

Technologies d'Accès au Low Power Wide Area

Narrowband-IoT, LTE-M et LoRaWAN: un aperçu introductif des technologies

La connectivité, qui consiste à connecter des objets à l'Internet, constitue le prérequis élémentaire permettant de mettre en liaison entre eux les objets à connecter dont le nombre augmente sans cesse et de plus en plus rapidement. L'«objet» dont il est question, et quelle que soit sa nature, communiquera à l'avenir essentiellement par le biais d'une technologie d'accès radio telle que LoRaWAN, Narrow-band-IoT et LTE-M ou par le biais de technologies filaires et non filaires.

Outre les technologies sans fil existantes et connues, issues de la deuxième, troisième, quatrième et entre-temps cinquième génération, il existe deux autres

technologies d'accès cellulaires «Low Power Wide Area» qui ont également été définies pour la première fois dans la 3GPP Release 13 avec Narrowband-IoT et LTE-M spécialement au service des applications IoT. D'un point de vue technique, les deux technologies appartiennent à la famille Low Power Wide Area (LPWA), ainsi que le Low Power Network de Swisscom intégré dans le spectre de télécommunications mobiles hors licence. Elles se distinguent toutes les trois par leur haute efficacité énergétique. Les différentes caractéristiques des technologies peuvent être consultées en détail dans les tableaux.



Narrowband-IoT (NB-IoT)

Narrowband-IoT dispose d'une très bonne couverture dotée d'une grande capacité de pénétration dans les bâtiments. NB-IoT se prête avant tout aux applications statiques avec de petites quantités de données et sans exigences spécifiques, et qui se situent dans des lieux aux conditions de réception techniquement restreintes tels que les caves, les sous-sols profonds voire les régions rurales et éloignées.



LTE-M

LTE-M propose, contrairement aux deux autres technologies «Low Power Wide Area», une plus grande évolutivité des débits ainsi qu'une fonctionnalité vocale en option. De plus, LTE-M assure la mobilité intégrale et le transfert intercellulaire de la téléphonie mobile (pour les applications non statiques) et convient donc tout à fait aux applications IoT dans les domaines de l'automobile et du transport.



Swisscom Low Power Network (LPN)

Dans le cas du LPN, il s'agit d'un réseau complémentaire extrêmement efficace énergétiquement qui repose sur la norme industrielle ouverte Internet LoRaWAN de lora-alliance.org. Contrairement à Narrowband-IoT et LTE-M, LoRaWAN exploite un spectre de fréquence hors licence. Depuis 2016 le réseau peut être utilisé partout en Suisse. Les extensions du réseau local peuvent en outre être réalisées à très peu de coûts.

Technologie	 LPN (LoRa)	 NB-IoT	 LTE-M (LTE Cat.M1)	 LTE (Cat.1)
Brève description	Le réseau LoRaWAN est un réseau dédié à l'IoT. Il est optimisé pour la communication IoT à faible coût et économe en énergie avec un petit volume de données.	Narrowband IoT est une extension spéciale du réseau LTE qui est adaptée à un nombre et à une densité élevés de terminaux à faible bande passante.	LTE-M est une extension du réseau LTE qui est adaptée aux applications IoT pour lesquelles la qualité est importante. LTE-M prend également en charge la mobilité et Voice.	La catégorie inférieure des appareils du réseau LTE actuel convient relativement bien aux applications IoT en raison de leur débit de données relativement faible.
Technologie d'accès radio	Réseau radio reposant sur la norme ouverte LoRaWAN.	Réseau mobile cellulaire dans le spectre de fréquences pour lequel l'opérateur possède une licence		4G, 3GPP Rel. 8
Convient aux domaines d'application IoT suivants	Massive IoT > Services publics intelligents : compteurs de gaz, d'eau et d'électricité, Smart Metering > Villes intelligentes : systèmes de gestion de la circulation, Smart Parking, gestion des conteneurs pour ordures ménagères, feux intelligents, lampadaires, etc. > Bâtiments intelligents : détecteurs de fumée, systèmes d'alarme, chauffage télécommandé, stores, climatisation > Consommateurs : technologie portable, suivi des enfants et des personnes âgées > Transport et logistique : gestion des parcs de véhicules, suivi des marchandises > Agriculture : surveillance du temps et de la croissance des cultures, suivi du bétail dans les pâturages > Industrie 4.0 : supervision et gestion des processus, exploitation et maintenance, supervision du chauffage, aération et climatisation		Critical IoT > Sécurité de la circulation routière : surveillance et gestion de la circulation, appels d'urgence automatiques > Santé : surveillance de la santé, opérations gérées à distance > Production industrielle : coopération nécessitant de la rapidité et l'échange de volumes importants de données, gestion de la production et évaluation > Véhicules autonomes : communication entre véhicules, entre véhicules et objets ou entre véhicules et centre de contrôle > Applications dans les domaines de la sécurité et de la surveillance : vidéosurveillance, surveillance d'objets > Sécurité publique : communication dans la police ou l'armée, surveillance à distance, gestion de robots, vidéos prises par des drones > Aéronautique et gestion des trains : drones, hélicoptères, surveillance des vols, protection de l'espace aérien > Gestion des trains : trains autonomes, métro, tramway, alarmes de signalisation, prévention des collisions > Smart Control : Compteurs numériques avec fonctionnalité de contrôle réseau supplémentaire, gestion du réseau intelligent, Smart Grid Mgmt.	

