



# Développement logiciel et électronique sur technologies LoRa et Sigfox

## Strataggem

datalogging – tracking – worldwide coverage  
subscription-free solutions

JOSY, Octobre 2016

[contact@strataggem.com](mailto:contact@strataggem.com)



# Plan

- La réglementation dans les bandes ISM 868Mhz (5min)
- Le système SigFox (5min)
- Le système LoRa (5min)
- Le développement avec ces systèmes chez Stratagem (15min)



# La réglementation dans les bandes ISM 868Mhz



# La réglementation dans les bandes ISM 868Mhz

- En Europe la norme est claire et stricte: EN 300 220 V2.1.1 et la référence ERC/REC/70-03
- (<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/REC7003E.PDF>)
- Si objets communicants voyagent loin ... très compliqué
- USA, Russie, Japon, Chine, ...  
(privilégier GSM quadribande, et 2.4GHz technos: wifi, bluetooth)

## Les principes :

- Puissances maximum autorisées par bande
- Espacement / largeur de bande des canaux
- Règles strictes de temps d'occupation du spectre
  - duty cycle ou
  - listen before talk LBT



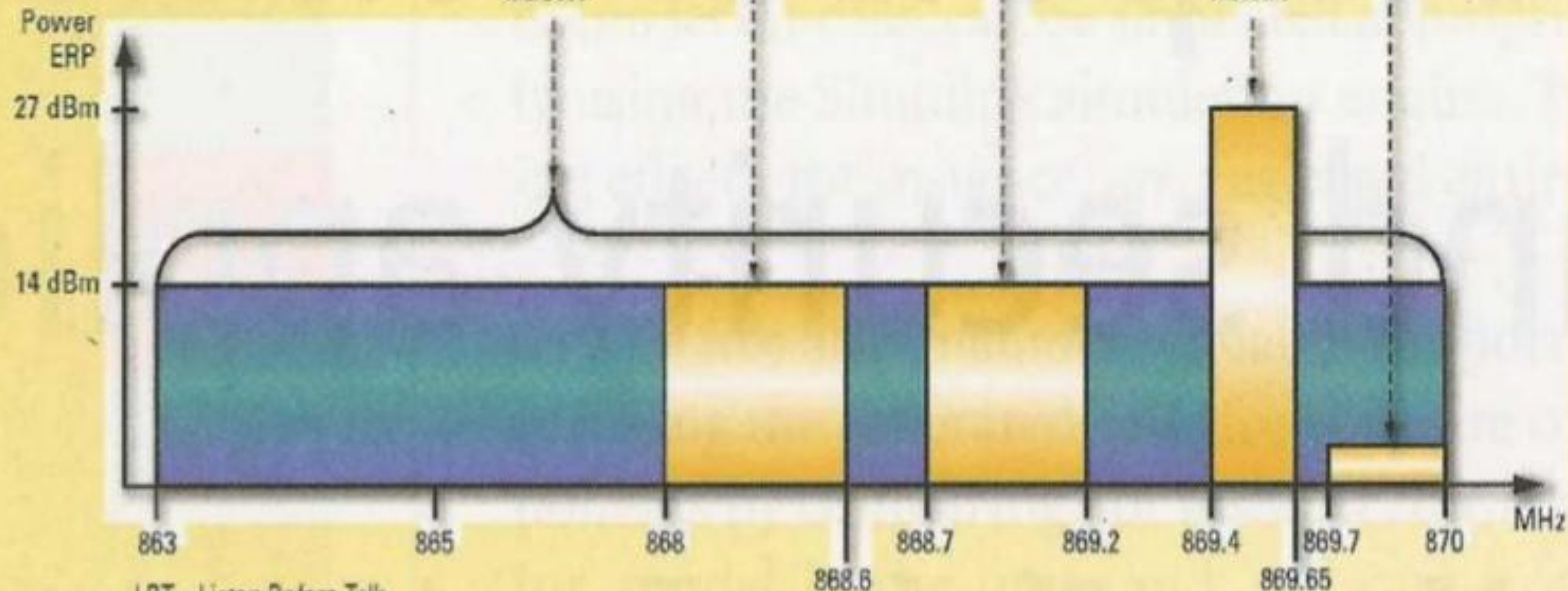
# Liste des bandes / Usage

## Norme 868/EU

Frequency Band	ERP	Duty Cycle	Channel Bandwidth	Remarks	Temps de com sur 24h autorisé	Central frequency
863 - 865 MHz	+14 dBm (25mW)	< 0.1%	< 100kHz		86.4 s ou 1.44 min	864
865 - 868 MHz	+14 dBm (25mW) ou +6.2 dBm /100 kHz (note 7)	< 1%	< 100kHz	wide band technique: FHSS sinon pour la puissance voir si la note 6 de Rec7003e.PDF s'applique on descend à 10dBm (10mW)	864 s ou 14.4 min	866.5
868 – 868.6 MHz	+14 dBm (25mW)	< 1%	No limits		864 s ou 14.4 min	868.3
868.7 – 869.2 MHz	+14 dBm (25mW)	< 0.1%	No limits		86.4 s ou 1.44 min	868.95
869.3 – 869.4 MHz	+10 dBm (10mW)	No limits	< 25 kHz	Appropriate access protocol required		869.35
869.4 – 869.65 MHz	+27 dBm (500mW)	< 10%	< 25 kHz	Channels may be combined to one high speed channel	8,640 s ou 144 min	869.525
869.7 -870 MHz	+7 dBm (5mW)	No limits	No limits			869.85

Duty Cycle

Channel Spacing



LBT = Listen Before Talk

ERP = Effective Radiated Power

**EN 300 220 V2.1.1**



# Duty Cycle

**Définition: temps d'utilisation cumulé du spectre autorisé sur 1h glissante**

Exemple: si un device parle sur la bande 868 – 868.6 MHz il dispose de 1% du temps soit en cumulé 36s par fenêtre d'une heure glissante.

- si un device parle 36s il doit attendre une heure avant de parler
- un device peut parler 6s toutes les 10min soit 144 fois par jour



# Listen Before Talk (LBT)

## Définition:

- le temps d'utilisation continu ne peut excéder 1s
- pour chaque spectre de 200kHz un device ne peut excéder en cumulé plus de 100s par heure
- la durée limite pour un dialogue lors d'une transmission ou une séquence de polling ne peut excéder 4s
- la durée minimum entre deux transmission doit être de 100ms
- le temps mort maximum dans une transmission ne doit pas excéder 5ms
  - a) Le temps fixe d'écoute sur le canal doit être d'au moins 5ms
  - b) Le temps pseudo-aléatoire fixe d'écoute doit varier par pas de 0.5ms et doit être compris entre 0 et 5ms.





# En pratique (duty cycle)

## Principe

- Utiliser la bande/duty cycle/puissance adéquate pour la communication
- Objet proche + fréquentes communications/quantité importante de données -> 7dBm
- Objet loin + rares communications + peu de données + pas de veille d'écoute -> 27dBm
- Rares communications + peu de données -> 14dBm





