

SIGFOX

One network A billion dreams

Les clés pour des réseaux M2M/IoT à fort potentiel d'évolution

Christophe Fourtet

✎ **SIGFOX en quelques mots**

✎ **M2M & IoT : « L'éco-système »**

✎ **L'approche « Ultra Narrow Band »**

✎ **SDR Cognitive**

✎ **Backend : Le maillon souvent négligé**

✎ **Demo's**

✎ **Q&A's**

SIGFOX en quelques mots

- **Fondée en 2008. Aujourd'hui 50 collaborateurs.**
- **Conception des blocs fondamentaux SDR et UNB entre 2008 et 2010**
- **Premiers succès dans le M2M**
- **Fin 2010 : Arrivée de Ludovic Le Moan, ancien fondateur de Anywhere Technology (maintenant Sierra) et co-fondateur de ScoopIT**
- **Le "nouveau SIGFOX" : Orientation vers un business model de créateur de technologies d'infrastructures M2M/IoT et d'opérateur**
- **2011 : Premier contrat important. Développement de l'éco-système**
- **2012 : SIGFOX s'installe dans la TIC-Valley**
- **2013 : La France est couverte. Hollande et Russie signées et engagées. Espagne en préparation.**
- **2014 : Espagne engagée. Allemagne, UK et Benelux En cours... Stay tuned !**





**M2M / IoT : “L’éco-
système”**

Panorama actuel du marché M2M/IoT

	 Pro's	 Con's
 Cellulaire : GPRS, 3G ... Optimized 4G dans qqs années	 Des vastes réseaux existent	 Cout. Consommation! (Les terminaux doivent être disciplinés)
 PMR : Mobitex, Tetra, spécifiques	 Vastes réseaux fiables existant	 Cout élevé. « Dédié pro »
 ISM : Proprietary, mesh, ZigBee...	 Bas coût	 Pas de standard clair. Trop « peer 2 peer ». Pas « scalable »
 Satellite	 Couverture large	 Cout assez élevé. Peu flexible

Des faits “têtus” sur la ressource spectrale

- ✎ Le spectre cellulaire est, et restera très cher
- ✎ De même que le spectre Privé
- ✎ Le spectre ISM est étroit et particulièrement contraint pour de bonnes raisons (puissance, duty cycle...)
- ✎ Le spectre « TV White space » n'est pas global, pour ne pas dire un véritable “Mirage”
- ✎ Les allocations potentielles futures pour le M2M prendront beaucoup de temps, comme toujours (10 ans ?)



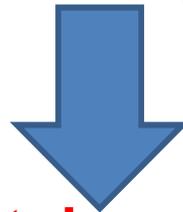
✎ **Il vaut mieux être bien préparé pour une optimisation maximale !!!**

Les faits incontournables du M2M / IoT de demain

- ✦ Bas coût... Et même ultra bas coût
- ✦ Ultra basse consommation ... Objets « oubliables »
- ✦ Conséquence de ci-dessus : Garder les terminaux / capteurs aussi peu « volubiles » que possible et surtout éviter de les “discipliner” via des protocoles complexes et gourmands...
- ✦ Cependant : le besoin en « scalabilité » est bien impérieux ... Des dizaines de milliards d'objets annoncés
- ✦ Garder les CAPEX et donc les coûts infrastructure aussi bas que possible à l'amorçage
- ✦ Standardisation !
- ✦ En bref : Beaucoup à inventer par rapport aux réseaux classiques!

Et donc : Les paradoxes

- ✎ Il faut de grandes cellules pour un CAPEX minimum, donc de grandes portées
- ✎ Mais tout cela avec des puissances minuscules
- ✎ Et, malgré de grandes cellules, reste le besoin essentiel de grandes capacités sur des spectres étriqués → Donc une grande capacité au MHz
- ✎ Et pourtant ... Les terminaux ne doivent pas être disciplinés pour des raisons de consommation et de complexité / coût...



✎ Il apparaît important de pousser « l'intelligence » sur l'infrastructure en utilisant des techniques avancées comme la SDR Cognitive !!!