Cette liste d'exemples d'applications n'est ni exhaustive ni la liaison d'affectation. La technologie IoT optimale pour votre application peut différer de cette liste. Nos ventes spécialisées IoT sont disponibles pour des conseils personnalisés (contact: IoT.spoc@swisscom.com).

Vue d'ensemble des principales caractéristiques

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Débit de données	●○○○○○	●○○○○○	●●●○○○	●●●●●●
Portée	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●
Efficacité énergétique	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●○○○○○
Téléphonie vocale	Non	Non	Oui	Oui
Prix des modules	●○○○○○	●○○○○○	●●○○○○	●●●●●●
Disponibilité	Depuis 2016	Depuis 2018	Depuis 2018	Depuis 2014
Sécurité	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●
Mobilité	Oui	Oui	Oui	Oui
Roaming	Disponible au niveau international ¹⁾	Disponible au niveau international ²⁾	Disponible au niveau international ³⁾	International (plus de 500 réseaux)
Divers	Extensions locales économiques	Couverture étendue dans les bâtiments		

1) LoRaWAN Roaming est en constante expansion et est désormais disponible dans les pays suivants: Belgique, France, Pays-Bas et Finlande.

2) Août 2020: NB-IoT est limité dans la disponibilité internationale, mais est continuellement étendu.

3) Cette technologie d'accès radio est également disponible pour les clients de Swisscom sur tous les réseaux de roaming LTE dans lesquels LTE-M a été lancé. Cliquez sur le lien suivant afin de les consulter: <https://www.gsma.com/iot/deployment-map/>

Clause d'exclusion de responsabilité: les informations relatives au débit de données, à la portée et à l'efficacité énergétique dépendent non seulement de la configuration de l'application du client, mais également des conditions radioélectriques. Toutes les technologies de radiocommunication proposées par Swisscom reposent sur le principe du «best effort» dans le domaine de l'accès. Veuillez également noter que la topographie, le terrain, la nature de l'enveloppe des bâtiments, l'infrastructure de téléphonie existante, etc., et le nombre d'utilisateurs peuvent influencer la disponibilité et la qualité des services. Les valeurs indiquées pour la couverture radio se basent sur une modélisation qui tient compte de différents facteurs. La couverture réelle peut différer de ces valeurs. Une analyse sur le terrain est nécessaire afin d'évaluer précisément la couverture.

