



# NEMEUS

LPWA Solutions

## Design d'objet IoT LPWAN

Les bonnes pratiques pour la réalisation de produits LPWAN efficaces

Basé sur la technologie LoRa WAN / SigFox

Salon RF & Microwave 2019

**AFCEM**

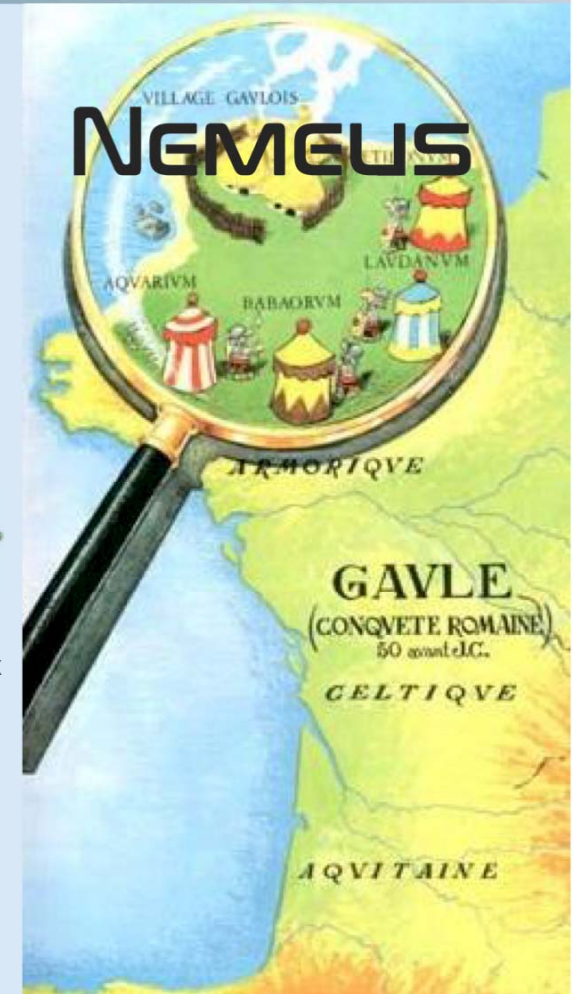
 **RF &**  
**Microwave**

# Quelques mots sur NEMEUS ...

- Entreprise fondée début 2014
- Bureau d'étude spécialisé dans le domaine Telecom
- Membre de la LoRa Alliance
- Partenaire SigFox
- Partenaire Orange / Objenious (Bouygues Telecom)
- Solutions Modem LPWAN bi-mode LoRa WAN / SigFox depuis 2015
- Fournisseurs de solutions capteurs génériques
- Développement & production de solutions Custom ou Semi-Custom sur cahier des charges



**NEMEUS**  
LPWA Solutions



Aperçu des technologies radio M2/IOT  
Caractéristiques techniques des solutions  
LoRa WAN / SigFox

# Panel de technologies radio « IOT » / M2M



LAN : Local Area Network

## LAN



Short Distance  
Battery oriented  
"Small devices"

Unlicensed ISM band  
2.4Ghz - 5Ghz

## Trad Cellular



Long Range  
"High Data" Rate  
Licensed band  
Sub to GHertz

## LPWAN Cellular

NB-IOT / LTE-M

Long Range  
"Low Data" Rate  
Licensed band  
Sub to GHertz

LPWAN : Low Power Wide Area Network

## LPWAN ISM



Long Range  
Battery oriented  
Low Data rate  
Unlicensed ISM band  
868Mhz / 920 Mhz  
band

ISM : Industrial Scientific and Medical band

# LoRa WAN / SigFox : quelques caractéristiques techniques

## LoRa WAN

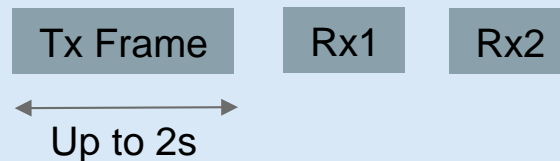
- Modulation à étalement spectral (Spread Spectrum) et temporel
- Adaptation du Facteur d'étalement (SF) / durée de transmission fonction de la qualité du lien radio (souvent SF12)