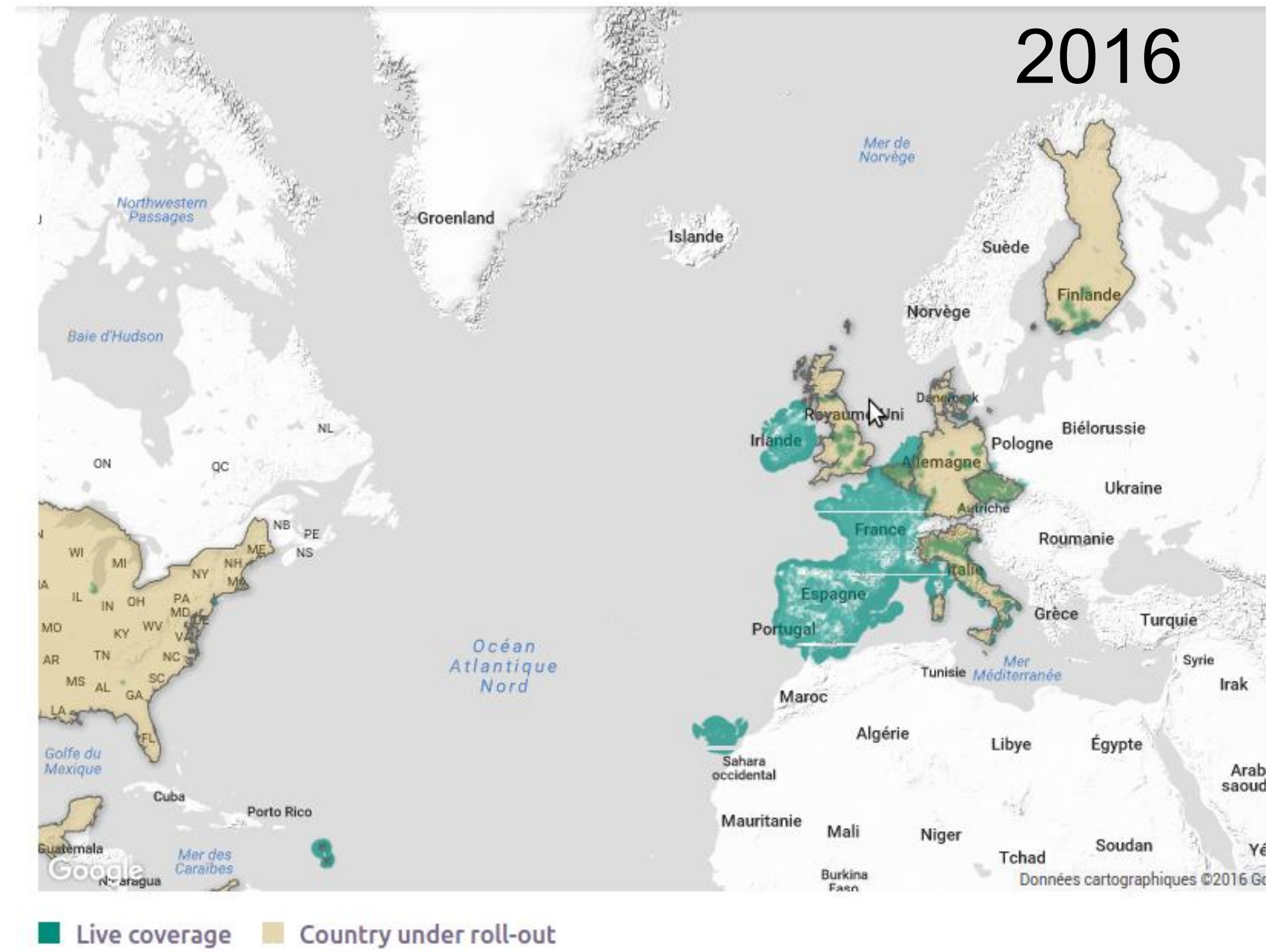
