

Le guide complet du  
**RÉSEAU LTE-M**



*Tout ce qu'il faut savoir sur cette technologie :  
comparatif, spécificités techniques, déploiements  
et cas d'usage.*

# Sommaire

<b>Introduction aux réseaux LPWA</b>	3
LPWAN : pourquoi un réseau dédié à l'IoT ?	4
Qu'est-ce que le LPWAN : les bases	6
Les 4 principales technologies LPWAN : Sigfox, LoRa, NB-IoT et LTE-M	8
LPWAN non cellulaire	9
LPWAN cellulaire	13
Sigfox vs LoRa vs NB-IoT vs LTE-M : le comparatif	16
<b>Zoom sur le réseau LTE-M</b>	18
Spécifications et fonctionnalités	18
L'autonomie : le PSM et le eDRX à la rescousse	19
Débit et latence optimisés	21
Une couverture améliorée avec les modes CE-A et CE-B	23
Dans quels cas choisir le réseau LTE-M ?	24
Couverture et déploiement du réseau LTE-M	28
<b>LTE-M : applications et cas d'usage</b>	29
Le réseau LTE-M comme alternative à la 2G/3G	29
Le réseau LTE-M comme backhaul pour les solutions LoRa	30
Cinq cas d'usage phares du réseau LTE-M	31
<b>Conclusion</b>	37
<b>Qui est Matooma ?</b>	38
<b>Contact</b>	39



# 1.

## Introduction aux réseaux LPWA

Le nombre de dispositifs connectés à des réseaux LPWA a quadruplé de 2016 à 2020 d'après [cette étude](#). En parallèle de la croissance exponentielle de l'Internet des Objets, les réseaux LPWA gagnent en popularité et pourraient devenir d'ici quelques années le mode de connectivité le plus adapté pour ce que l'on appelle : l'IoT massif.

L'IoT massif désigne la catégorie des objets nécessitant un déploiement à grande échelle. Ces déploiements peuvent inclure des millions d'objets. Ces derniers peuvent transmettre et recevoir efficacement de petites quantités de données. Exemple : smart metering.



## LPWAN : pourquoi un réseau dédié à l'IoT ?

La popularité croissante ces dernières années de l'Internet Des Objets (IoT) et des communications Machine-to-Machine (M2M) a favorisé le développement d'innovations majeures dans différents secteurs de cette industrie.

Les innovations en termes de basse consommation et de connectivité ont notamment permis d'étendre le champ d'application de l'IoT et de déployer des objets connectés dans des environnements à fortes contraintes. Aujourd'hui, un architecte de systèmes IoT possède un large choix de technologies de communication sans fil pour équiper ses dispositifs.

En fonction des différentes spécifications et contraintes liées à son cas d'usage, il devra choisir le réseau le plus adéquat en maniant 4 principaux paramètres qui sont :

- La portée
- Le débit de transmission de données
- La consommation en énergie
- Le coût de déploiement

Historiquement, pour toutes les applications nécessitant de couvrir de courtes distances (de l'ordre de quelques mètres à une centaine de mètres) telle que la domotique, un dispositif IoT utilisera une connectivité Wi-Fi, Bluetooth, RFID ou ZigBee.



Par ailleurs, pour les applications où le déploiement des dispositifs IoT se fait sur de vastes distances, notamment dans le domaine industriel, les technologies de connectivité cellulaire (2G, 3G, 4G, ou 5G) avec carte SIM M2M étaient souvent utilisées pour faire transiter les datas.

Toutefois, ces deux types de technologies ne sont pas toujours adaptées. Pour l'industrie 4.0, les applications smart city ou encore l'agriculture connectée, un grand nombre de capteurs dont l'énergie est souvent tirée de petites batteries sera déployé sur des distances pouvant aller jusqu'à des dizaines de kilomètres.

Ces capteurs auront pour tâche de mesurer de façon régulière des données souvent de petite taille et de les transmettre à des serveurs distants. Pour ce cas d'usage, un architecte de systèmes IoT ne pourra pas utiliser bien évidemment des connectivités Wi-Fi, Bluetooth ou Zigbee au vu de leur faible portée.

Les technologies cellulaires classiques sont efficaces pour couvrir de larges distances et ont été conçues pour transmettre des données volumineuses. Cependant, elles peuvent s'avérer gourmandes en consommation d'énergie avec un coût hardware plus élevé.

Ainsi, pour résoudre cette problématique, un nouveau paradigme IoT a vu le jour : LPWAN ou le réseau étendu à basse consommation.

Le LPWAN s'est depuis imposé comme la meilleure solution pour les systèmes IoT et M2M nécessitant une basse consommation tout en ayant une large portée.

## Qu'est-ce que le LPWAN : les bases

Les réseaux LPWA sont une classe de technologie de réseau sans fil grande distance à basse consommation. Bien que cette prouesse technologique puisse sembler miraculeuse, elle repose sur des principes physiques plutôt simples. Pour transmettre un signal sans fil sur une longue distance, on peut :

- Soit augmenter la puissance du signal,
- Soit réduire sa bande passante,
- Soit faire les deux.



### Le traitement du signal expliqué en 30 secondes

Pour ceux d'entre vous qui ne sont pas familiers avec les fondamentaux du traitement du signal, voici un exemple qui parlera à tout le monde :

Si vous avez de l'eau qui coule dans un tuyau et que vous voulez l'envoyer plus loin, vous pouvez soit augmenter la pression de l'eau (puissance du signal) ou utiliser un tuyau dont le diamètre est plus petit (bande passante).

Le réseau LPWA exploite le même principe. En réduisant le débit des données, les datas peuvent être envoyées plus loin tout en maintenant une basse consommation.



Ce principe a été exploité dès les années 1980, avec des projets tels que AlarmNet ou ADEMCO qui étaient des réseaux sans fil destinés à monitorer des systèmes d'alarme et dont l'architecture était très similaire au LPWAN.

Avec l'avènement du réseau cellulaire dans les années 1990, beaucoup de fabricants de systèmes d'alarme ont préféré passer au réseau 2G. Il a fallu attendre l'éclosion des objets connectés, suivie du développement par la start-up française Sigfox d'un premier réseau destiné aux applications IoT en 2012, pour que le LPWAN renaisse de ses cendres.

Aujourd'hui, les technologies LPWAN exploitent des bandes de fréquences avec et sans licence, et ont les caractéristiques suivantes :

- Portée : de quelques kilomètres dans les zones les plus denses à des dizaines de kilomètres dans les zones rurales.
- Autonomie : plusieurs années.
- Bande passante : de 0.1 à plusieurs centaines de kbits/sec.



## Les 4 principales technologies LPWAN : Sigfox, LoRa, NB-IoT et LTE-M

Il existe une multitude d'implémentations du LPWAN qui diffèrent en termes de débit, de bandes de fréquences utilisées ou de modulation.