## SigFox

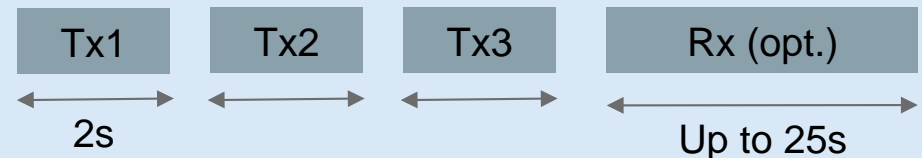
- Modulation UNB de BW 100Hz.
- Saut de fréquence à chaque transmission (diversité fréquentielle)
- Mécanisme de répétition des trames émises (diversité temporelle)
- Maximum de 140 trames émises / jour

- Bande ISM / Majoritairement entre **868Mhz et 923Mhz**
- Transmission pouvant aller jusqu'à plusieurs secondes / trame
- Une consommation en Tx de **35mA à 50mA**
- Une consommation en Idle de l'ordre du uA

Format d'une trame / LoRa WAN Class A



Format d'une trame / SigFox



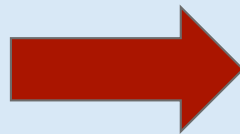
C'est l'étalement temporel qui permet le "Long Range" (quantité d'énergie par bit transmis)  
C'est le protocole qui permet le "Low Power" avec un état totalement Idle entre deux transmissions

# Retour d'expérience

Dans la phase de l'architecture d'un produit IOT, les contraintes propres à la radio, à l'antenne et à la solution d'alimentation sont trop souvent ignorées au profit de la mécanique, de l'esthétique et des autres fonctions.

Il peut en résulter :

- Un produit inefficace voir non fonctionnel (d'un point de vue radio)
- Un produit n'atteignant pas l'autonomie attendue ou ayant des problèmes de performance en lien avec des paramètres extérieurs tels que la température
- Un produit ne respectant pas les réglementations radio (harmoniques, etc ...)
- Un produit ne pouvant pas être certifié CE, FCC, IC, etc ...
  
- et surtout des surcoûts non prévus et tardifs pour reprendre l'architecture



La solution radio, le choix d'antenne et la solution d'alimentation doivent être au centre des préoccupations lors des phases d'architecture et de développement du produit

## Du bon choix de la technologie d'alimentation formats et types de pile ... (\*)

(\*) ... et pourquoi une solution de pile CR2032 n'est pas la plus adaptée pour du LoRa WAN ou SigFox (sauf choix éclairé)

# Approche simpliste : Mauvais choix de technologie

## Typical Capacities (at 20°C)

Discharge Type	Load	End Voltage:	2.0 V
Continuous 24h / d, 7d / w Current [ $\mu$ A]:	5600 $\Omega$	Time: Capacity [mAh]: Energy [mWh]:	460 h 230 645

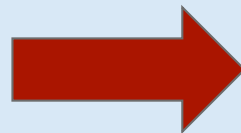
*Extrait d'une datasheet  
CR2032 standard*

Soit le scénario suivant :

- 1 trame de 2s transmise toutes les heures
- Tx power 14dBm
- Une consommation Tx de 40mA / Une consommation Idle de 2uA

Un raisonnement simpliste donnerait :

- Consommation moyenne pour le Tx :  $40\text{mA} * 1\text{s} / 3600\text{s} = 11.1\mu\text{A}$
- Consommation moyenne pour l'IDLE :  $2\mu\text{A} * 3599/3600 = 1.99\mu\text{A}$
- Consommation moyenne : 13.1uA
- Autonomie :  $230\text{mAh} / 13.1\mu\text{A} = \underline{760 \text{ jours (2 ans)}}$



