

Low Power Wide Area Network : état de l'art

Ass DIANE, Pr Ousmane DIALLO, Dr El hadji Malick NDOYE

Laboratoire d'Informatique et d'Ingénierie pour l'Innovation

Université Assane SECK de Ziguinchor

L'internet des objets est devenu aujourd'hui un domaine en pleine expansion. Cela est notamment dû à l'avancée des technologies numériques, à la miniaturisation, à la réduction du coût des dispositifs et à la connectivité sans fil, entre autres. Malgré la pléthore de technologies utilisées pour l'Internet des objets, le compromis entre une longue portée de transmission et une faible consommation d'énergie n'a pas été trouvé avant l'avènement des technologies LPWAN (Low Power Wide Area Network). Ce résumé illustré fait le point sur l'état de l'art des réseaux LPWA et de ses technologies sous-jacentes.

Mots clés : IoT, LPWAN, déficit de recherche

Introduction

L'internet des objets en soi n'est pas une technologie unique mais un ensemble de technologies[1] possédant chacune des caractéristique comme la portée de transmission, la quantité d'information transmise, la bande de fréquence utilisée etc. Ainsi une collection de technologies, ayant la particularité d'une longue portée de transmission, une faible consommation énergétique et des coûts modérés, est regroupée dans un concept appelé LPWAN (Low Power Wide Area Network).

Les réseaux déployés dans le cadre de l'internet des objets sont catégorisés en deux grandes familles à savoir les réseaux courte portée à faible puissance et les réseaux longue portée et à faible puissance[2]. Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee, Bluetooth Low Energy, RFID IPv6 over low-power wireless personal area networks (6LoWPAN) et Near-field communication (NFC) sont des réseaux à courte portée et à faible puissance. Ces réseaux ne sont pas adéquats à un ensemble d'application où une longue portée de transmission est une exigence non négociable. Alors la solution pourrait être les réseaux cellulaires mais leur consommation énergétique est très forte et un débit de données élevés. Les réseaux LPWA sont apparus pour répondre aux besoins d'une longue portée de transmission et d'une faible consommation énergétique de certaines applications. Ces réseaux sont formés par des technologies propriétaires comme Sigfox, Ingenu, Telensa, et des technologies ouvertes comme LoRa, Weightless, DASH7, NB-FI. La Figure 1 illustre le positionnement des technologies LPWAN, en termes de portée, de débit, de la consommation énergétique et de la largeur de bande par rapport à d'autres technologies.

