

LoRa fiabilise l'IdO

Stuart Cording (Elektor)

Avec sa gamme de produits Pro, Arduino privilégie LoRa et LoRaWAN pour assister les développeurs LPWAN. Massimo Sacchi, responsable des partenariats d'entreprise et développeur d'affaires chez Arduino, parle de LoRa et des solutions matérielles et logicielles connexes d'Arduino.

Le sans-fil a toujours été une arme à double tranchant pour les ingénieurs en électronique. D'un côté, il libère des obstacles à la mobilité, en autorisant des cas d'utilisation innovants dans tous les secteurs. Mais de l'autre, il nécessite une expérience en RF, est soumis à davantage de réglementations et est gourmand en énergie. Ainsi, pour ceux dont l'application dépend d'une alimentation par batterie, il a parfois été

difficile d'apporter les innovations exigées par certains marchés. En revanche, le développement continu des semi-conducteurs, notamment de la technologie RF sur CMOS, fait que les émetteurs-récepteurs radio sont de plus en plus petits et faciles à intégrer. Au fil des ans, une multitude de modules et de solutions de systèmes sur puce avec microcontrôleurs intégrés ont fait leur apparition sur le marché. Grâce

aux efforts déployés pour mieux utiliser le spectre sans licence dans les bandes ISM (industrielles, scientifiques et médicales) couplé aux services en nuage, les réseaux étendus à faible puissance (LPWAN) n'ont cessé de se développer.

Cela n'est pas passé inaperçu chez Arduino, qui, grâce à son portefeuille de cartes extensibles et à son approche de programmation simplifiée, a permis la prise en charge de presque toutes les technologies sans fil. Avec la création de leur gamme Arduino Pro pour les utilisateurs industriels, lancée au CES en 2020, LoRa et LoRaWAN ont été sélectionnés comme axe privilégié d'assistance aux développeurs LPWAN. Massimo Sacchi, responsable des partenariats d'entreprise et développeur d'affaires chez Arduino, est bien placé pour soutenir cet effort puisqu'il est également vice-président de la LoRa Alliance Task Force en



Massimo Sacchi

Massimo Sacchi est responsable des partenariats d'entreprise et développeur d'affaires chez Arduino. Il a rejoint

l'équipe en 2019, quatre ans après avoir déménagé en Australie. Il a grandi et étudié en Italie, où il a obtenu un diplôme en génie électrique avant de travailler pendant 20 ans dans le domaine de l'automatisation industrielle. Massimo est passionné par l'IdO et les applications du nuage, et soutient la croissance des réseaux étendus à faible puissance en tant que vice-président de la LoRa Alliance Task Force d'Australie et de Nouvelle-Zélande.

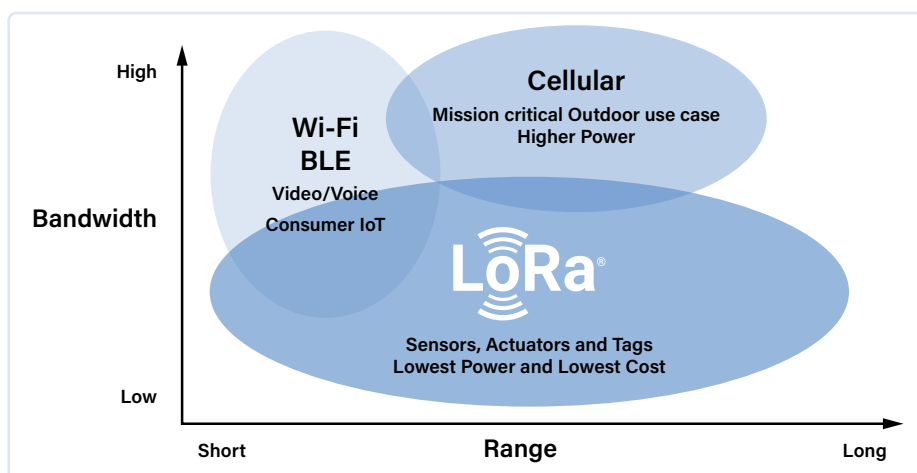


Figure 1. LoRa offre une connectivité à courte et longue portée pour les applications qui ne traitent que de petites quantités de données. (Source : Arduino)