**En pratique le système s'arrête au bout de quelques dizaines de trames !**





# Explication

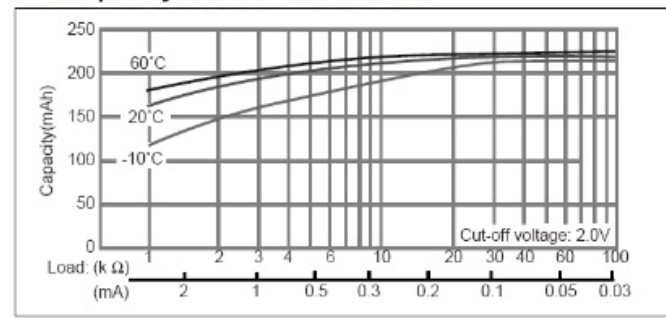
De nombreux paramètres influent sur les performances de la batterie et sur sa capacité équivalente instantanée :

- La température
- Le niveau de courant à fournir de manière continue (un burst de plus de 1 seconde doit être considéré comme niveau continu pour une batterie)
- Son vieillissement et sa décharge naturel

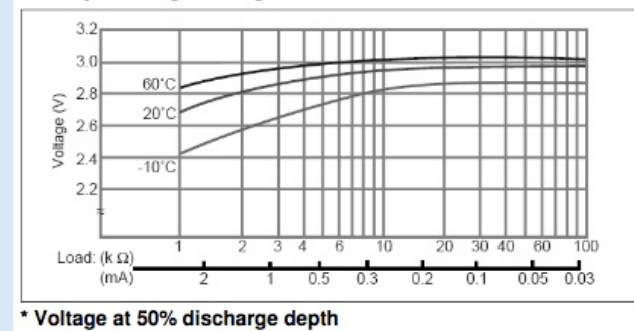
La capacité d'une batterie est toujours donnée par les fabricants pour un contexte d'utilisation particulier. Ex de la CR2032 :

- Température de 20°C / Courant continu de 0.5mA / max décharge à 2v

● **Capacity vs. load resistance**



● **Operating Voltage vs. load resistance \***



# Quelles technologies de batterie pour l'IOT ?

En théorie, la bonne technologie de batterie est celle qui permettrait d'avoir :

- la plus grande densité d'énergie
- la plus grande plage de température de fonctionnement
- la meilleure capacité à "driver" les courants demandés par le Tx
- Le moins d'effet de vieillissement
- Le taux de décharge naturel le plus faible

En pratique, aucune technologie ne répond parfaitement à tous ces critères et le choix d'un type de pile/batterie reste toujours un compromis "drivé" des contraintes les plus fortes du produit.

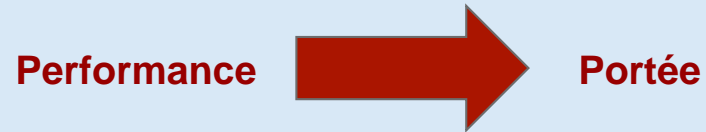
# Quelles technologies de batterie pour l'IOT

## Les technologies les plus utilisées dans le domaine de l'IOT

	Li-SoCL2	Li-MnO2	Lithium Polymer
Rechargeable	Non	Non	Oui
Tension nominale	3.6v	3.0v	3.0v
Densité d'énergie	Moyenne	Moyenne	Forte
Vieillessement	Très bonne (10 ans)	Très bonne (10 ans)	qq centaines de cycle de charge/ décharge possibles
Auto décharge	1% par an	1% par an	jusqu'à 5% mois
Température	-55°C / +85°C	-40°C / +85°C	-20°C / +60°C
Courant continu	environ 0.05C	0.2C et supérieur	jusqu'à 0.2C
Usage	Objets déployés pour fonctionner sur une durée longue en toute autonomie		Objet nécessitant une grande quantité d'énergie dans un petit volume de batterie pour une durée "courte"

## Performance radio d'un objet connecté

# Performance / Portée



Pour de bonnes performances il faut prioritairement :

- Un modem délivrant la puissance désirée
- Une bonne adaptation aux fréquences de fonctionnement et à la bande passante (Impédance d'entrée de l'antenne = impédance de la ligne radio)
- Un bon gain d'antenne qui caractérise le transfert d'énergie entre l'antenne et l'espace libre.

mais pour autant cela n'assure pas nécessairement un gain d'antenne maximal. D'autres paramètres influent sur les performances rayonnées.