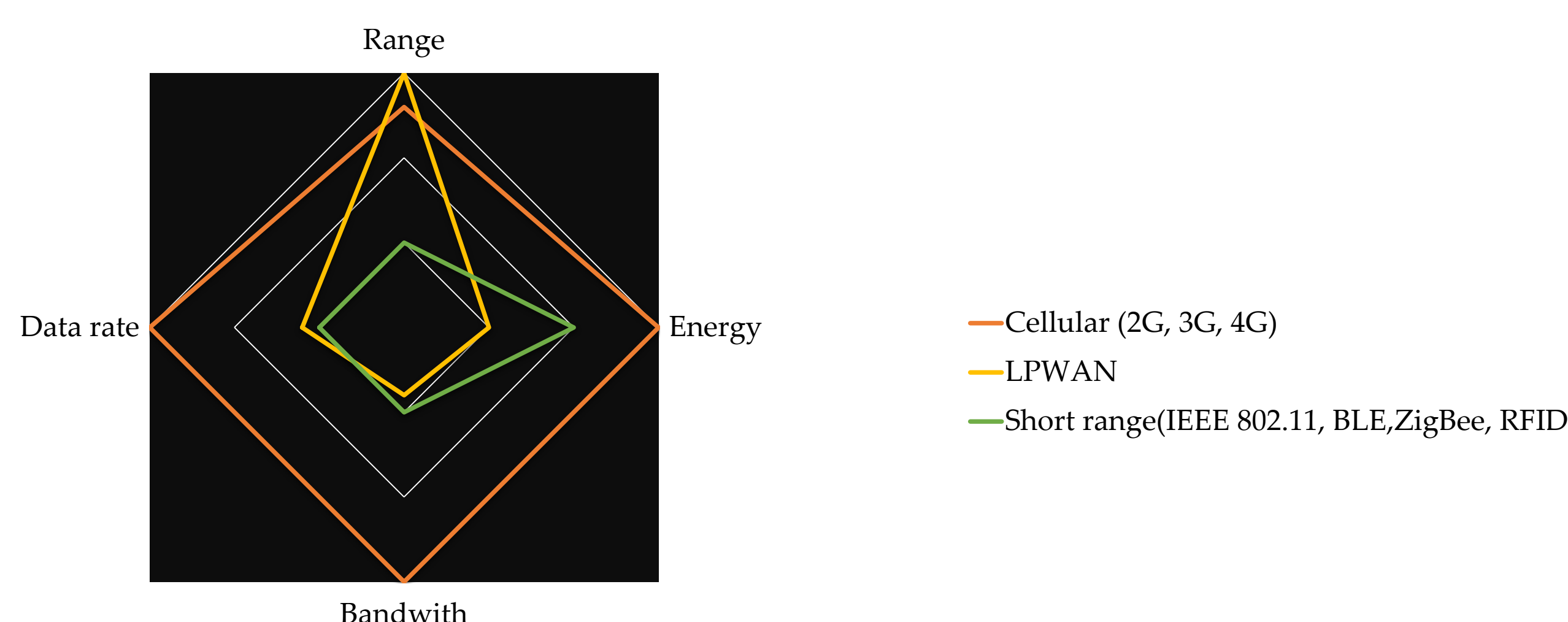


Figure 1: Comparaison entre les LPWAN et d'autres réseaux

Architecture spécifique d'un réseau LPWAN

Les réseaux LPWA présentent tous des architectures similaires. La différence est souvent liée aux appellations (terminologies) des entités qui forment l'architecture. Dans cette section, nous relatons les fonctions assurées par chaque entité de l'architecture. Un système LPWAN de bout en bout est composé, en général, de dispositifs finaux, des nœuds de relais, d'un serveur réseau et d'un serveur d'application comme illustré à la Figure 4. Les dispositifs finaux également appelés nœuds d'extrémités ou UE (User Equipment) sont les entités les moins complexes du réseau. Ils peuvent transmettre des données de leur environnement ou agir sur ce dernier. Ce sont souvent des capteurs ou des actionneurs[3]. Les données collectées sont transmises aux nœuds relais par une liaison radio sans fil. D'une technologie LPWAN à une autre, le terme du nœud relais peut être remplacé par passerelle, station de base ou point d'accès mais les fonctionnalités restent immuables. Les nœuds relais possèdent généralement plus d'une interface de communication car ils échangent avec les dispositifs finaux qui ne sont pas adressés en IP et ils communiquent via IP avec le serveur réseaux. Les nœuds relais reçoivent les commandes des serveurs réseau et les transmettent au dispositif terminal destinataire dans le cas des technologies bidirectionnelles. L'autre élément incontournable du système LPWAN est le serveur réseau ou serveur Cloud. C'est l'entité la plus intelligente du réseau. Il surveille les nœuds de relais et se charge de l'agrégation des données. Pour les technologies adoptant le mécanisme d'adaptation de débit, le serveur réseau ajuste les paramètres des dispositifs finaux afin d'augmenter la capacité globale du réseau et d'optimiser la consommation énergétique des nœuds. Le dernier élément de l'architecture des réseaux LPWA est le serveur d'application. Il permet la valorisation des données collectées par les nœuds d'extrémités en offrant des services utiles à l'utilisateur final. Il peut utiliser l'analyse des données massives pour analyser et agir sur les données[4].