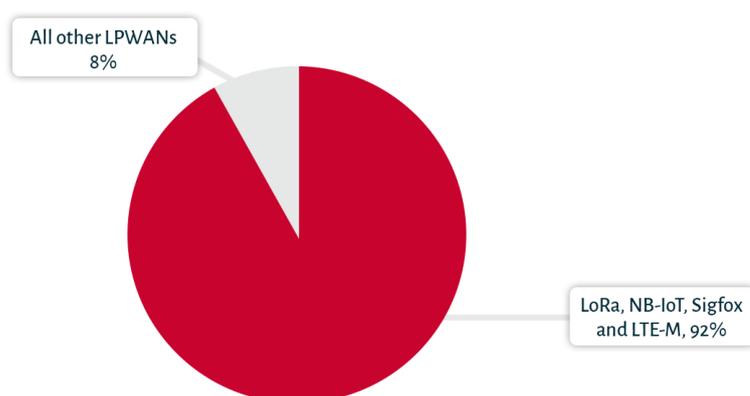
Néanmoins, nous pouvons classer ces implémentations en deux grandes catégories : les réseaux LPWA non-cellulaires et les LPWA cellulaires.

Nous allons nous pencher sur les principaux acteurs de chaque catégorie, à savoir le Sigfox et le LoRaWAN pour les LPWAN non-cellulaires ainsi que le NB-IoT et le LTE-M pour les LPWAN cellulaires.

Le focus sur ces 4 technologies est évident : elles représentent 92 % du marché du LPWAN en 2019.

### 92% OF LPWAN-CONNECTED DEVICES ARE EITHER ON LoRa, NB-IOT, SIGFOX OR LTE-M

Installed base of LPWAN-connected devices in 2019



Source : IoT Analytics

## LPWAN non cellulaire

### SIGFOX

La startup française Sigfox fut la première à rendre la technologie LPWAN populaire.

Au début des années 2010, l'entreprise développe le réseau Sigfox qui repose sur une technologie brevetée de bande ultra-étroite UNB (Ultra Narrow Band) et utilise des fréquences sans licence ISM (Industriel, Scientifique et Médical), à savoir 868 MHz en Europe, 915 MHz en Amérique du Nord et 433 MHz en Asie. Les antennes Sigfox ont une portée qui varie entre 3 à 10 km en zones denses et peut aller jusqu'à 50 km sur des zones avec peu d'obstacles. Toutefois, il est à noter que le réseau Sigfox couvre la France dans sa globalité avec 2000 antennes déployées tout au long du territoire.

Du point de vue international, le réseau couvre 71 autres pays en Europe et dans le monde, dont 21 qui bénéficient d'une couverture globale.



Pays où le réseau Sigfox est déployé - Source : Sigfox



Le débit des données est de 100 bits/s. Dans sa version initiale, le protocole Sigfox supportait uniquement des communications unidirectionnelles, ce qui permettait aux modules Sigfox de transmettre leurs données mais ne leur permettait pas d'en recevoir.

Le protocole a évolué pour supporter des communications bidirectionnelles. Il permet aujourd'hui d'envoyer un maximum de 140 messages par jour en lien montant, chacun contenant 12 octets. En lien descendant, il permet de recevoir 4 messages, chacun contenant 4 octets de charge utile.

## LoRaWAN

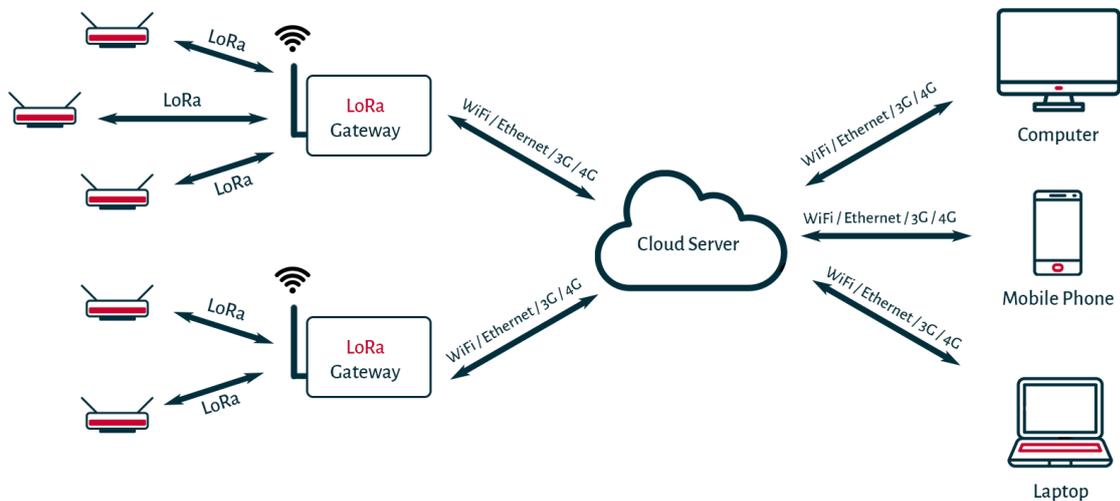
Le succès de Sigfox a créé un enthousiasme grandissant au sein de l'industrie autour des LPWAN.

Plusieurs plateformes ont vu le jour dont LoRaWAN (Long Range Radio Wide Area Network) qui est basé sur la technologie LoRa (Long Range) créée par Cycleo, une startup française aussi qui sera rachetée par la suite par le groupe Semtech en 2012.

Depuis 2015, le LoRaWAN est porté par une association à but non lucratif appelée The LoRa Alliance, qui regroupe plus de 500 entreprises.

L'architecture d'un réseau LoRaWAN est illustrée ci-dessous. De façon générale, on peut distinguer 3 modes de communication :

- Les données émises par les capteurs sont transmises en LoRa aux différentes passerelles (Gateways).
- Les passerelles transmettent les données centralisées à un serveur cloud au travers d'un protocole IP au moyen de réseaux ethernet, Wi-Fi ou 3G/4G.
- En dernière étape, les données du serveur cloud sont transmises aux utilisateurs via Internet.



Architecture d'un réseau LoRa Source : <http://cedric.cnam.fr/~bouzefra/>

Le LoRa, comme le Sigfox, opère sur une plage de fréquences ISM sans licence. Il utilise les fréquences de 868 MHz en Europe et de 915 MHz en Amérique du Nord.

Il est important de préciser que LoRa représente la couche physique radiofréquence et que LoRaWAN représente la couche protocole.

LoRaWAN assure une transmission de données bidirectionnelle et utilise une modulation à étalement de spectre appelé CSS (Chirp Spread Spectrum).

L'étalement du spectre veut simplement dire que le message transmis est répété plusieurs fois à des fréquences différentes, ce qui donne au protocole une grande immunité aux interférences.



Selon **cette étude**, le LoRaWAN offre un débit maximum de 22 kbits/s et une portée pouvant aller jusqu'à 5 km en zone urbaine et 15 km en zone rurale.

Il est intéressant de noter que LoRaWan donne la possibilité d'adapter le débit de données et la portée à travers ce qu'on appelle un facteur d'étalement ou Spreading Factor en anglais.

En augmentant ce facteur, la portée de transmission est augmentée au détriment du débit de données et vice versa.

L'aspect basse consommation des réseaux LoRaWAN est l'un des arguments forts de la technologie.