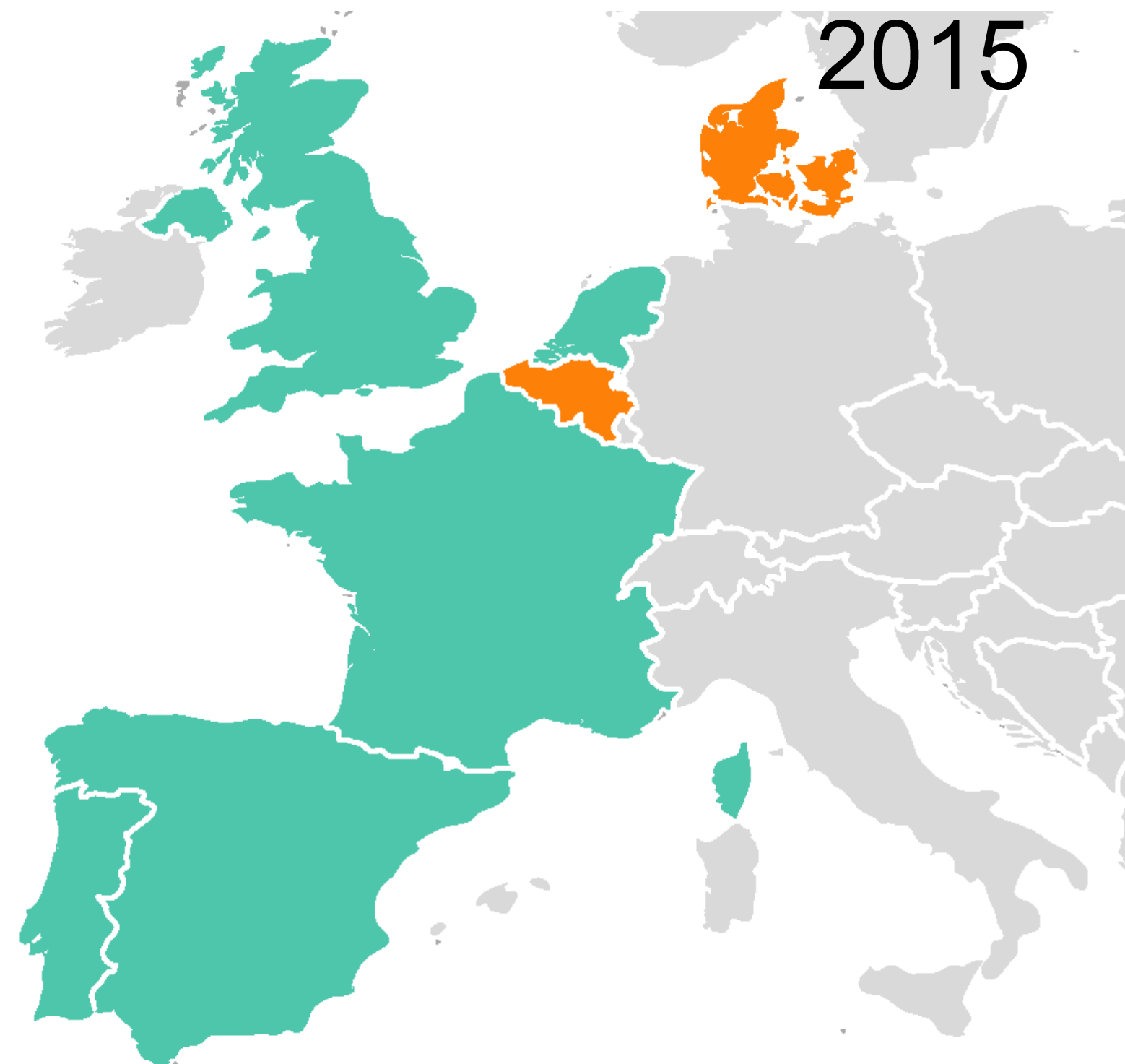
# Le système Sigfox