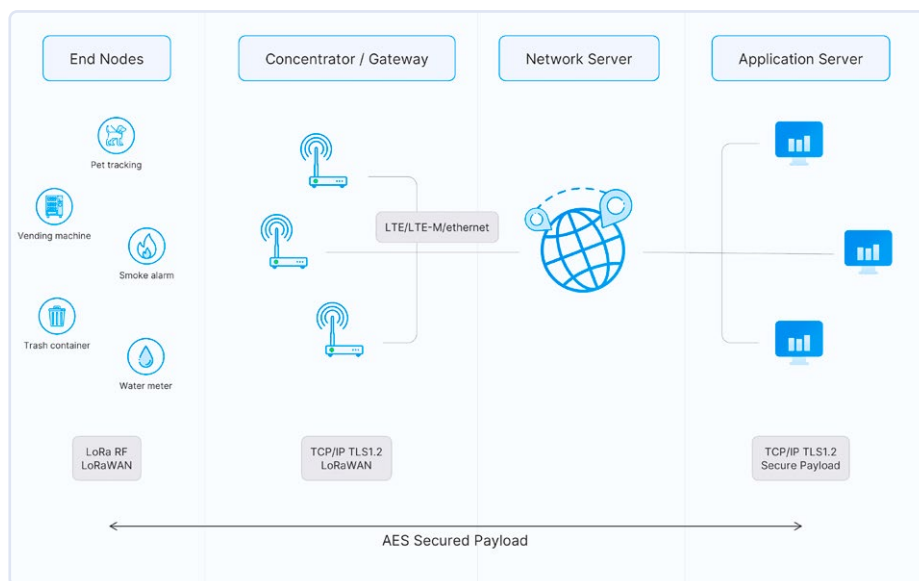


Figure 2. LoRaWAN est ce qui permet à LoRa de former un réseau, de se connecter aux services du nuage et de fonctionner en toute sécurité. (Source : Arduino)

Australie et en Nouvelle-Zélande.

« J'adore explorer les nouvelles technologies, notamment celles de l'IdOI », déclare Massimo. « Il est donc tout à fait naturel que, chez Arduino, nous utilisions nos capacités pour innover dans l'espace de LoRaWAN ».

Qu'est-ce que LoRaWAN ?

Le choix est vaste pour ceux qui cherchent à mettre en œuvre des réseaux sans fil pour les applications de l'internet des objets (IdO) ou de l'IdO industriel (IdOI). Le cellulaire, tel que la 4G/5G, fournit une infrastructure fonctionnelle, permettant aux développeurs de se concentrer sur

leurs applications. Cependant, malgré l'essor des solutions à plus faible consommation telles que NB-IoT [1], l'autonomie promise de 10 ans n'est pas acquise [2]. Le wifi peut également être considéré comme omniprésent, mais sa portée est limitée et, avant wifi 6, les optimisations de puissance nécessaires à la consommation des nœuds IdO n'existaient pas. En outre, les nœuds sont limités à un fonctionnement à portée du routeur et des éventuels répéteurs en raison de l'absence de prise en charge du transfert de réseau.

Les réseaux LPWAN se concentrent sur les besoins de la majorité des applications IdO : petits paquets de données peu fréquents,

longue portée et très faible consommation d'énergie. LoRa est l'une des plus abouties de ces technologies (figure 1), une technologie radio utilisant une technique de modulation sans fil appelée Chirp Spread Spectrum (CSS) qui lui confère sa robustesse sur le terrain. Fonctionnant dans les bandes sub-gigahertz de 433 MHz, 868 MHz et 915 MHz du spectre réservé à l'usage ISM, une ou plusieurs de ces fréquences sont disponibles presque partout dans le monde. Pour transformer les nœuds compatibles LoRa en réseau, on ajoute la couche logicielle LoRaWAN (figure 2), une spécification open-source soutenue et maintenue par l'Alliance LoRa. Ainsi, les nœuds d'extrémité LoRaWAN, où les applications sont mises en œuvre, peuvent communiquer avec des passerelles connectées à l'Internet. À partir de là, une communication bidirectionnelle est établie avec des serveurs d'applications basés dans le nuage qui peuvent traiter les données ou interroger les nœuds.