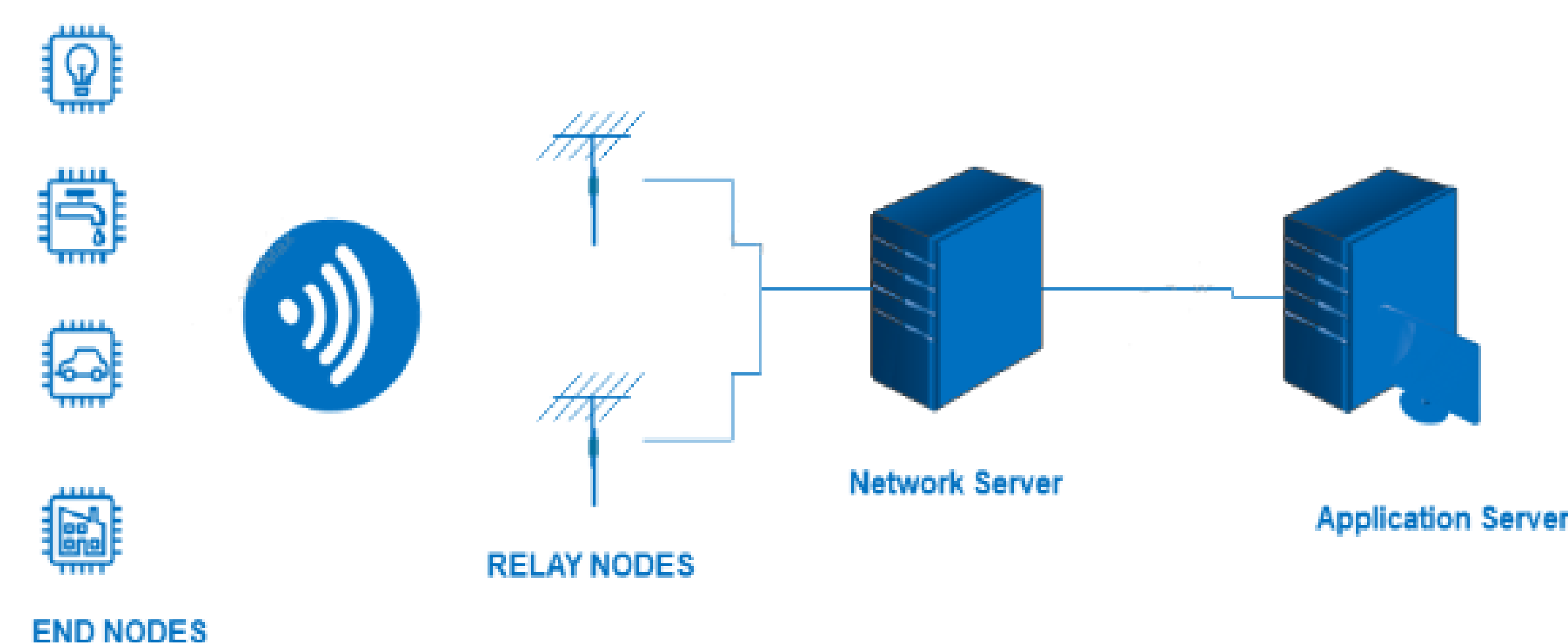


Figure 4 : Architecture des LPWAN

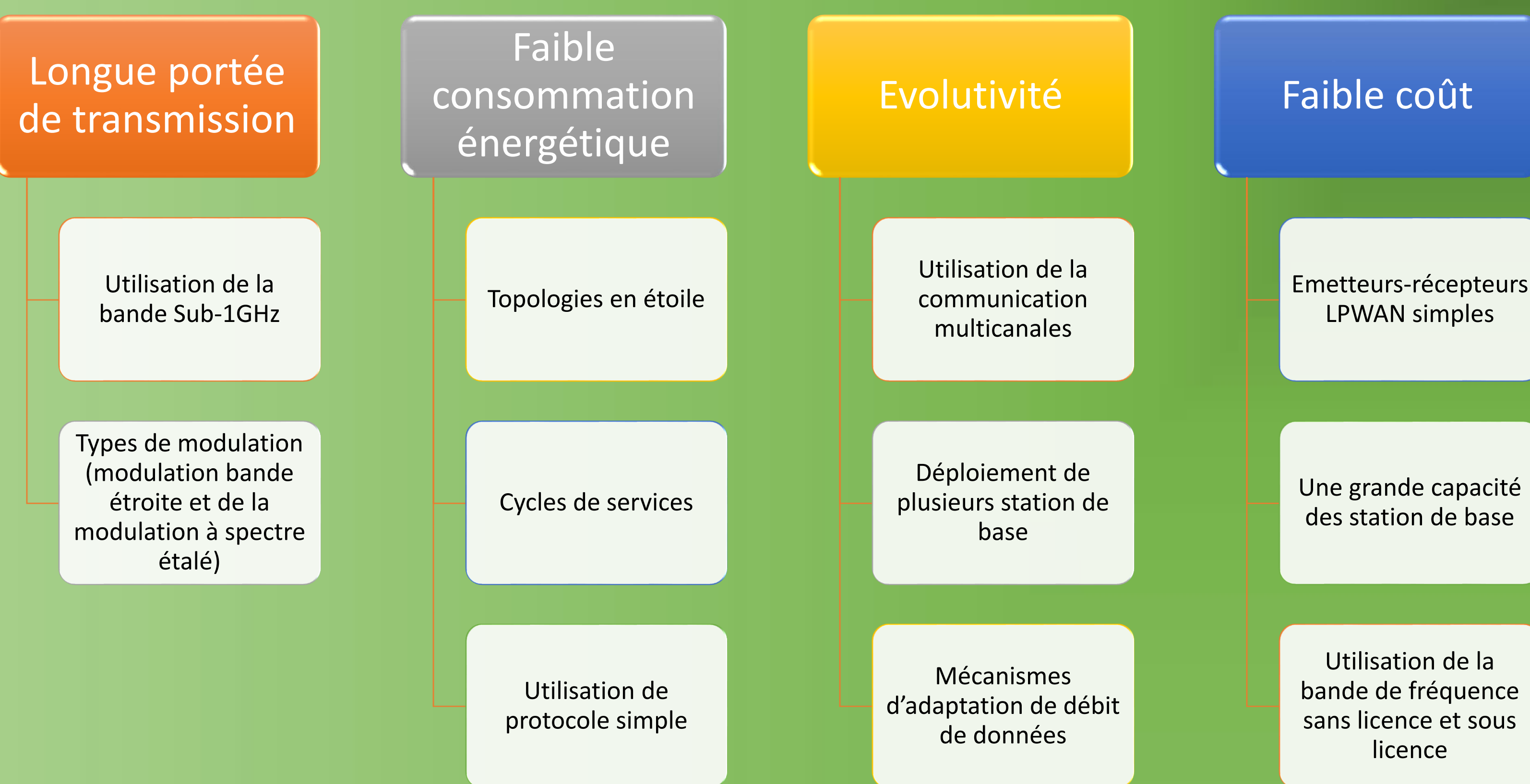


Figure 2 : Caractéristiques des LPWAN

Applications des technologies LPWAN

L'émergence des technologies LPWAN crée d'avantages de nouvelles séries d'application dans plusieurs domaines notamment dans le transport intelligent, la logistique, le comptage intelligent, la surveillance environnemental etc. La faible consommation énergétique et la longue portée de communication favorisent grandement l'utilisation des technologies LPWAN dans de nombreux projet IoT. Cependant le débit de donnée faible, le nombre de message limité par jour pour certaines technologies et un temps de latence élevé constituent des obstacles pour l'enrôlement des technologies LPWAN dans quelques applications IoT comme les applications d'alerte d'urgence ou de surveillance en temps réel. Néanmoins les secteurs, où les technologies LPWAN sont sollicitées, sont nombreux et diversifiés, comme illustré à la figure 3.