# Portée/Couverture

Portée constatée (connaissant la position d'une antenne): 1km en ville, 10km en campagne, beaucoup plus sur des étendues d'eau

Portée vs couverture:





# Consommation énergétique

- Tx: 45mA (14dBm)
- Rx: 20mA
  
- Temps d'un message 6s.
- Pour une capacité de 1000mAh, cela fait 13 333 messages émis (3 messages par jour pendant 12 ans)
  
- Chip TI 3.3V principalement utilisé dans les modems SigFox
  - suit un développement standard, on peut s'attendre à des réductions de consommation dans le futur.



# Coût d'usage et modèle économique

Abonnement standard (développeur 2015):

- 4€ par an pour un message/jour/objet
- 14€ par an pour 144 messages/jour/objet

- Un message 12 octets, 96 bits utiles

  - 1 message/jour: 913€/Mo

  - 144 messages/jour: 22.19€/Mo

- Comparaison GSM: 12.25€ pour le 1<sup>er</sup> Mo, 0.25€ les suivants

- Le roaming est assuré par le fait que Sigfox supervise le déploiement du réseau au niveau mondial.

- Le déploiement devrait avancer vite, un système satellitaire est à l'étude.



# Le système LoRa



# Fréquence, Modulation, Spreading factor, BW, Coding rate

- Tout est paramétrable:
  - les chips de Semtech peuvent travailler de 169MHz à 905MHz
  - Modulation = encodage de l'information dans le signal radio:
    - \* FSK, GFSK (idem chips TI sur modems Sigfox)
    - \* LoRa
- Paramètres de la modulation LoRa:
  - spreading factor, plus il est grand, plus il y a d'information transmise par bit. Le coût de calcul augmente et la sensibilité de réception aussi. 6 niveaux disponibles
  - la largeur de bande: plus la bande est étroite, plus la sensibilité est grande, mais plus longtemps le message prend à être transmis. 3 largeurs disponibles: 125kHz, 250kHz et 500kHz
  - coding rate: Forward Error Correction Code Rate (CR): plus il y a de taux d'encodage, plus il y a de redondance dans le signal et plus la transmission est bonne, mais cela accroît le temps de transmission



# Fréquence, Modulation, Spreading factor, BW, Coding rate

- Ce que cela a comme conséquence sur la durée du signal: pour un message de 12 octets utiles:
  - SF12, BW 125KHz, CR 4/5 : on obtient
    - \* -137dBm de sensibilité,
    - \* durée de transmission: 1089.54ms