En termes d'autonomie, une **étude menée sur du bétail** équipé de dispositif de suivi LoRa nous donne un exemple concret d'utilisation :

En effet, une batterie de 400mAh a une autonomie de 5 ans avec un rythme de transmission de données chaque heure et une distance de mesure de plus de 10 km.

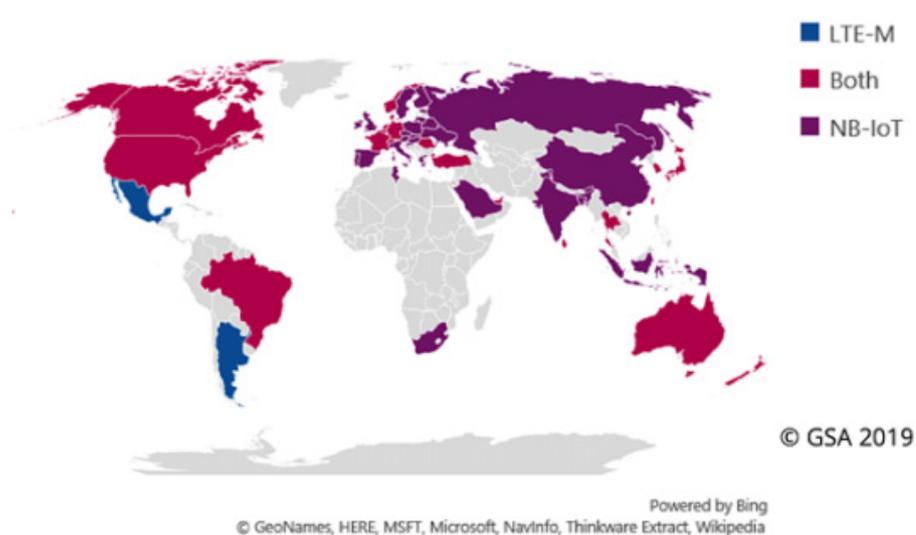


## LPWAN cellulaire

Beaucoup d'industriels, qui traditionnellement utilisaient les réseaux cellulaires classiques (2G/3G/4G) pour leurs applications M2M et IoT, se sont rendu compte de l'inadéquation de ces derniers en termes de coût de production des modules et d'efficacité énergétique. Ils se sont ainsi tournés petit à petit vers les solutions Sigfox et LoRaWAN.

Devant ce constat, les opérateurs et constructeurs de télécommunication ont décidé de s'attaquer à ce segment de marché en proposant une offre LPWAN fondée sur leurs infrastructures réseaux existantes.

Ainsi la 3GPP (3rd Generation Partnership Project) a développé de nouvelles technologies low cost visant à améliorer les communications machines dont notamment le NB-IoT et le LTE-M.



Déploiement des réseaux LTE-M et NB-IoT dans le monde. Source : gsacom.com

## NB-IoT

En 2014, le géant des télécommunications chinois Huawei **acquiert l'entreprise anglaise Neul**, spécialiste de la connectivité IoT longue portée.

Avec l'aide de plusieurs acteurs de l'industrie des télécoms, la technologie bande étroite développée par Neul, va permettre de poser la première pierre à l'édifice du standard appelé aujourd'hui NB-IoT (NarrowBand IoT).

Le réseau NB-IoT, autrement appelé LTE Cat-NB1, est une technologie qui peut fonctionner sur la bande de fréquence 200 KHz (anciennement utilisée par le réseau GSM) mais aussi sur le réseau LTE qui peut lui allouer des ressources.

Selon cette **étude comparative**, les antennes NB-IoT ont une portée pouvant aller jusqu'à 1 km en zone urbaine et 10 km en zone rurale. Sur ces portées, le NB-IoT assure une transmission bidirectionnelle avec un débit de données pouvant aller de 20 jusqu'à 250 kbits/s.

Comparé aux autres technologies de réseaux cellulaires, ce bas débit a permis une réduction significative de la consommation électrique des modules, les rendant plus adaptés à des cas d'usage de monitoring distant sur batterie.

Ce bas débit a aussi permis une réduction de la complexité et par conséquent une réduction des coûts des dispositifs.



## LTE-M

De même que le NB-IoT, le LTE-M (autrement appelé LTE Cat-M1) est une solution proposée par la 3GPP pour faire face à la demande croissante des industriels. Plus particulièrement, ceux qui souhaitent déployer des solutions M2M et IoT sur des réseaux cellulaires mais qui ont besoin d'une alternative moins gourmande en énergie et en coût.

La portée des signaux LTE-M peut aller jusqu'à 0.4 km en zone urbaine et à peu près 8 km en zone rurale, [selon cette étude](#).

De la même façon que pour le NB-IoT, la réduction du débit de transmission des données a permis de faire des économies au niveau du budget énergétique des dispositifs déployés, et a ainsi ouvert le champ d'application de l'IoT à des cas d'usage qui étaient réservés auparavant uniquement pour les LPWAN non-cellulaires.

À la différence du NB-IoT, le LTE-M permet une transmission de données à des débits faibles de l'ordre de la dizaine de bits/s tout comme il permet la transmission de données à des débits pouvant avoisiner les 1 Mbits/s.

De ce fait, le LTE-M permet de couvrir un champ d'application plus large que le NB-IoT.





## Sigfox vs LoRa vs NB-IoT vs LTE-M : le comparatif

Comme on l'a vu plus haut, le LPWAN gagne de plus en plus en popularité. Son faible budget énergétique ainsi que sa longue portée le rendent idéal pour l'industrie 4.0, les applications smart city ou encore l'agriculture connectée.

Pour tout architecte de système IoT, la maîtrise des différentes technologies LPWAN est une compétence indispensable.

Afin de choisir le réseau LPWA le plus adapté, il faudra considérer différents paramètres dont la portée, le débit, le coût de déploiement ou encore la consommation en électricité.

D'autres critères secondaires s'ajoutent pour apporter plus de nuance à votre choix de connectivité :

- Couverture : regroupe les notions de déploiement du réseau au niveau national ainsi que les performances en indoor notamment.
- Roaming : correspond aux accords entre les opérateurs pour permettre l'utilisation du réseau dans les différents pays. Cela comprend aussi les aspects de mobilité et de handover.
- Sécurité : concerne tous les aspects d'authentification sur le réseau (vérification des droits d'accès) et protocoles de sécurité respectés.
- F(u)OTA / Acquiescement : regroupe les capacités de faire des mises à jour à distance «Firmware Over-The-Air» et la capacité à confirmer l'envoi et la réception du message.