Simplicité et sécurité

« Ce qui est génial avec Arduino, c'est qu'il est si simple de créer un nœud LoRa et de le connecter à un réseau », explique Massimo, « il suffit de disposer d'un shield et d'une bibliothèque logicielle appropriés ». Pour les makers, les cartes les plus utilisées ont été les MKR1300 et MKR1310 (figure 3). Dotées du microcontrôleur basse consommation SAMD21 de Microchip, elles sont associées à un module LoRa

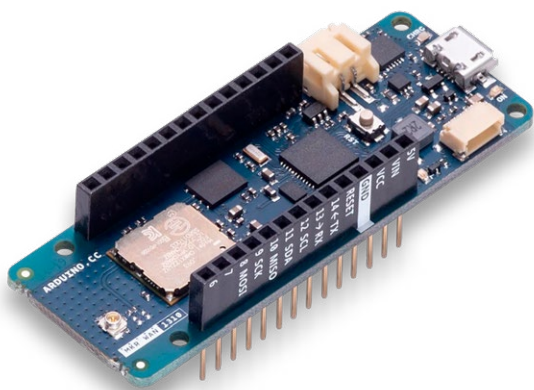


Figure 3. Le MKR1310 est un excellent point de départ pour l'IdO avec LoRa, un microcontrôleur basse consommation SAMD21 et un module radio Murata CMWX1ZZABZ. (Source : Arduino)

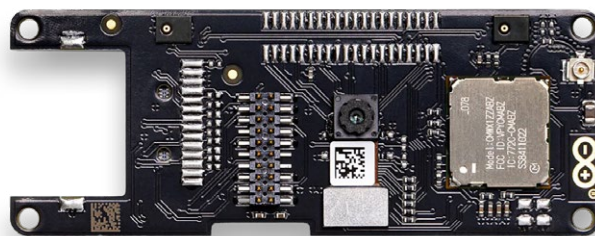


Figure 4. Le Portenta Vision Shield - LoRa ajoute la prise en charge de LoRaWAN au standard industriel pour le matériel Arduino Pro, tel que le Portenta H7. (Source : Arduino)



Ce qui est génial avec Arduino, c'est qu'il est si simple de créer un nœud LoRa et de le connecter à un réseau.

Murata CMWX1ZZABZ et à un circuit de charge de batterie. Lorsqu'elle est correctement configurée, la carte ne consomme que 104 μ A. Mais, avec la multiplication des cyberattaques sur les systèmes industriels, ces technologies doivent aussi être sécurisées. Cette sécurité est assurée par une puce cryptographique ECC508 où le cryptage et le décryptage sont implantés dans du matériel conforme aux conventions de sécurité standard de l'industrie. « Cela rend un tel matériel sûr dès le premier cycle d'horloge », ajoute Massimo. Pour les professionnels, on trouve le Portenta H7 qui, couplé au Vision Shield (figure 4), acquiert sa capacité LoRa en utilisant le même module RF et un coprocesseur cryptographique plus puissant, l'ECC608. Évidemment, le défi suivant consiste à mettre en place une passerelle robuste à laquelle les nœuds seront reliés. Grâce à une nouvelle collaboration avec RAKwireless, Arduino propose désormais deux passerelles prêtes pour l'industrie (figure 5) avec leur WisGate Edge Lite 2 pour l'intérieur et leur WisGate Edge Pro pour le déploiement en extérieur [3]. Avec la prise en charge de l'alimentation par Ethernet (PoE) qui facilite l'installation, les passerelles offrent une solution sécurisée avec une couverture globale à l'intérieur des bâtiments grâce à la prise en charge de 16 canaux au lieu de huit habituellement. La passerelle peut donner accès à des plateformes telles que The Things

Network. Toutefois, si elles le préfèrent, les équipes peuvent également configurer leur propre réseau privé avec un client MQTT et un serveur réseau.