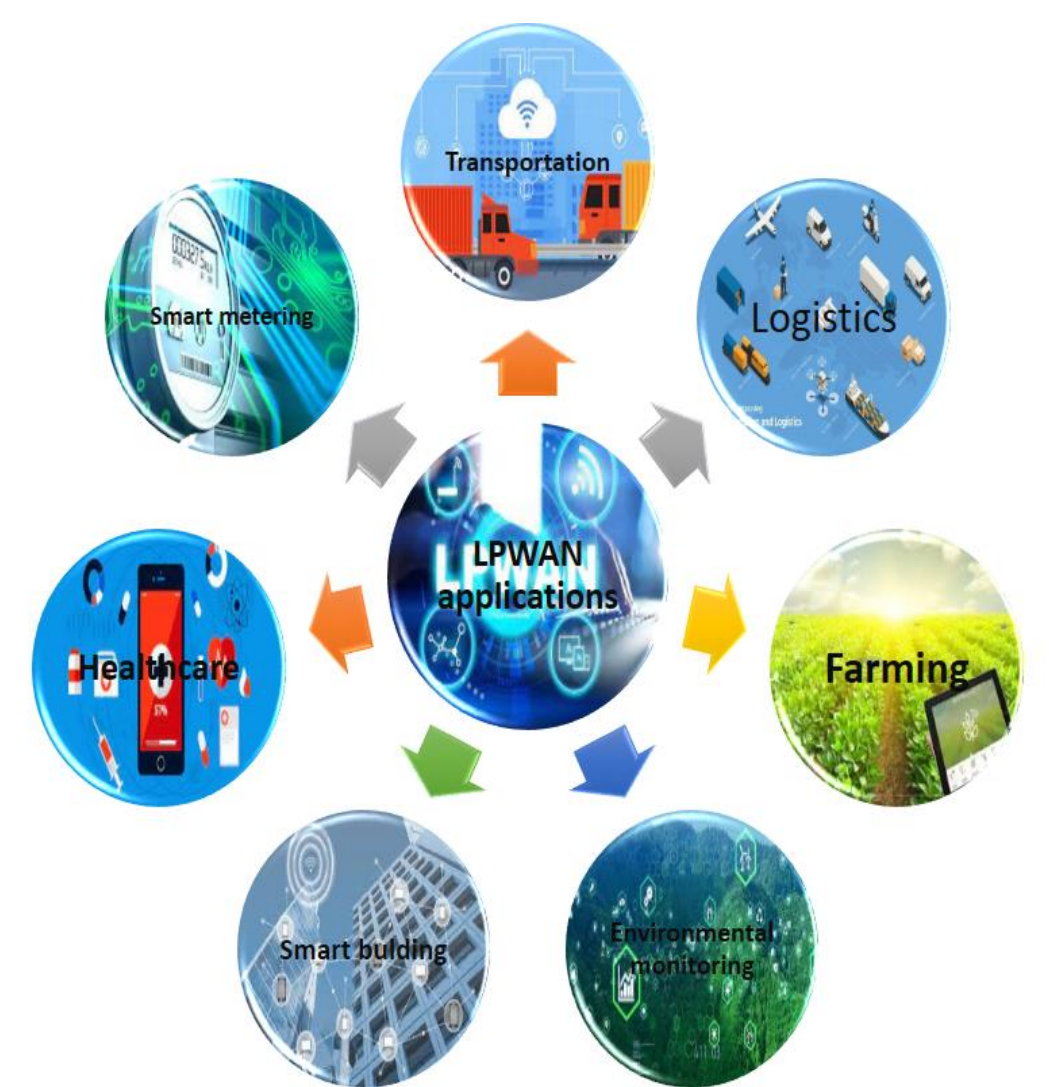


Figure 3 : Secteurs d'applications des LPWAN

Discussions et déficit de recherche

Nous assistons à une vulgarisation des technologies LPWAN grâce à la convergence de plusieurs chercheurs dans ce domaine de l'IoT et aux innombrables services qu'elles rendent. Ce développement fulgurant fait surgir logiquement un certain nombre de défis à relever pour une intégration davantage des technologies LPWAN dans les projets IoT. Même si chaque technologie à ces défis inhérents, ils existent des points d'intersection entre eux. Dans cette section, il est question de discuter des challenges pour les technologies LPWAN.

L'évolutivité, est l'une des particularités mise en avant par les acteurs pour promouvoir les technologies LPWAN. Les réseaux LPWA sont appelés à être associée dans des déploiements à l'échelle d'une ville ou d'un pays. Donc des millions de terminaux sont attendus. Parfois il peut arriver qu'une zone concentre plus de terminaux que d'autre. Ce qui peut amener qu'une station de base ait plus de tâches que d'autre ou que le problème d'insuffisance de ressources spectrale se pose. Sans oublier un problème crucial qui est l'interférence entre les terminaux. Pour surmonter ces problèmes, il faudrait penser à des stratégies de déploiement optimales aussi bien pour les nœuds terminaux que pour les stations de bases et améliorer le protocole d'accès aux medium de certaines technologies.