Le tableau ci-dessous résume les performances des différentes technologies abordées :

	Sigfox	LoRaWan	NB-IoT	LTE-M
Portée max	10 km en urbain 50 km en rural	5 km en urbain 15 km en rural	1 km en urbain 10 km en rural	0.4 km en urbain 8 km en rural
Débit	100 bits/s	22 Kbits/s	20 - 250 Kbits/s	1 Mbits/s
Consommation en energie	---	---	-	+
Coût de déploiement	--	--	+	+
Couverture	★★	★★★★	★★	★★★★
Roaming	Partiel	Partiel	Non	Actif
Sécurité	★★	★★	★★★★★	★★★★★
F(u)OTA / Acquittement	Non	Non	Oui	Oui

# 2.

## Zoom sur le réseau LTE-M

### Spécifications et fonctionnalités

Afin d'offrir une solution adaptée aux cas d'usage cités plus haut, le réseau LTE-M se démarque des autres réseaux LPWA en offrant principalement :

- Une autonomie de longue durée (> 5 ans)
- Un temps de latence faible et adaptable
- Une couverture étendue
- Un débit élevé et adaptable



**AUTONOMIE  
LONGUE DURÉE**



**TEMPS DE  
LATENCE FAIBLE**



**COUVERTURE  
ÉTENDUE**



**DÉBIT ÉLEVÉ  
ET ADAPTABLE**



## L'autonomie : le PSM et le eDRX à la rescousse

Pour beaucoup d'applications IoT et M2M, telles que l'agriculture connectée, l'industrie 4.0 ou encore le **bio-logging**, les objets doivent opérer pendant une longue durée sur batterie.

L'autonomie du dispositif connecté est ainsi un paramètre critique qui conditionne non seulement la faisabilité du déploiement mais aussi son coût.

Le protocole LTE-M permet aux designers de systèmes IoT de faire des économies au niveau du budget énergétique des dispositifs déployés, principalement en réduisant la communication entre les objets et le réseau.

Ceci est possible grâce à **deux innovations majeures** : le PSM (Power Saving Mode) et l'eDRX (Extended Discontinuous Reception).

### **PSM (Power Saving Mode)**

Bien qu'il soit toujours possible pour un device IoT d'éteindre son module de communication quand il n'est pas utilisé afin de réduire sa consommation, cette solution n'est pas privilégiée par les concepteurs car la procédure de détachement / rattachement au réseau est coûteuse sur la durée en énergie.

Le mode PSM permet au dispositif de rentrer dans une phase de veille profonde tout en restant enregistré sur le réseau. Durant cette phase, le dispositif ne sera pas joignable et restera en veille profonde jusqu'à ce qu'un timer pré-défini expire ou que le device ait besoin de communiquer des données sur le réseau.



## eDRX (Extended Discontinuous Reception)

Le mode eDRX permet au dispositif IoT d'étendre ses intervalles de paging. En effet, quand un device est en état de repos, il doit écouter les messages entrants sur le canal de paging.

Pour certaines applications, il est tout à fait tolérable que le device ne soit pas joignable pendant plusieurs minutes. Ainsi, pour ce type d'applications, le mode eDRX permet d'augmenter l'autonomie du device en prolongeant l'intervalle de paging de 5,12 secondes à 43,69 minutes.



### PSM + eDRX = autonomie décuplée

Le concepteur du système IoT peut utiliser les modes PSM et eDRX simultanément afin d'augmenter considérablement l'autonomie des dispositifs.

Cependant, comme rien n'est jamais gratuit, le gain en autonomie se fera au détriment d'une communication temps réel avec le device.

Il est donc important, en fonction de l'application, de trouver un compromis entre l'économie d'énergie et la réactivité du device.



## Débit et latence optimisés

Le LTE-M permet une transmission de données à des débits variables pouvant aller de la dizaine de bits/s jusqu'à 1 Mbit/s pour les modules Cat-M1 utilisant une bande de fréquences 1.4 MHz.

Il est à noter que la **release 14** a introduit le protocole LTE CAT-M2 qui permet d'atteindre sur une bande de fréquences 5 MHz des débits de 4 Mbit/s en lien descendant et 7 Mbit/s en lien ascendant.

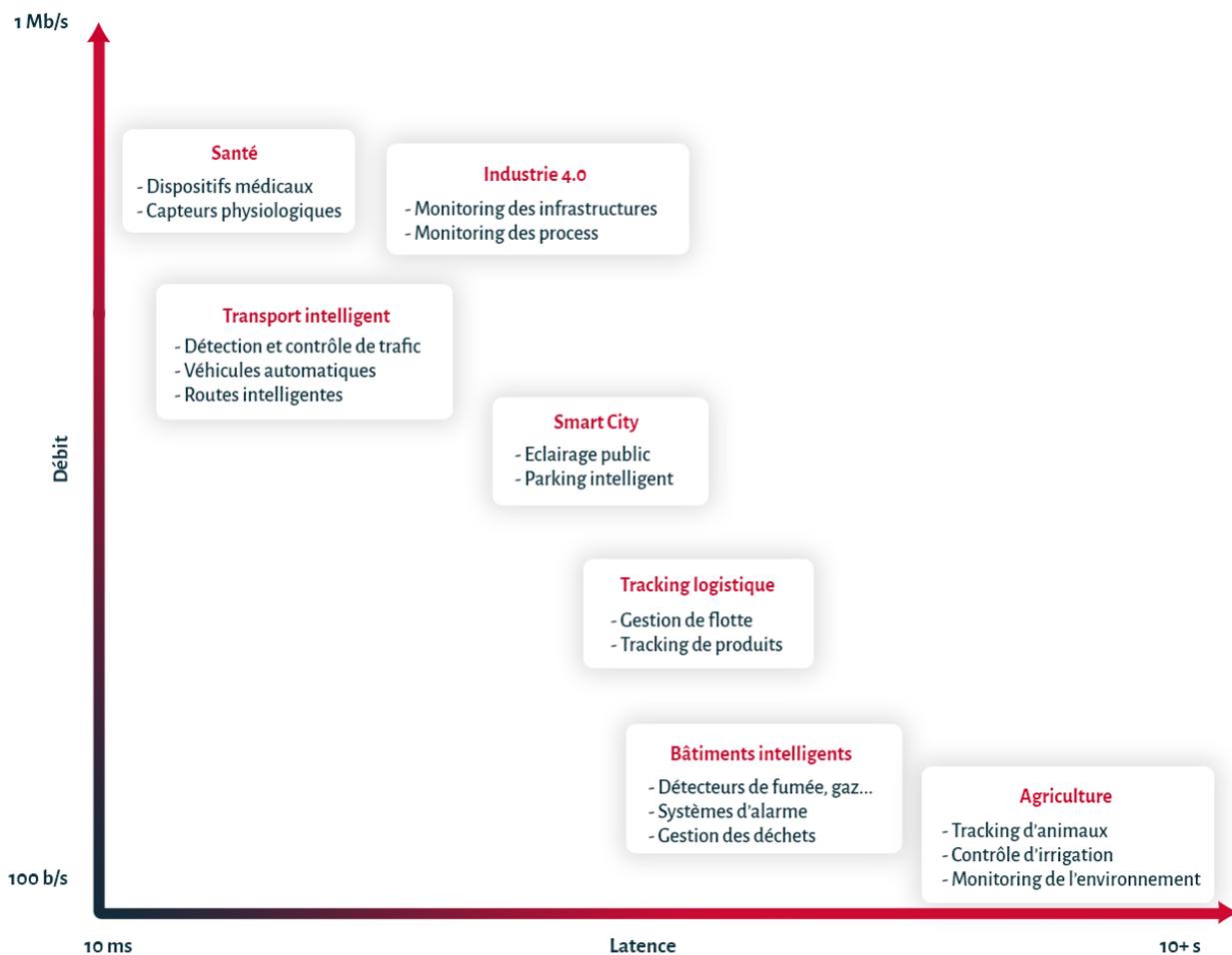
En termes de latence, le protocole LTE-M offre une latence faible et adaptable.