# Influence de l'environnement

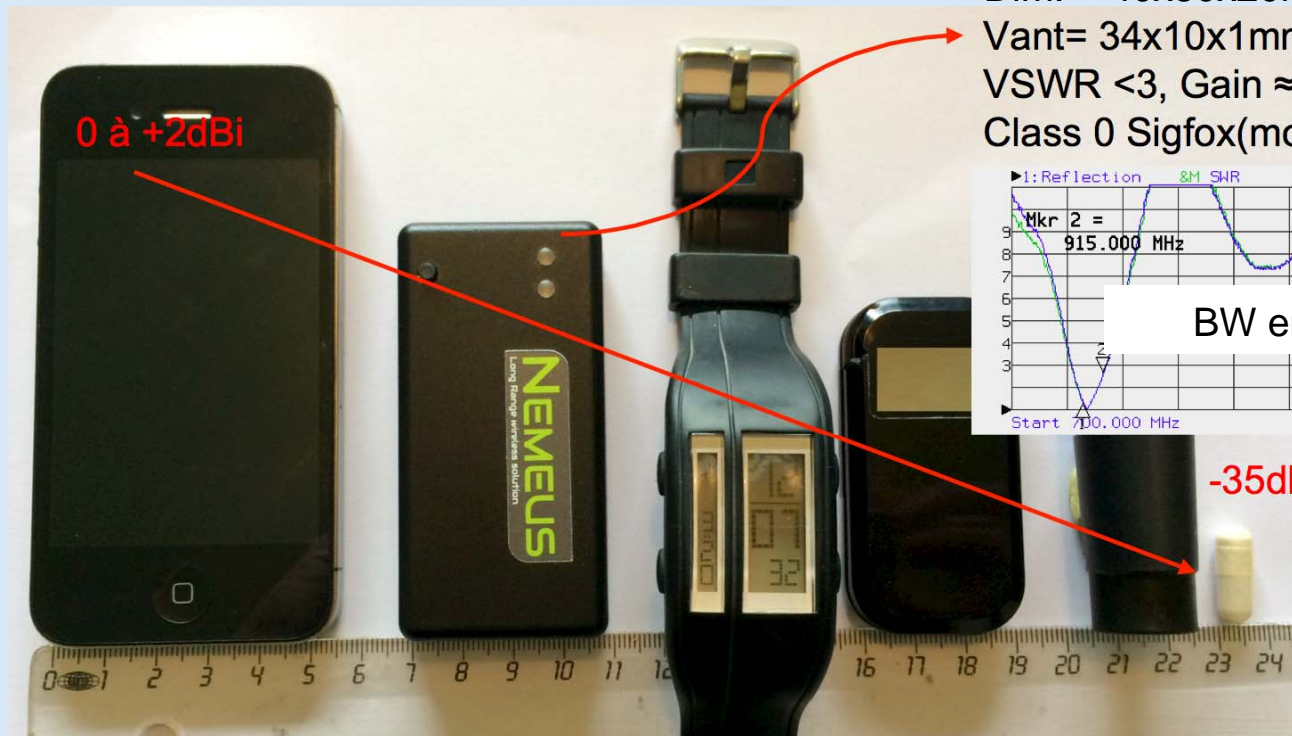


les performances d'une antenne sont aussi :