Vue d'ensemble détaillée des caractéristiques et des performances du réseau

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Bande de fréquences	Bande SRD ⁴⁾ 868 MHz sans licence	Bande LTE 20 800 MHz avec licence ⁵⁾	Bande LTE 20 800 MHz avec licence ⁵⁾	Bande LTE (fréquence en MHz) 20 (800); 3 (1800); 1 (2100); 7 (2600) avec licence
Débits de données	Débit descendant: 1,7 – 5,4 kbit/s Débit ascendant: 0,3 – 5,4 kbit/s	Débit descendant: 30 kbit/s Débit ascendant: 60 kbit/s	Débit descendant et débit ascendant 0,1 kbit/s – 1 Mbit/s	Débit descendant: 10,3 Mbit/s Débit descendant: 5,2 Mbit/s
Affaiblissement maximal (MCL)	159 dB	164 dB	155 dB	140 dB
Couverture max. en Suisse ⁶⁾				
Extérieure	97,5 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %
Coverage Enhancement ⁷⁾	Chirp Spread Spectrum	> 64 / 128 retransmissions max. > PSD / UL single tone/ multitone transmission	> Coverage Enhancement A > 32 retransmissions max. > Saut de fréquence	> Rx Diversity > Frequency diversity gain
Antenne de réception de l'UE	Pas de MIMO, mais Rx Diversity	Pas de MIMO, pas de Rx Diversity	Pas de MIMO, pas de Rx Diversity	Pas de MIMO, mais Rx Diversity
Autonomie max. de la batterie ⁸⁾	jusqu'à 10 ans	jusqu'à 10 ans	entre 5 et 10 ans	Jours – plusieurs mois
Téléphonie vocale	Non	Non	Oui, VoLTE (Packet Switched)	Oui, VoLTE (Packet Switched)
Application en temps réel	Non	Non	Oui	Oui
Latence	1 – 10 s	1,4 – 10 s	10 – 200 ms	10 – 100 ms
Transmission en duplex ⁹⁾	Semi-duplex	Semi-duplex FDD uniquement	Duplex et semi-duplex FDD	Duplex et semi-duplex FDD et TDD
Densité max. d'appareils		> 10'000 appareils par cellule radio		≤ 1'000 appareils par cellule radio

4) La bande SRD (Short Range Devices) est une gamme de fréquences destinée aux appareils à faible puissance d'émission (low power devices), ou applications de réseaux radio mobiles professionnels afin d'assurer la transmission vocale et de données. Il est possible d'utiliser la fréquence 868 MHz sans licence dans toute l'Europe. Elle est également utilisée pour les normes IoT suivantes: LoRa, Weigthless P et Sigfox EU

5) Au Liechtenstein, LTE-M et NB-IoT ont été mis en service sur la bande de fréquences 3/ 1800 MHz.

6) Les valeurs indiquées pour la couverture radio se basent sur une modélisation qui tient compte de différents facteurs. La couverture réelle peut différer de ces valeurs. Une analyse sur le terrain est nécessaire afin d'évaluer précisément la couverture.

7) Les fonctions de Coverage Enhancement suivantes entraînent une diminution du débit de données :

- PDS (Power Spectrum Density), l'énergie disponible de l'UE est concentrée sur une bande passante inférieure.
- Coverage Enhancement Mode avec le nombre correspondant de retransmissions
- Modulation plus robuste ; LTE-M 16QAM & QPSK et NB-IoT seulement QPSK modulation et en plus le BPSK stable maximum.

8) Les facteurs suivants influencent la durée de vie de la batterie: le cycle de transmission des données (eDRX/PSM), le volume des données transmises pendant chaque cycle, les conditions radioélectriques ou le nombre de retransmissions nécessaire, le paramétrage de PSM et d'eDRx dans le réseau ainsi que la qualité et la décharge spontanée des batteries

9) Procédés de transmission en duplex: FDD = Frequency Division Duplex et TDD = Time Division Duplex

Vue d'ensemble détaillée des caractéristiques et des performances du réseau

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Fonction d'économie d'électricité standard (DRX)¹⁰⁾	n/a	10,24s	2,56s	2,56s
Fonction d'économie d'énergie étendue (PSM)	Classes d'appareils spécifiques et ADR ¹¹⁾	eDRX ¹²⁾ 10'485,76 s (env. 2,9 h)	eDRX ¹²⁾ 2'621,44 s (~44 min.)	non supporté
		¹³⁾ PSM / periodic TAU timer de 413,3 jours + ¹⁴⁾ HLCOM		
Mobilité	Broadcast	Cell reselection	Handover (connected mode) & cell reselection (idle mode)	