En effet, pour les applications nécessitant une communication temps réel telles que des dispositifs médicaux ou des systèmes de transport intelligents, le mode de couverture normale offre une latence de l'ordre de quelques millisecondes.

Pour des applications telles que le bio-logging ou la météorologie, le mode "extension de couverture" offre une latence de l'ordre de quelques secondes.

Ces performances en termes de débit et de latence confèrent au LTE-M un avantage considérable par rapport aux réseaux LPWA concurrents (Sigfox, LoRaWAN ou encore le NB-IoT) qui sont souvent limités en débit (quelques dizaines voire quelques centaines de Kbit/s) et ont des latences relativement plus grandes (plus de 10 fois celle du LTE-M dans certains cas).

En raison de cette adaptabilité en débit et en latence, le LTE-M permet de couvrir un champ d'application plus large comme on peut le voir sur la figure 1 ci-dessous :



Différents cas d'usage du réseau LTE-M en fonction du débit et de la latence



## Une couverture améliorée avec les modes CE-A et CE-B

Le standard LTE CAT-M1 a introduit deux fonctionnalités qui améliorent la couverture du réseau. Il s'agit des modes CE (Coverage Enhancement) A et B.

### Les modes CE-A et CE-B : quel intérêt ?

Concrètement, ces deux modes permettent une amélioration de la couverture principalement en exploitant la technique de répétition.

Ainsi, chaque transmission de données est répétée des dizaines ou même des centaines de fois afin d'augmenter les chances d'une transmission réussie.

### Le mode CE-A vs CE-B

Le mode CE-A permet jusqu'à 32 répétitions alors que le mode CE-B permet jusqu'à 2048 répétitions. Le mode CE-A est le mode par défaut.

Le mode CE-B, quant à lui, est optionnel et a été introduit pour améliorer la couverture dite profonde. C'est un mode qui est particulièrement adapté pour des applications indoor comme des systèmes de mesure de gaz en sous-sol par exemple.

Bien évidemment, le mode CE-B permet d'améliorer la couverture indoor au détriment de la latence et du débit de données. Il est donc primordial de n'utiliser ce mode que pour des applications limitées en volume de données et nécessitant un débit relativement faible.



## Dans quels cas choisir le réseau LTE-M ?

Si votre application requiert une transmission fréquente de données et que vous avez besoin d'un débit de transmission de données important (exemples d'application : suivi logistique, industrie 4.0, médecine connectée...), une connectivité cellulaire est plus adaptée.

Le choix se fera ainsi entre le LTE-M et le NB-IoT.

Afin de vous aider à faire votre choix, l'objectif de la section ci-dessous est de discuter des facteurs les plus importants à prendre en considération.

### Débit

Le LTE-M permet une transmission de données à des débits variables pouvant aller jusqu'à 1 Mbit/s en Uplink (UL) et Downlink (DL) pour les modules Cat-M1 et jusqu'à 7 Mbit/s en UL et 4 Mbit/s en DL pour les modules Cat-M2.

En ce qui concerne le NB-IoT, il offre un débit de transmission pouvant aller jusqu'à 62,5 Kbit/s en UL et jusqu'à 25,5 Kbit/s en DL.

### Latence

La latence est aussi un facteur déterminant à considérer. Le LTE-M offre une latence pouvant aller de 10 ms à quelques secondes suivant le mode utilisé, alors que le NB-IoT atteint des latences allant de quelques secondes à une dizaine de secondes.

Il est donc clair qu'en termes de débit et de latence, les deux réseaux ne jouent pas dans la même catégorie.

En effet, le réseau LTE-M présente des performances supérieures comparé au NB-IoT.

Le LTE-M sera donc plus adapté à des applications où une latence faible et un haut débit sont requis, telles que des dispositifs médicaux connectés (monitoring à distance des patients) ou l'industrie 4.0 (monitoring des infrastructures et des process).

De son côté, le NB-IoT peut être une alternative pour des applications de monitoring de l'environnement (mesure de la qualité de l'air, température, humidité...) ou de télémétrie (compteurs d'eau et d'électricité). Ces applications sont également assurées par la technologie GSM.

Il est aussi intéressant de souligner que si vos dispositifs IoT doivent être contrôlés à distance, tout dépendra du type de manœuvre souhaitée. S'il s'agit d'une manœuvre simple, telle que le changement de la fréquence d'acquisition d'un capteur, le protocole NB-IoT peut être adapté.

En revanche, si votre application nécessite des interventions complexes (contrôle d'un bras robotique par exemple), le NB-IoT ne sera pas adapté à votre cas d'usage en raison de sa latence. Ainsi, pour des cas d'usage similaires, il conviendra de choisir le réseau LTE-M.



## Support de la mobilité

Dans beaucoup de cas d'usage, tels que le suivi logistique ou la smart city, les dispositifs IoT sont amenés à être souvent en mouvement.

Pour assurer une communication continue, les modules radios en mouvement doivent constamment mesurer les signaux provenant des cellules du réseau et activer la procédure de handover. Là encore, le LTE-M et le NB-IoT présentent des différences majeures par rapport à la gestion de la mobilité.

En effet, le NB-IoT a été conçu pour des devices statiques. La mesure des signaux provenant des tours radios voisines a été abandonnée afin d'augmenter l'autonomie de la batterie. Ainsi, lorsque les appareils NB-IoT sont en mouvement, les sessions sont abandonnées et les appareils doivent se reconnecter au réseau.

De l'autre côté, la technologie LTE-M **supporte le handover** permettant ainsi aux dispositifs mobiles de changer de tour de communication sans perte de session même à des vitesses pouvant dépasser les 100 km/h.

## Voix sur IP

La voix sur IP est une des fonctionnalités qui profitent du handover. Le protocole LTE-M supporte la voix sur IP, désignée aussi sous le nom de Voice over LTE (VoLTE).

Ainsi, pour des applications IoT pouvant nécessiter une certaine interaction humaine (smart home, système d'alarme ou des systèmes de monitoring sanitaires), le LTE-M est la solution la plus adaptée.

## Ce qu'il faut retenir

Le LTE-M et le NB-IoT offrent tous les deux des fonctionnalités pour améliorer l'autonomie et la couverture, bien que le NB-IoT offre une autonomie et une couverture relativement meilleures que le LTE-M.

Cependant, comme on peut le voir sur le tableau ci-après, le LTE-M s'impose comme une meilleure solution pour les cas d'usage où le débit, la latence, la prise en charge de la voix ou le support de la mobilité sont les paramètres les plus importants.