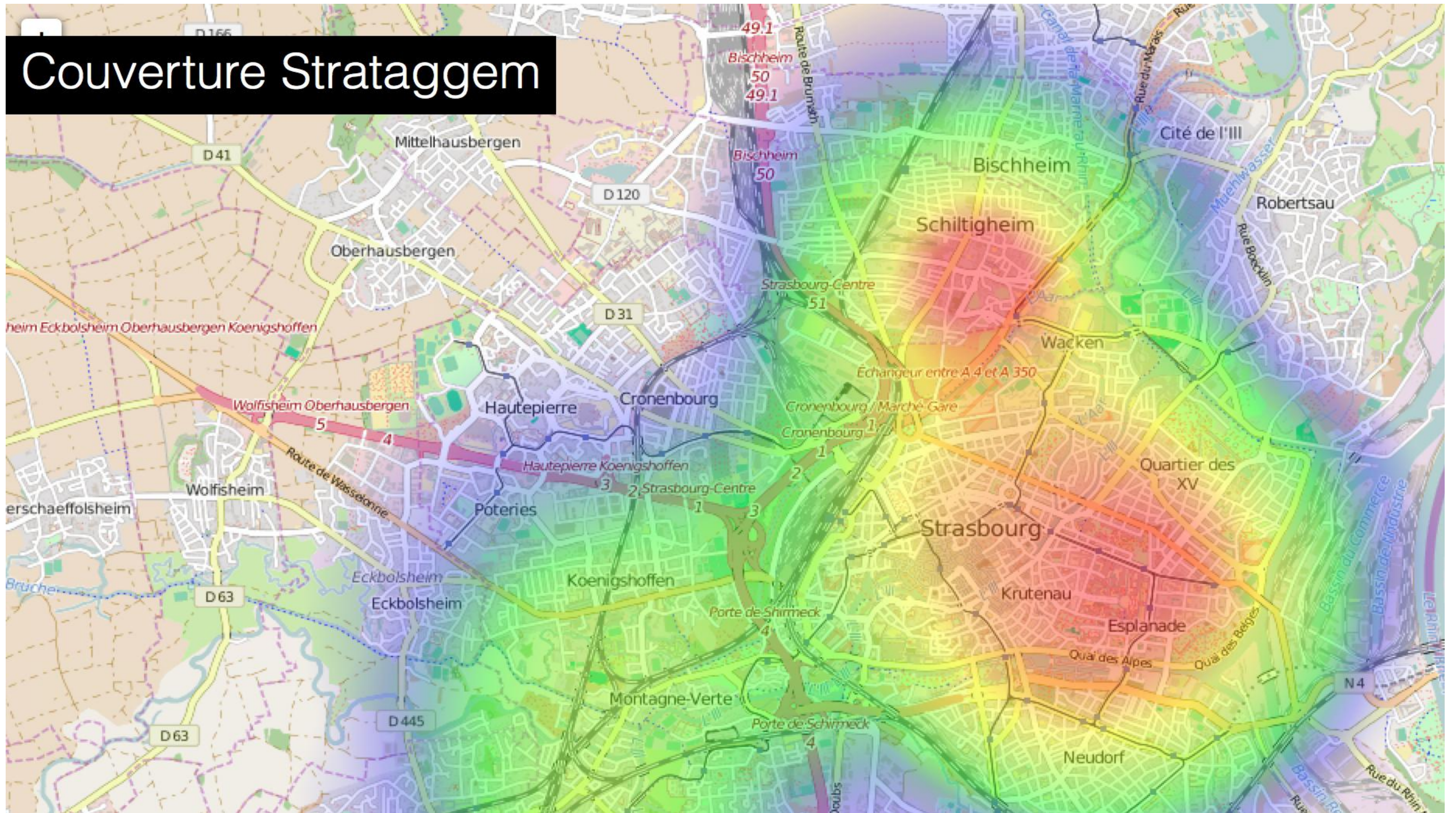
# Portée

- Datasheets annoncent: 5km en milieu urbain, 22km en champs libre (type d'antennes)
- Pour des antennes omnidirectionnelles demi-onde 2dBi en milieu urbain du sol au sol et avec des objets en intérieur nous observons:
  - en moyenne 800m
  - des exploits autour de 2km
- Avec une antenne relais omnidirectionnelle 12dBi placée en sommet de bâtiment haut, des objets avec antenne omnidirectionnelle quart-d'onde 0dBi, placés en intérieur
  - en moyenne 3km
  - des exploits à 6km



# Portée

Couverture (2014) avec 3 antennes:  
1 sur toit, 2 en intérieur, 1 en sous-sol





# Consommation énergétique

- Tx: 18mA (7dBm), 28mA (13dBm), 90mA (17dBm), 125mA (20dBm)
- Rx: 10mA
- Temps d'un message : variable, on peut donc l'adapter à la consommation et aux capacités énergétique.
- Pour 12 octets utiles, 13dBm, 1s de Tx, une capacité de 1000mAh, cela fait 128.5k messages émis (3 messages par jour pendant 117 ans). Si on répète le message 3x: 42.8k messages, soit 3 messages par jour pendant 39 ans
- Les nouveaux chips semtech consommeront 3x moins en Rx (prévus pour T1 2017)



# Acteurs de l'écosystème, modèle économique

Modèle ouvert :

- Beaucoup d'opérateurs: des gros Bouyges, Orange, KPN et des petits TTN, Lorlot, Stratagem avec des modèles économique divers:
  - abonnement (comme Sigfox)
  - mutualistes TTN, Stratagem
- Des fabricants de chip: Semtech et maintenant ST microelectronics
- Des fournisseurs de solutions logicielles pour le routage: Actility, TTN, Lorlot, ACKlio, Stratagem
- Des fabricants de modules à intégrer: Adeunis, HopeRF, Libelium, Sodaq, Stratagem, etc...