Fonctions réseau prises en charge

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Coverage Enhancement	n/a	Oui ¹⁵⁾	Oui ¹⁵⁾	Non
eDRX	n/a	Oui ¹⁶⁾	Oui ¹⁶⁾	Non
PSM / periodic TAU timer	Broadcast /ADR	Oui ¹⁷⁾	Oui ¹⁷⁾	Non
HLCOM	Non	Non prévu ¹⁸⁾	Non prévu ¹⁸⁾	Non
Network Positioning	GPS und TDoA ¹⁹⁾	GPS + ECID	GPS + ECID	GPS + ECID
PSD boosting en lien descendant	Oui	Oui	Oui	Non
Multicast	Depuis le 1 ^{er} trimestre 2020	Depuis l'introduction de 3GGP Rel.14	Depuis l'introduction de 3GGP Rel.14	Non
Voice/VoLTE	Non	Non	Oui	Oui
SMS	Non	Oui ²⁰⁾	Oui	Oui

10) Discontinuous reception consiste à éteindre le récepteur pendant les périodes où il n'y a pas ou peu de choses à transmettre. Ceci s'applique en particulier aux périodes où l'UE est en mode inactif.

11) Un fonctionnement à efficacité énergétique élevée peut être obtenu au moyen d'ADR (adaptive data rate) et en utilisant la classe d'appareils appropriée. Les classes de terminaux pour le LPN sont les suivantes:

- Pour les terminaux de la classe A, deux fenêtres de réception en liaison descendante suivent chaque émission en liaison montante.
- Pour les terminaux de la classe B, des fenêtres de réception supplémentaires s'ouvrent à intervalles réguliers paramétrables en plus de celles de la classe A.
- Les terminaux de la classe C ont une fenêtre de réception quasi permanente. Elle se ferme uniquement lors de l'émission.

12) eDRX permet de réaliser des économies d'énergie supplémentaires. Il étire d'une part la durée maximale du cycle DRX en mode connecté de 2,56s à 5,12s & 10,24s. De plus, en mode idle, le besoin en énergie est réduit par de longues périodes de sommeil T(eDRX) entre la surveillance des pages des équipements d'utilisateur:

- Pour LTE-M (Cat. M1) et LTE Cat. 1 n x 10,24s à max. 2'621,44s (env. 43.7 min)
- Avec NB-IoT n x 10,24s jusqu'à max. 10'485,76s (env. 2.9h)

13) Power Saving Mode / periodic tracking area update; PSM / periodic TAU timer; pendant les phases de sommeil profond du fonctionnement en mode PSM, l'UE consomme encore moins d'énergie que pendant le fonctionnement en mode DRX. Il n'est cependant plus possible de le joindre, mais il reste enregistré sur le réseau. L'UE reste en mode PSM jusqu'à ce que l'appareil mobile exécute une transaction, comme un autre TAU, ou une transmission de données. PSM peut être utilisé pour les UE des catégories 0, M1 et NB1. La TAU timer est un maximum de 11'520 s dans la Rel. 8-12 et un maximum de 413,3 jours dans la Rel. 13.

14) High Latency Communication. Le réseau stocke temporairement les données envoyées au terminal alors qu'il se trouve en mode sommeil (périodes de sommeil ou de sommeil profond) et les lui envoie lorsqu'il s'enregistre à nouveau.

15) Coverage Enhancement: Single Tone Transmission Mode et Multitone Transmission Mode est disponible pour NB-IoT. Le mode A est disponible pour le LTE-M et le mode B est en cours de test pour savoir s'il doit être intégré dans le réseau Swisscom.

16) eDRX: Pour le NB-IoT et LTE-M eDRX est disponible et est actuellement en phase de test et d'optimisation.

17) PSM: Pour NB-IoT et LTE-M le PSM (Power Saving Mode) est disponible et actuellement en phase de test.

18) Pour le NB-IoT et le LTE-M, il est actuellement testé si cette fonction doit être intégrée dans le réseau de Swisscom.

19) GPS et décalage horaire à l'arrivée (TDoA) dans la région de Zurich déjà disponibles

20) Actuellement, il est testé si la fonction SMS du NB-IoT doit être intégrée dans le réseau de Swisscom.