La localisation exacte d'un dispositif IoT peut jouer un rôle important dans une application. Alors il devient nécessaire de penser à des mécanismes efficaces de localisation. Même si des travaux de recherches vont dans ce sens comme ces articles [5], [6], des solution utilisant des technique autre que l'intensité du signal et son heure de réception, doivent être trouver pour plus de précision dans la localisation.

Les exigences des applications IoT peut être diverses et variés. Une application IoT peut délivrer plusieurs services avec plusieurs technologies LPWAN différentes. Au lieu d'avoir pour chaque service, son propre réseau, nous pouvons réfléchir à un réseau hybride. Dans ce réseau, les stations de base devront communiquer avec des nœuds terminaux de technologies LPWAN différents. Un réseau hybride pourrait optimiser les coûts d'une application IoT complexe. Par déduction, des données de source et de format différents sont à traiter. Alors le développement d'intergiciel pour assurer la communication entre les applications constitue une solution pour l'intégration des données issues de technologie différentes. L'interopérabilité entre les technologies LPWAN mais entre les technologies LPWAN et les autre technologies IoT est un véritable défi.

Conclusion et perspectives

En résumé, les réseaux LPWA ont une popularité grandissante dans le milieu de la recherche scientifique. Ce succès est dû aux caractéristiques de ces réseaux comme la par une longue portée de transmission, une efficacité énergétique, l'évolutivité et le coût des appareils et d'abonnement bas car favorisant sont dans plusieurs projets IoT dans plusieurs secteurs différents. Nous ferons un focus, sur l'une des technologies LPWAN, LoRa particulièrement sur le mécanisme ADR (Adaptative data rate). L'ADR permet au serveur réseau de commander les nœuds d'extrémités mais la spécification LoRa (LoRa-Alliance) ne décrit pas comment le processus doit se dérouler. Les algorithmes ADR sont pour la plupart modélisés, implémentés ou simulés avec un seul serveur réseau dans l'architecture. Et quand est-il si on est dans une architecture avec plusieurs serveurs réseau ? Ainsi nous allons proposer un schéma ADR qui prend en compte plus d'un serveur réseau. Ce schéma sera implémenté pour être simulé où modéliser mathématiquement afin de l'optimiser

Références

- [1] P. Sethi et S. R. Sarangi, « Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications », J. Electr. Comput. Eng., vol. 2017, p. e9324035, janv. 2017, doi: 10.1155/2017/9324035.
- [2] H. A. A. Al-Kashoash et A. H. Kemp, « Comparison of 6LoWPAN and LPWAN for the Internet of Things », Aust. J. Electr. Electron. Eng., vol. 13, no 4, p. 268-274, oct. 2016, doi: 10.1080/1448837X.2017.1409920.
- [3] W. Ayoub, M. Mroue, F. Nouvel, A. E. Samhat, et J. Prévotet, « Towards IP over LPWANs technologies: LoRaWAN, DASH7, NB-IoT », in 2018 Sixth International Conference on Digital Information, Networking, and Wireless Communications (DINWC), avr. 2018, p. 43-47. doi: 10.1109/DINWC.2018.8356993.
- [4] B. S. Chaudhari, M. Zennaro, et S. Borkar, « LPWAN Technologies: Emerging Application Characteristics, Requirements, and Design Considerations », Future Internet, vol. 12, no 3, Art. no 3, mars 2020, doi: 10.3390/fi12030046
- [5] P. Guan, Z. Zhang, L. Wei, et Y. Zhao, « A Real-Time Bus Positioning System Based on LoRa Technology », in 2018 2nd International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC), Kuala Lumpur, août 2018, p. 45-48. doi: 10.1109/ICSGSC.2018.8541282
- [6] J. Tengler, A. Dávid, M. Majerčáková, A. Torok, et S. Gašparová, « Localization of Transport and Logistics Units through IoT Technologies ».