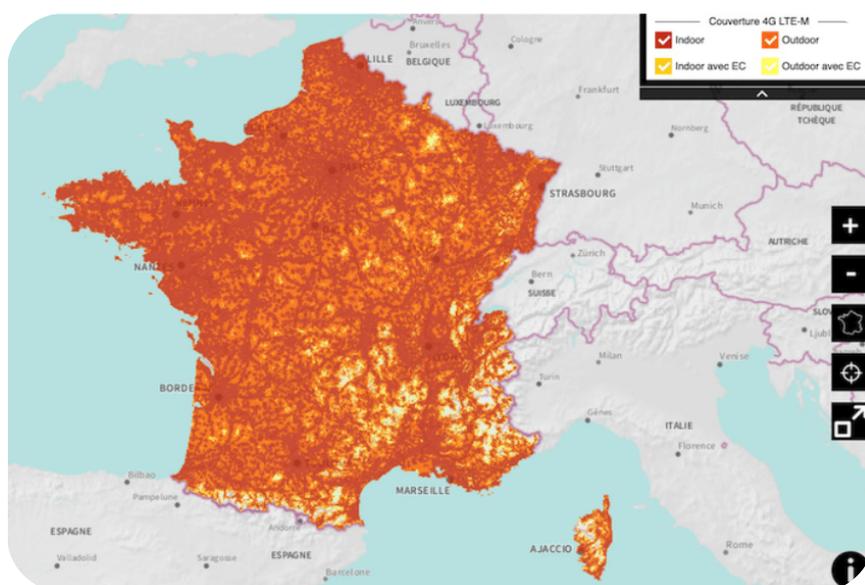
	<b>LTE-M (LTE CAT-M1)</b>	<b>NB-IoT (LTE CAT-NB)</b>
<b>Débit de transmission</b>	1 Mbit/s débit ↑ 1 Mbit/s débit ↓	63 Kbit/s débit ↑ 27 Kbit/s débit ↓
<b>Latence</b>	Entre 10ms et 4s	Entre 1.4s et 10s
<b>Mobilité</b>	Possible grâce au handover	Limitée
<b>Prise en charge de la voix</b>	VoLTE	Non disponible
<b>Autonomie</b>	PSM + eDRX	PSM + eDRX

Comparaison des fonctionnalités majeures entre le LTE-M et le NB-IoT

## Couverture et déploiement du réseau LTE-M

Bien que le lancement commercial de la technologie soit relativement récent (2017), le nombre de réseaux LTE-M déployés a connu une évolution rapide depuis. En date de mars 2021, le nombre de réseaux LTE-M disponibles dans le monde est de 52 d'après la [GSM Association](#) (la liste des réseaux est consultable sur le même lien).

Bien qu'au départ, on pensait que l'Amérique du nord allait se focaliser sur le LTE-M et que l'Asie et l'Europe allaient de leur côté se focaliser sur le NB-IoT, il est intéressant de noter qu'aujourd'hui le protocole LTE-M est présent sur les trois continents.



Couverture LTE-M du réseau Orange en France - Source : Orange

En France, le déploiement du réseau LTE-M, comme on peut le voir sur la figure ci-dessus est bien avancé à travers l'opérateur Orange. En effet, l'opérateur annonce que 98% de la population en France métropolitaine est couverte par la technologie LTE-M. Il est intéressant de noter qu'Orange est le seul opérateur en France proposant une offre LTE-M.

L'opérateur SFR, de son côté, a initié le déploiement du réseau NB-IoT.

# 3.

## LTE-M : applications et cas d'usage

### Le réseau LTE-M comme alternative à la 2G/3G

Le LTE-M vient prendre le relais de l'ensemble des objets connectés utilisant encore les réseaux 2G et 3G. La fin des réseaux 2G et 3G est à l'étude par **Orange**. Si aucune date n'est officiellement arrêtée, l'opérateur envisage la fin de la 2G pour le grand public d'ici 2025. En effet, ces réseaux émettent sur des spectres limités qui brident leur expansion et présentent une latence trop élevée pour les usages modernes.

S'il s'agit de remplacer un terminal 2G nécessitant l'utilisation de la voix et des SMS, le LTE-M s'impose comme la meilleure solution. Les débuts seront améliorés, la consommation électrique réduite et le **cryptage des données renforcé**.

Le LTE-M a été conçu pour favoriser la migration de solutions fonctionnant en 2G. Il présente une architecture dite de bout-en-bout (end-to-end) ainsi que des protocoles ouverts (comme le **https**).

Toutefois, la migration ne consiste pas uniquement à changer la carte SIM du terminal. Il sera très probablement nécessaire pour les anciens modems de changer de hardware, et au minimum d'effectuer des mises à jour software.

Une fois la transition effectuée, le LTE-M a été pensé comme une solution évolutive qui ne sera pas caduque avec la généralisation de la 5G.

## Le réseau LTE-M comme backhaul pour les solutions LoRa

S'ils sont perçus comme concurrents, les différents types de connectivité M2M peuvent aussi être complémentaires. Optimiser une solution IoT passe rarement par une seule technologie, mais demande au contraire de tirer parti des forces de chaque connectivité.

Prenons l'exemple de la surveillance d'un gazoduc : des capteurs installés tous les 100 mètres sont équipés de puces LoRa. Ils sont reliés à un gateway tous les 10 kilomètres, qui est lui-même connecté avec une SIM M2M en cellulaire.

La remontée des données se fait dans des conditions optimales, sans pour autant avoir à installer des cartes SIM dans tous les terminaux.



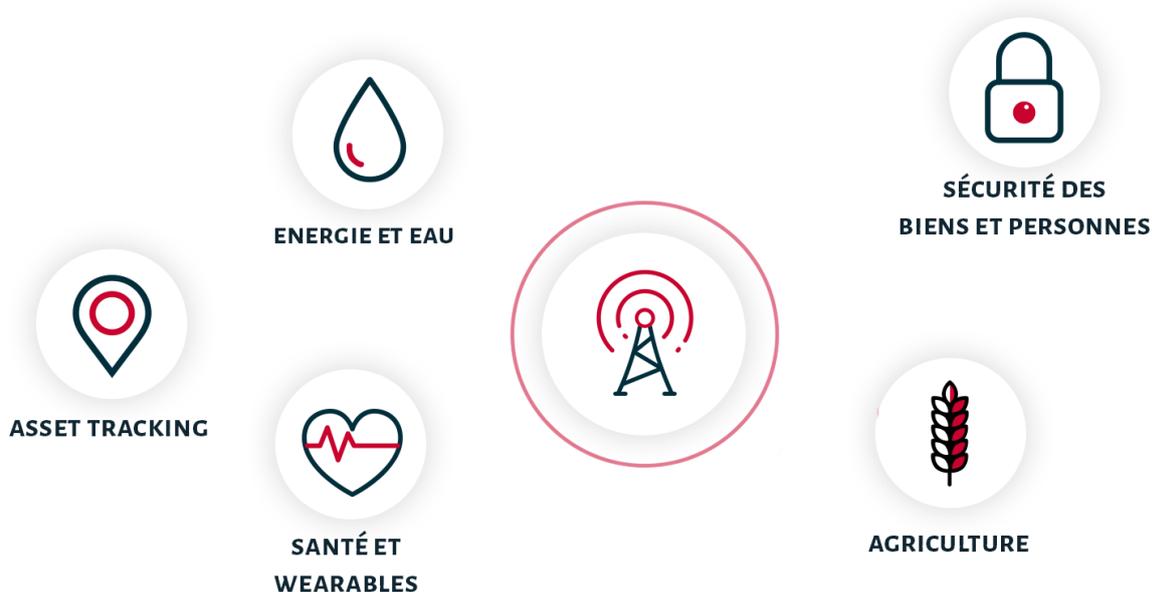
Un gazoduc utilisant les technologies LoRa et LTE-M

Il devient donc très aisé de mettre en place un réseau privé et sécurisé en ajoutant, sur une installation LoRa, un "backhaul" LTE-M, tirant le meilleur parti (à la fois en termes de coût et d'efficacité) de chaque technologie.