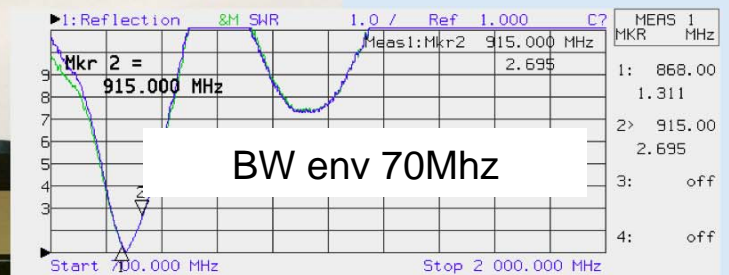
- Proportionnelles aux dimensions de l'objet
  - **l'objet c'est l'antenne !**
  - L'élément rayonnant "s'appuie" sur l'ensemble de l'objet pour rayonner et est donc sensible à ses propriétés (taille de plan de masse, présence de masses métalliques, etc ...)
  - Plus le plan de masse est petit, plus l'atténuation est forte, moins grande est la BW et plus l'antenne sera sensible à d'autres éléments extérieurs
- Proportionnelles aux dimensions de l'antenne
  - Le volume à allouer à l'antenne est inversement proportionnel à la fréquence (Une antenne à 2.4GHz demandera moins de place qu'une antenne à 868Mhz)
- Fonctions de la solution utilisée et de son intégration dans le produit

# Performances et dimension d'objet

**NEMEUS**  
LPWA Solutions



Produit Sigfox, BLE / Ant-Custom  
Dim. = 40x80x20mm  
Vant= 34x10x1mm  
VSWR <3, Gain  $\approx$  -0.5dBi @ 868MHz  
Class 0 Sigfox(module Sigfox)

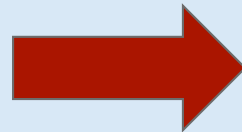


Credit XXI-lab / antenniste

# Quelle approche antenne pour un développement réussi ?

Avec une recherche forte de miniaturisation :

**La meilleur approche  
(hors toutes autres  
considérations)**



Utilisation d'un antenniste pour la prise en compte de la globalité du produit dans le design d'une solution d'antenne performante.

Démarche :

- Modélisation complète du produit et simulation du rayonnement d'antenne / Recherche d'une solution optimal
- Réalisation d'un prototype complet (mécanique, électronique, antenne)
- Tests en chambre anéchoïque pour confirmer la simulation
- Optimisation

De manière alternative et pour des objets de taille raisonnable, utilisation d'antenne du commerce (PCB, Flex, antennes externes, etc ...) avec :

- Respect des préconisations de taille de plan de masse du fabricant
- Respect des placements d'antenne préconisés par le constructeur
- Eloignement des masses métalliques (dont pile) à proximité de l'antenne
- et surtout tests en chambre anéchoïque pour vérifier les performances



Utilisation d'un modem radio ou approche  
composants discrets ?

# Préambule

**Modem**  **Module**

- Un Module correspond principalement à la partie HW du modem
- Un modem est un système complet qui intègre :
  - Une carte radio
  - Une stack logicielle qualifiée et dont l'intéropérabilité a été testée avec les réseaux opérateurs
  - L'ensemble des Ids et clefs d'enregistrement réseau
- et qui est fourni avec l'ensemble des certifications pour la région cible

# Utilisation d'un modem radio ou approche composants discrets ?

La réponse dépend :

- de la nature et de la volumétrie du projet
- du temps qui peut-être consacré à l'optimisation d'une solution radio
- des moyens (financiers) qui peuvent être mis en oeuvre
- des compétences en développement radio

## Avantages d'une solution Modem :

- Solution qualifiée et optimisée en performances radio et consommation / Une garantie de fonctionnement avec les réseaux opérateurs
- Un gain de temps pour le développement
- Une limitation des coûts de certification produit en s'appuyant sur les certifications du modem

## Solution complémentaire proposée par Nemeus en cas de forte volumétrie :

- Solution de Référence Design avec portage de la technologie sur PCB client pour une optimisation du coût de la BOM.
- Expertise radio pour les phases de développement et certification