Tout le monde réunit dans la LoRa ALLIANCE pour promouvoir l'écosystème, préparer le roaming



# Le protocole LoRaWan

## Une solution native pour le bidirectionnel

- plusieurs classes de devices

**classe A** : le device écoute après avoir parlé (système équivalent en Sigfox)

**classe B** : le device a des plages de paroles prédéfinies et négociées avec la passerelle (l'opérateur)

**classe C** : le device écoute quand il ne parle pas

La couche logicielle est open-source fournie par la LoRaWan pour l'implémentation sur les devices.

Des parties de solutions open-source existent (class A et C) pour les passerelles

Des éléments sont en train d'être spécifiés pour la géolocalisation par LoRa



# Retour d'expérience Strataggem



# Wavebricks : un réseau mutualiste pour l'IoT



- réseau mesh + star
- hétérogène: Wifi, BLE, LoRa
- peer-to-peer

**Wavebricks**<sup>®</sup>



# Wavebricks : un modèle économique sans abonnement

- Le coût d'équipement est le seul pour le client



**Wavebricks<sup>®</sup>**





# Wavebricks : un modèle scalable à la robustesse adhoc



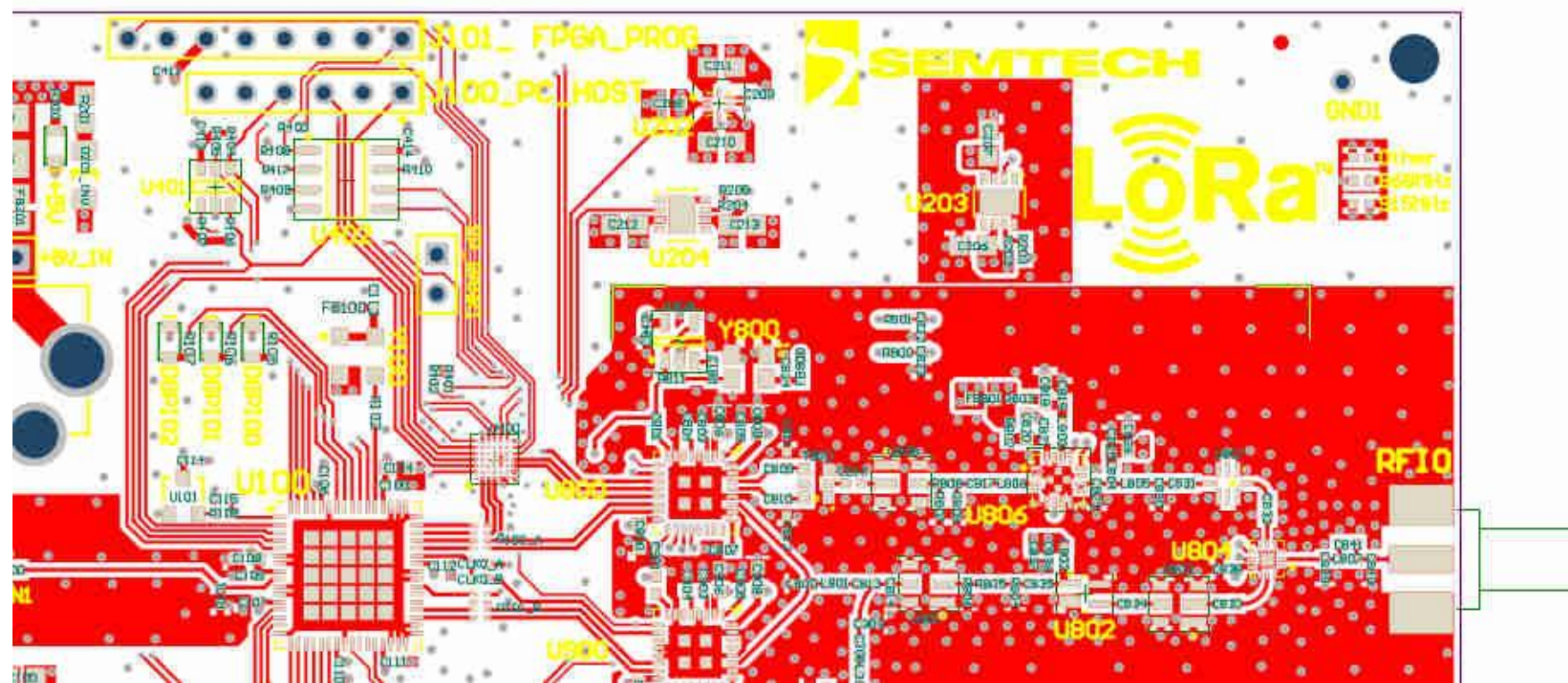
**Wavebricks**<sup>®</sup>

- Plus il y aura d'objets, plus il faut de passerelles pour les écouter
- Par la technologie mesh, rajouter du lien est très facile et avec des coûts très faibles pour toucher du deep-indoor.