Un matériel simple nécessite un logiciel simple

Même si le matériel peut être prêt à être connecté, rien ne peut se faire sans logiciel. Comme on pouvait s'y attendre, Arduino simplifie les choses, tant pour la carte que pour la connectivité au nuage. L'équipe a récemment lancé la version 2.0 de son IDE, apportant le débogage pour les débogueurs embarqués et tiers. Elle offre la possibilité d'explorer le contenu des variables et l'exécution du code, comme c'est le cas avec les IDE des fournisseurs de microcontrôleurs. L'interface en ligne de commande (CLI) est une nouveauté essentielle qui permet aux développeurs professionnels d'automatiser des tâches et d'intégrer l'environnement Arduino à d'autres outils, tels que l'intégration continue (CI) pour les tests.

Les applications IdO ont désormais la

capacité à se connecter aux services en nuage. L'Arduino Cloud [4] est lié à The Things Network (TTN), une plateforme mondiale bien connue qui prend en charge LoRaWAN. Grâce à l'utilisation de matériel de cryptographie standard, le provisionnement est simple et sécurisé.

« Il est important de noter que nous ne voulons pas enfermer les utilisateurs dans l'environnement Arduino », explique Massimo. « C'est pourquoi nous veillons à rester compatibles avec d'autres systèmes et plates-formes au standard LoRa, ce qui laisse aux développeurs le choix lorsqu'ils passent du prototypage au déploiement. Mais, par-dessus tout, notre objectif principal est de rendre LoRa facile à utiliser ».

L'une des limites des technologies LPWAN est la bande passante disponible. Le débit de LoRaWAN s'étend d'environ 5470 bps sur 2 km à 290 bps sur 14 km (tableau 1). C'est le prix à payer pour une longue durée de vie des batteries et une longue portée. Les développeurs doivent alors innover en traitant davantage de décisions au sein de leurs nœuds IdO et en réduisant la communication aux résultats plutôt que de transmettre les données au nuage pour traitement. Bien entendu, l'apprentissage automatique (ML) est une solution répandue, qui permet au microcontrôleur d'analyser de manière efficace une masse de données d'entrée complexes. Ici, les ingénieurs peuvent se tourner vers Edge



Figure 5. Les passerelles WisGate offrent une connectivité LoRaWAN robuste et sécurisée pour les déploiements professionnels, à l'intérieur comme à l'extérieur (Source : Arduino).

Facteur d'étalement	Taux de données	Gamme	Temps à l'antenne
SF7	5470 bps	2 km	56 ms
SF8	3125 bps	4 km	100 ms
SF9	1760 bps	6 km	200 ms
SF10	980 bps	8 km	370 ms
SF11	440 bps	11 km	40 ms
SF12	290 bps	14 km	1400 ms

Table 1. Comparaison des débits de données et de la portée pour LoRa en fonction du facteur d'étalement utilisé.

Impulse, une solution ML mature optimisée pour les microcontrôleurs de faible puissance [5].

Puis-je tout miser sur LoRa ?

De nouvelles solutions LPWAN et IdO semblent émerger régulièrement, et donc rendre difficile le choix lorsque votre application doit être prise en charge pour les deux ou trois prochaines décennies. L'annonce récente par Google du retrait de son service IdO Core [6] et les problèmes rencontrés par Sigfox [7] suscitent naturellement des inquiétudes chez les ingénieurs à la recherche d'une plateforme IdO fiable et durable.

« Environ 90 % des applications qui ne nécessitent pas de capacités cellulaires sont déployées à l'aide de LoRa », partage Massimo. « Et nous constatons une croissance supplémentaire, notamment dans le domaine des villes intelligentes, comme l'amélioration de la maintenance de l'éclairage public, et dans l'agriculture ».

