IoT sur GitHub : <https://github.com/MicrochipTech/WFI32-IoT>
- [3] STMicroelectronics Carte d'évaluation de suivi d'actifs STEVAL-ASTRA1B : <https://bit.ly/3LwN4P6>
- [4] STM32WB5MMG module sans fil 2,4 GHz : <https://bit.ly/3NFird0>
- [5] xG24-RB4188A carte radio à diversité d'antennes de Silicon Labs : <https://bit.ly/3LBRFQ5>
- [6] Semtech LR1120 Wi-Fi/GNSS Scanner + LoRa Transceiver : <https://bit.ly/428oET8>
- [7] Kit de développement LR1120 : <https://bit.ly/42rdGaO>
- [8] Click Boards™ - Mikroe : <https://bit.ly/3LAaH9j>
- [9] Ultra-Low Press Click - Mikroe : <https://bit.ly/3LXr2GH>



VS



# C'est sans appel.

Le LumenPnP Desktop Pick & Place Machine assemble vos composants, vous n'aurez donc plus jamais besoin d'utiliser de pinces

- Radicalement Open Source
- Alimentation électrique
- Buse double
- Place les 0402s
- Prix abordable



[Opulo.io](http://Opulo.io)