# Hardware pour les passerelles

- Le lien radio est le plus important
- Antennes omnidirectionnelles et directionnelles



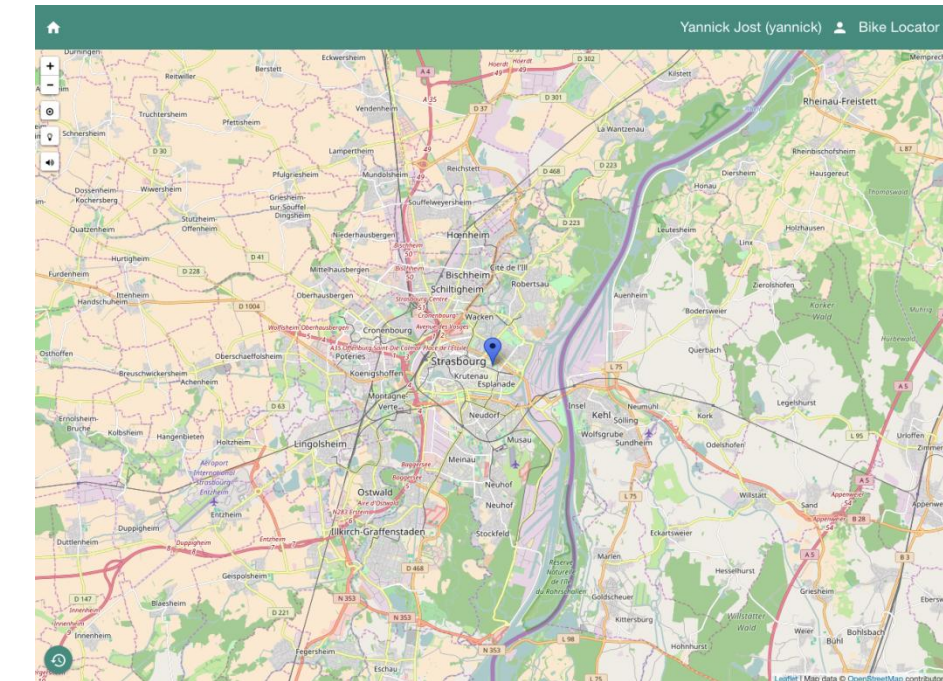


# Hardware pour les devices

- Le lien radio est aussi le plus important
- La consommation énergétique des différents modules est optimisée, la radio consomme le plus: wifi, BLE, LoRa, GPS.
- Tous les capteurs que nous avons implémenté jusque là ne consomment quasiment rien



# COMPOSANTS



End-devices

Passerelles

Applications



# Cloud wavebricks : tracking

September 2016

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8 3:48p 4:17p	9	10
11	12 6:52p 8:22p	13 9:12a 10:08a 12:48p	14	15	16 10:38a 11:22a 2:10p	17 3:09p 3:55p 4:42p 7:19p
18	19	20	21	22 8:20a 9:26a 10:05p	23 12:11p 1:55p 19:36 → 19:56 7:36p 11:42p	24
25	26	27	28	29	30	1

Admin Eurométropole (emsadm)

Ride

Date: 27/09/2016

**A** Departure  
36 Rue de l'Université, 67000  
Strasbourg, France  
Date : 23/09/2016 at 19:36  
Lat, lng : 48.582695, 7.76710844

**B** Arrival  
Route des Romains, 67200  
Strasbourg, France  
Date : 23/09/2016 at 19:56  
Lat, lng : 48.57764816, 7.70955848

CLOSE



# Cloud wavebricks : tracking



- Le vol de vélo: deuxième frein à la pratique (après la météo (1))
- Tracker autonome en énergie, branché sur la dynamo
- Stockage sur super-condensateur (50000 cycles)

1) Stratagem a prévu de s'occuper de la météo après avoir conquis le marché des objets connectés