Sécurité

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Subscriber Identity ²¹⁾	HSM possible en option	USIM ²²⁾	USIM ²²⁾	USIM ²²⁾
Protection de l'identité	Identité des appareils	Identité des appareils et des abonnés ²³⁾	Identité des appareils et des abonnés ²³⁾	Identité des appareils et des abonnés ²³⁾
Authentification	Module radio et réseau	Module radio et réseau	Module radio et réseau	Module radio et réseau
Chiffrement	Chiffrement 128 bits	Chiffrement 128 bits	Chiffrement 128 bits	Chiffrement 128 bits
Contrôle d'intégrité	Côté abonné et réseau	Côté abonné et réseau	Côté abonné et réseau	Côté abonné et réseau

Appareils et caractéristiques

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Classes d'appareils	Classe A/ alimentation par batterie Classe B / alimentation par batterie Classe C / alimentation par le réseau ²⁴⁾	NB-IoT cat.1 NB-IoT cat.2	LTE-M cat. M1 LTE-M cat. M2	LTE cat. 1
Power Class	14 dBm / 25 mW	23dBm / 200 mW 20dBm / 100 mW ²⁵⁾	23dBm / 200 mW 20dBm / 100 mW	23dBm / 200 mW
Débits de données max.	n/a	NB-IoT cat.1 30/60 kbit/s NB-IoT cat.2 120/150 kbit/s ²⁶⁾	LTE-M cat. M1 1 Mbit/s LTE-M cat. M2 2,4 Mbit/s ²⁶⁾	LTE cat. 1 10 – 5 Mbit/s
Antennes de réception	Rx Diversity	Pas de MIMO, pas de Rx Diversity	Pas de MIMO, pas de Rx Diversity	Pas de MIMO, mais Rx Diversity
Mise à niveau du firmware OTA (over the air)	En cours d'évaluation	Oui	Oui	Oui

21) Les fabricants peuvent produire leurs appareils en tant qu'HSM (Hardware Security Module) s'ils le souhaitent afin de garantir l'exécution efficace et sécurisée de opérations cryptographiques. (C'est une question de prix.)

22) NB-IoT et LTE-M sont extrêmement sûrs par rapport à la 2G.

- La carte USIM est plus sûre, apporte des possibilités supplémentaires pour les applications des utilisateurs et une mémoire plus importante par rapport à l'ancienne carte SIM 2G. De plus, il est impossible de la cloner.
- Sur le réseau 4G, le réseau LTE et le module radio vérifient mutuellement leur identité. Sur le réseau 2G, seul le module radio est authentifié.
- Sur le réseau 4G, les données de signalisation et les données utiles échangées entre le réseau et le module radio sont chiffrées à l'aide d'un algorithme 158 bits. Leur intégrité est également vérifiée. Sur le réseau 2G, l'algorithme de chiffrement utilise seulement 64 bits.

23) Afin de protéger l'identité des abonnés (IMSI), un identifiant IMSI provisoire est toujours utilisé pendant la phase d'établissement des communications, qui n'est pas chiffrée, sauf pour la première communication établie sur un réseau. L'identité des appareils (IMEI) est toujours transmise sous forme chiffrée.

24) Brève description des classes d'appareils du LPN

- Pour les terminaux de la classe A, deux fenêtres de réception en liaison descendante suivent chaque émission en liaison montante.
- Pour les terminaux de la classe B, des fenêtres de réception supplémentaires s'ouvrent à intervalles réguliers paramétrables en plus de celles de la classe A.
- Les terminaux de la classe C ont une fenêtre de réception quasi permanente. Elle se ferme uniquement lors de l'émission.
- Class C end devices have an open window almost continuously. These are only closed during transmission.

25) Les classes d'appareils avec seulement 14 dBm / 25 mW seront également disponibles à partir de la Release 14 pour NB-IoT.

26) Les appareils NB-IoT Cat. 2 et LTE-M Cat. 2 seront disponibles sur la plate-forme IoT lorsque les fonctionnalités 3GPP Rel.14 seront activées.