Combinée à la technologie ML, la longue portée de LoRa permet aux agriculteurs de confiner géographiquement le bétail et d'obtenir des informations plus précises sur la santé de leurs animaux.

LoRa, grâce aux membres de son alliance mondiale, s'emploie également à maintenir et à développer cette technologie.

« Au niveau de la couche physique, il est peu probable que des changements soient apportés », explique Massimo. « Toutefois, LoRaWAN peut offrir de nouvelles améliorations au niveau logiciel, ce qui lui permet de s'adapter aux nouvelles exigences du marché ».

Certains de ces changements nécessiteront des mises à jour logicielles, mais celles-ci auront principalement un impact sur les passerelles afin qu'elles puissent prendre en charge les nouvelles fonctionnalités déployées dans les derniers matériels LoRa

IoT développés. D'autres travaux portent sur l'extension du support mondial afin que la bande passante soit légalement disponible pour les réseaux LoRa dans davantage de pays.

« Nous étudions également les moyens de collaborer avec d'autres normes radio, mais, là encore, cela se traduira par des modifications logicielles plutôt que matérielles », ajoute M. Massimo.

Passage en douceur du maker au professionnel

Si on examine le marché, LoRa semble définitivement prendre le dessus en termes de réponse aux exigences des applications IdO. Constatant que de nombreuses applications débutent sur le matériel d'un maker, Arduino offre une combinaison appropriée de matériel et de logiciel pour les projets d'innovation qui explorent la technologie disponible. À mesure que la solution évolue, le matériel Arduino Pro, les passe-

relles WisGate et une abondance de logiciels ouvrent la voie vers un déploiement LoRa professionnel. En outre, Arduino propose une gamme croissante de services supplémentaires par le biais de son réseau mondial de partenaires qui aident à l'intégration et à la fabrication des systèmes. Enfin, pour ceux qui hésitent encore sur la technologie LPWAN, LoRa offre la stabilité grâce à son alliance active de membres et au développement continu. ◀

220513-04 — VF : Denis Lafourcade

À propos de l'auteur

Stuart Cording est ingénieur et journaliste avec plus de 25 ans d'expérience dans l'industrie électronique. Vous pouvez lire un grand nombre de ses articles dans Elektor à l'adresse

www.elektormagazine.com/cording



Produits

Vous recherchez les principaux éléments mentionnés dans cet article ? Arduino et Elektor s'occupent de vous !

- **Arduino MKR WAN 1310**
www.elektormagazine.fr/arduino-mkrwan1310
- **Arduino Portenta Vision Shield LoRa**
www.elektormagazine.fr/arduino-portenta-vision-shield-lora
- **Arduino WisGate Edge Lite 2**
www.elektormagazine.fr/arduino-wisgate-edge-lite
- **Arduino WisGate Edge Pro**
www.elektormagazine.fr/arduino-wisgate-edge-pro
- **Livre en anglais « Develop and Operate Your LoRaWAN IoT Nodes », C. Kühnel, (Elektor 2022)**
www.elektor.fr/20147

LIENS

- [1] GSMA, « Narrowband - Internet of Things (NB-IoT) » : <https://bit.ly/gsma-nb-iot>
- [2] u-blox, « Powering ten years of NB-IoT connectivity with a single battery », 22 janvier 2019 : <https://bit.ly/ublox-nbiot>
- [3] Arduino, « WisGate Edge Gateways for LoRaWAN Connectivity » : <https://store.arduino.cc/pages/wisgate-lora-gateways>
- [4] Arduino Cloud : <https://docs.arduino.cc/arduino-cloud/>
- [5] « Image Classification with Edge Impulse », S. Romero, Arduino, 21 septembre 2022 : <https://bit.ly/arduino-nicla-vision>
- [6] « Google Cloud to Shut Down IoT Core Service », S. Evans, IoT World Today, 23 août 2022 : <https://bit.ly/google-cloud-iwt>
- [7] « Sigfox Enters Insolvency Proceedings Following Difficulties », R. Daws, IoTnews, 27 janvier 2022 : <https://bit.ly/sigfox-iotnews>