## Cinq cas d'usage phares du réseau LTE-M

Si le NB-IoT est conçu pour l'envoi de très faibles paquets de données par des capteurs simples et statiques, avec une latence de plusieurs secondes (compteurs, canalisations, parcmètres, lampadaires...), le LTE-M, quant à lui, peut couvrir ces usages, mais également les débits plus élevés, avec une latence réduite jusqu'à 10 millisecondes.

Nous allons nous intéresser à cinq cas d'usage en particulier.





ASSET TRACKING

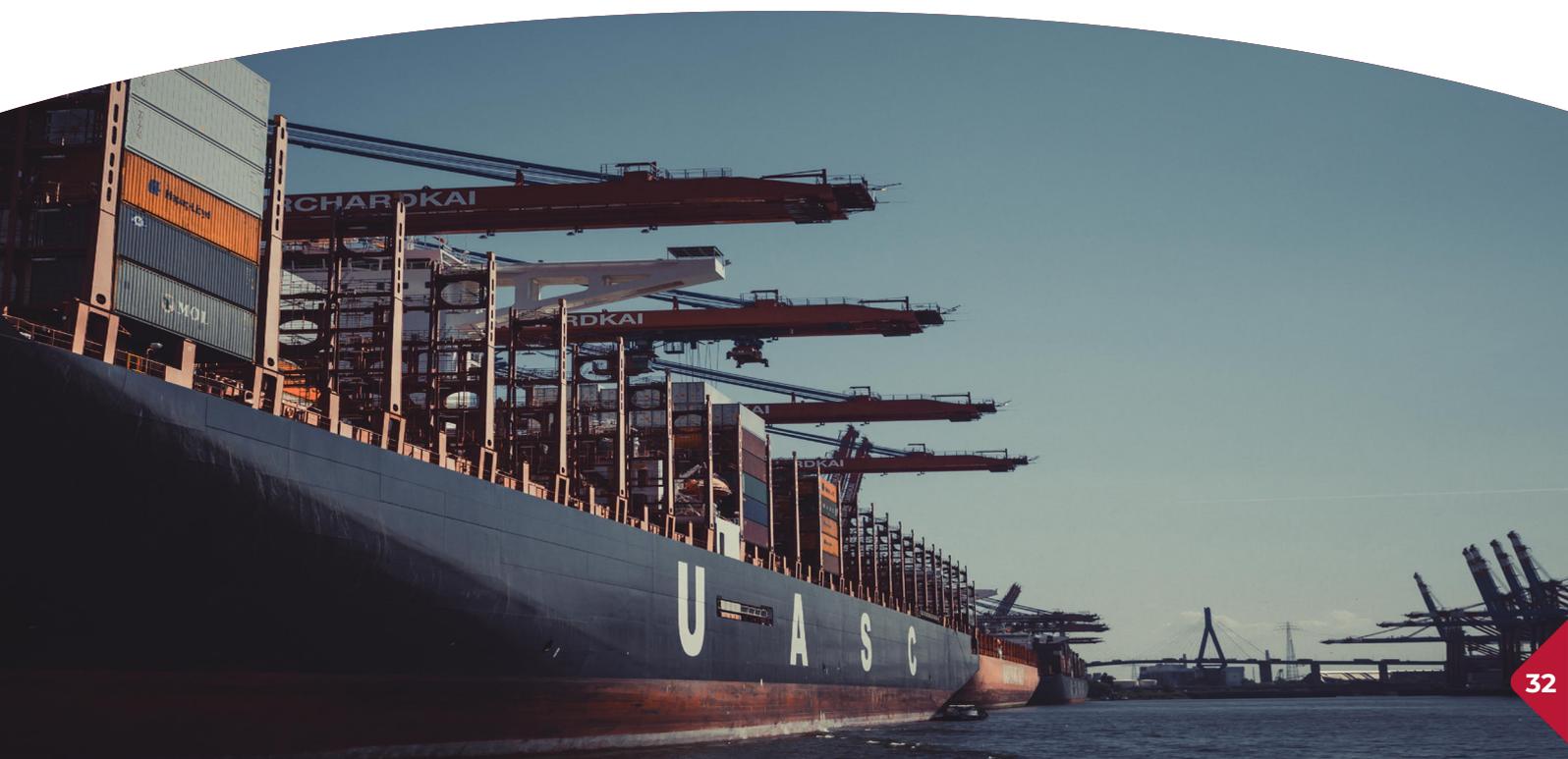
## Asset tracking

La géolocalisation d'une flotte de véhicules nécessite une communication instantanée de cibles mobiles, et souvent au-delà des frontières.

Le LTE-M s'impose comme la connectivité appropriée pour permettre à la fois d'envoyer des informations géolocalisées mais aussi des données de télématique (état du véhicule, gonflage des pneus, consommation de carburant, vitesse) en temps réel et en tous lieux.

Le LTE-M supporte le handover, contrairement au NB-IoT, et assure une communication continue (sans perte de session) même à grande vitesse au-delà de **100km/h sur autoroute**.

Découvrez notre Livre Blanc dédié à l'**Asset Tracking**





SÉCURITÉ DES  
BIENS ET PERSONNES

## Sécurité des biens et des personnes

Prenons l'exemple d'une exploitation minière à ciel ouvert.

Les risques de chutes et de blessures sont nombreux.

Selon le type de minerai, les risques de vols le sont tout autant. Il est ainsi possible d'équiper chaque salarié d'un bracelet avec un bouton d'appel d'urgence et un détecteur de choc.

Le réseau LTE-M permet un suivi fluide, une localisation précise et une large autonomie du terminal.

La prise en charge de la voix (Voice Over LTE) permet de communiquer avec la personne en détresse.

Découvrez notre livre blanc dédié à la  
**Sécurité des Biens et des personnes**





## Santé et wearables

Le suivi des patients à domicile est l'une des directions principales de la modernisation de la médecine. Il consiste en un prolongement naturel et efficace du développement de la médecine ambulatoire qui fluidifie le fonctionnement hospitalier.

Orange et Sony travaillent sur **un terminal** monitorant les mouvements du patient mais aussi son rythme cardiaque ou sa température.