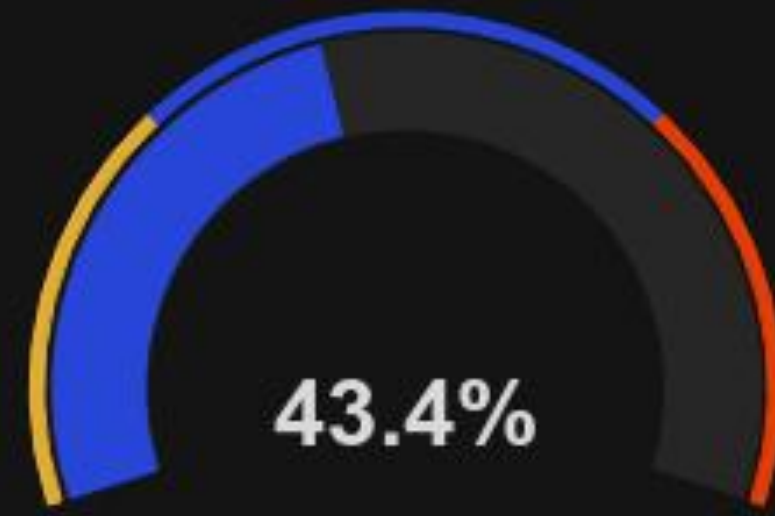


# Cloud wavebricks : monitoring

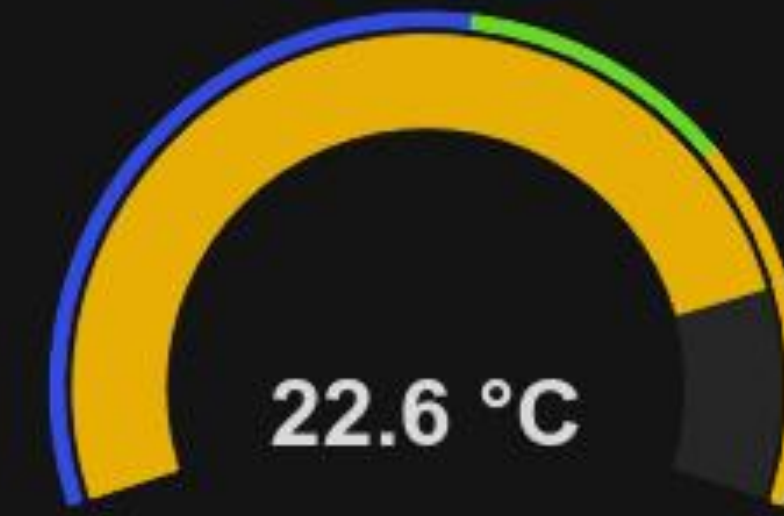


TRAVÉE 1

Humidité relative



Température



HISTORIQUE TRAVÉE 1

Humidité



Température





# Cloud wavebricks : api

## My devices



Name	Serial Number	Address	Security Key	Shared with				
RN2483 Demo	AD68763A48734	0.0.5	*****	johan yannick joel	▶	🗨	⬇	🗑
Temp sensor	TS4312321F3R8S	0.0.3	*****	johan manu yannick joel	▶	🗨	⬇	🗑

## Devices shared with me

Name	Serial Number	Address	Security Key	Owner			
Temp sensor	TS4312321F3R8S	0.0.3	*****	manu	▶	🗨	⬇
LaFab Mécatronique	13545417	0.0.19	*****	yannick	▶	🗨	⬇
LaFab T1	13545435	0.0.17	*****	yannick	▶	🗨	⬇
bike_18	18	0.0.18	*****	bikelocator	▶	🗨	⬇
DLD Tester	23081985	0.0.31	*****	johan	▶	🗨	⬇
bike_26	26	0.0.26	*****	bikelocator	▶	🗨	⬇
bike_27	27	0.0.27	*****	bikelocator	▶	🗨	⬇





# Cloud wavebricks : api

Home icon | manu | Wavebricks API

### My devices

Name	Serial Number	Address	Security Key	Shared with	
RN2483 Demo	AD68763A48734	0.0.5	*****	johan, yannick, joel	➤ ⌨ ⚙ 🗑
Temp sensor	TS4312321F3R8S	0.0.3	3a793b62617d31345572564831	johan, manu, yannick, joel	➤ ⌨ ⚙ 🗑

### Devices shared with me

Name	Serial Number	Address	Security Key	Owner	
Temp sensor	TS4312321F3R8S	0.0.3	*****	manu	➤ ⌨ ⚙ 🗑
LaFab Mécatronique	13545417	0.0.19	*****	yannick	➤ ⌨ ⚙ 🗑
LaFab T1	13545435	0.0.17	*****	yannick	➤ ⌨ ⚙ 🗑
bike_18	18	0.0.18	*****	bikelocator	➤ ⌨ ⚙ 🗑
DLD Tester	23081985	0.0.31	*****	johan	➤ ⌨ ⚙ 🗑
bike_26	26	0.0.26	*****	bikelocator	➤ ⌨ ⚙ 🗑

#### Device Temp sensor

**Identification**

Name: Temp sensor | Serial Number: TS4312321F3R8S

**Network**

Wavebricks Address: 0.0.3 | Security Key: \*\*\*\*\*

**Callbacks**

[AJOUTER UN CALLBACK](#)

**Share**

johan ✕ | manu ✕ | yannick ✕ | joel ✕

Add a user

**SAVE**