La très faible latence et la densité du réseau LTE-M permettent de suivre les patients en temps réel et de prévenir aussitôt en cas d'incident.



ENERGIE ET EAU

## Energie et gestion de l'eau

Aux Etats-Unis, AT&T et Ericsson ont mis en place une solution de surveillance de la qualité de l'eau pour la ville d'Atlanta.

Une série de capteurs le long de la rivière Chattahoochee permet de vérifier en temps réel que l'eau est adaptée à la baignade. Les capteurs connectés en LTE-M ont drastiquement diminué le coût d'une analyse d'échantillon (de 10.000\$ à 300\$) et améliorent également l'exactitude des résultats.

Le LTE-M utilise les bandes de fréquence de l'ancienne télévision analogique (700, 800 et 1800 MHz) qui présentent une excellente pénétration dans les bâtiments ou dans le cas de capteurs enterrés.



AGRICULTURE

## Agriculture

Si le NB-IoT peut convenir aux terminaux fixes dans les cultures (capteurs de sols ou d'humidité), ce n'est pas le cas pour le bétail dans les pâturages.

La startup norvégienne NoFence rend inutile l'installation d'enclos et la surveillance permanente dans les pâturages en équipant chaque bête d'un collier de géolocalisation qui pulse lors du dépassement de la parcelle. Les colliers peuvent aussi alerter en cas d'événement inhabituel, comme une attaque de prédateur.



# Conclusion

Face aux besoins de l'industrie IoT, les technologies de connectivité ont dû se développer et évoluer. Le protocole LTE-M est l'une de ces technologies qui a été conçue spécifiquement pour l'Internet des Objets. Il offre une solution cellulaire basse consommation à réseau étendu avec :

- Une autonomie augmentée à travers les modes PSM et eDRX
- Une couverture améliorée outdoor et indoor, en exploitant les modes CE A et B
- Une latence faible et adaptable permettant d'élargir le champ d'application à plusieurs applications IoT critiques
- Un support de la mobilité avec le handover

Petit à petit, le LTE-M remplace d'anciennes technologies comme la 2G et la 3G qui sont les solutions cellulaires choisies par les concepteurs pour assurer la connectivité de leurs systèmes.

Aujourd'hui, beaucoup d'opérateurs ne souhaitent plus maintenir leurs infrastructures 2G/3G en raison d'une demande décroissante. Avec une 4G largement utilisée et une 5G qui arrive à grands pas, on peut présumer que dans un avenir plus ou moins proche les technologies 2G/3G seront abandonnées en faveur de réseaux 4G, 5G, LTE-M et NB-IoT qui sont plus adaptés aux besoins IoT. D'autant plus que ces deux derniers protocoles sont compatibles avec la 5G.

Cependant, le LTE-M ne manquera pas d'être challengé par la rude concurrence qui existe entre les différents acteurs de ce segment.

Face à cette concurrence, le LTE-M profite pour le moment d'une position confortable puisqu'il est un des protocoles LPWA les plus récents et qu'il est soutenu par de grands acteurs (constructeurs et opérateurs).

Les déploiements massifs prévus dans les années à venir joueront bien évidemment un rôle important dans son évolution.

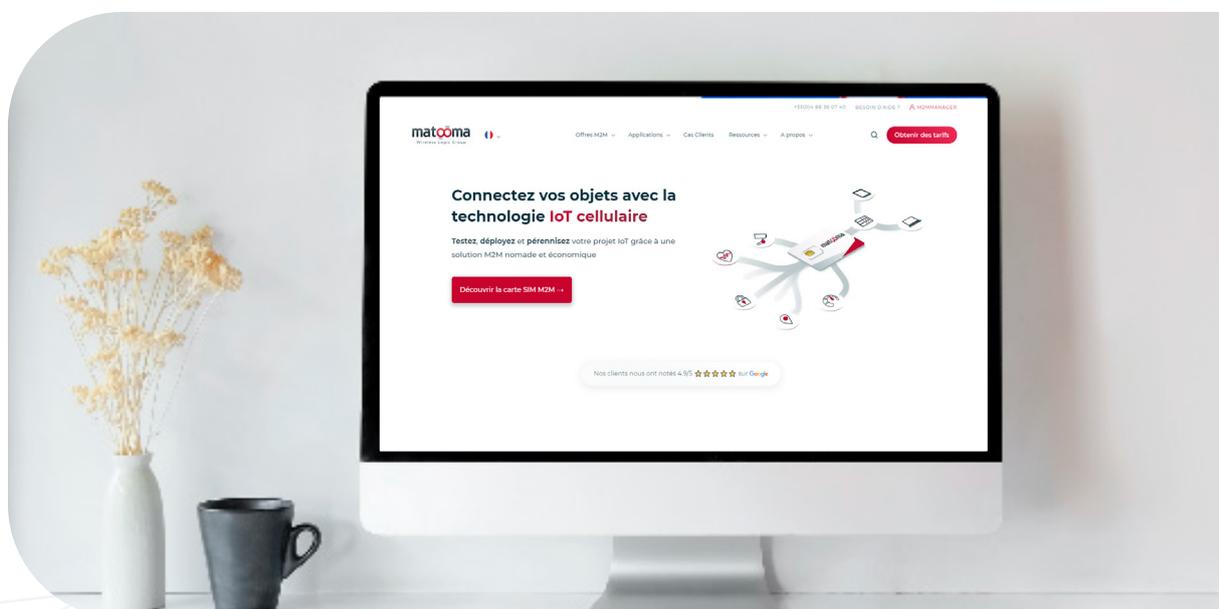
## Qui est Matooma ?

Matooma est une société qui aide les professionnels à déployer leurs projets IoT/ M2M en France et à l'international de façon simple, économique et rapide grâce à la mise en place d'un guichet unique made in France.

Fondée en 2012, Matooma rejoint le groupe international Wireless Logic en juillet 2019, afin de renforcer son expertise dans la fourniture de cartes SIM multi-opérateurs et de services M2M/IoT industriels.

Nous proposons des offres sur mesure de connectivité multi-opérateur ainsi qu'une plateforme de gestion, à destination des fabricants d'objets, exploitants de services, intégrateurs et distributeurs de solutions. Nos offres de connectivité sont adaptées, personnalisées et sans engagement afin de répondre aux besoins de chacun et notre équipe experte vous accompagne tout au long de votre projet. Leaders en France sur le marché de la sécurité des biens et des personnes (téléassistance, système d'alarme, vidéosurveillance...), nous permettons à nos clients de bénéficier d'une carte SIM unique couvrant 180 pays et des accords de roaming avec plus de 540 opérateurs partenaires.

Matooma, spécialiste dans son domaine pourra, à ce titre, vous fournir des conseils précis afin de vous orienter vers une solution IoT simple, économique et pérenne.



### Contact :

<https://www.matooma.com/fr/contact>

CONTACTEZ NOUS

### Notre site Internet :

<https://www.matooma.com/fr>

VISITER LE SITE

### Le pôle marketing et communication :

[communication@matooma.com](mailto:communication@matooma.com)

ENVOYER UN EMAIL