Avant la techno: L'approche rationnelle

- ❖ Objectif premier: Garder l'infra aussi bas coût que possible

Beaucoup d'acteurs raisonnent encore en « peer to peer ». Mais le facteur essentiel à l'amorçage réel de ce marché est d'avoir des réseaux globaux transparents aux utilisateurs finaux

- ❖ Cellules aussi grandes que possible

- ❖ Mais capacité aussi élevée que possible

- ❖ Optimiser l'usage de la ressource → S'approcher du critère de Nyquist ! X bit par seconde = X Hz de bande

- ❖ Aller vers une SDR Cognitive de haute performance / haute sélectivité capable de gérer une grande quantité de signaux en parallèle : Efforts et dépenses doivent être concentrés ici !

- ❖ **Concevoir le backend, prolongement intelligent et transparent au client, qui va avec**

- ❖ Second objectif : **Des modems bas coût, basse consommation**

- ❖ Les garder aussi simples que possible

- ❖ Protocoles simplifiés, avec overhead au plus bas

- ❖ Optimiser les volumes de data et opérer à bas débit afin d'augmenter les bilans de liaison. Cellulaire : 140/150 dB Typ. Cherchons 160 dB malgré 20 dB de RF en moins !

- ❖ L'infra ne doit pas induire de processus « disciplinant » longs aux modems, mais doit être au service de ces derniers afin de réduire leurs coûts en compensant leurs imperfections

- ❖ Développer applications et éco-systèmes

VOUS POUVEZ MAINTENANT ENFIN « BOOTER » CE MARCHÉ M2M...

Résumé de l'approche rationnelle

- Grandes cellules mais haute capacité → Etre @ Nyquist pour des débits très bas
- Vous devez implémenter de hautes sélectivités ou de hautes séparations des canaux logiques
- Ne pas discipliner les terminaux. Les garder simples, les laisser libres
- Mais d'un autre côté, sophistiquer le plus possible l'infra pour pousser au plus haut le service aux terminaux, en préparant une grande capacité d'évolution dans le temps
- En particulier, concevoir les têtes de réseau aussi "multi-signaux" que possible
- Optimiser les bilans de liaison à fond
- **En bref, tout faire pour migrer la complexité des terminaux vers l'infra**
- **Tout en gardant des choix cohérents d'un point de vue système global**



➤ **Encore une fois, pariez sur la SDR cognitive + Backend intelligent**



L'approche Ultra Narrow Band

Coût réseau: Pourquoi Ultra Narrow Band ?

Comment optimiser l'usage du spectre existant ?

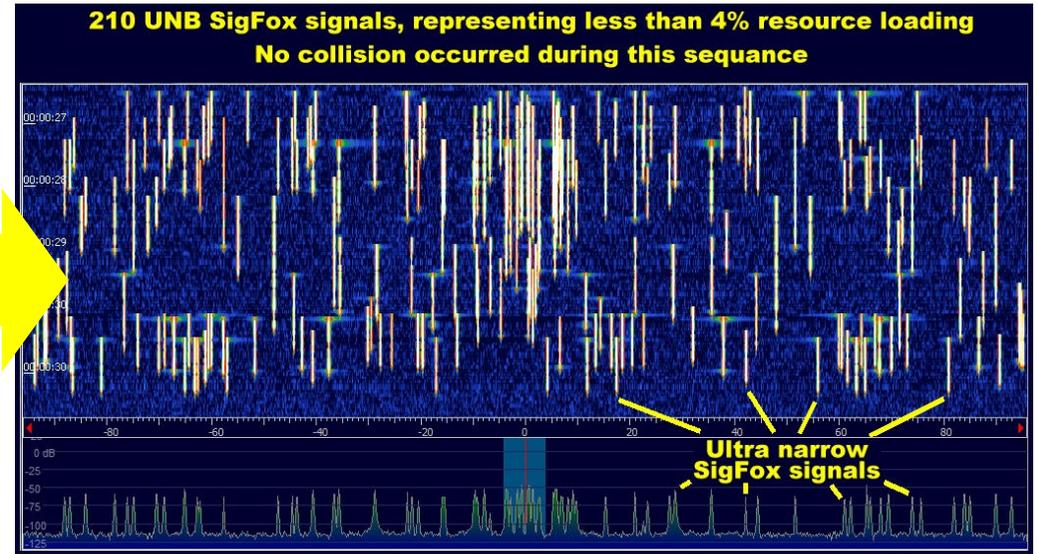
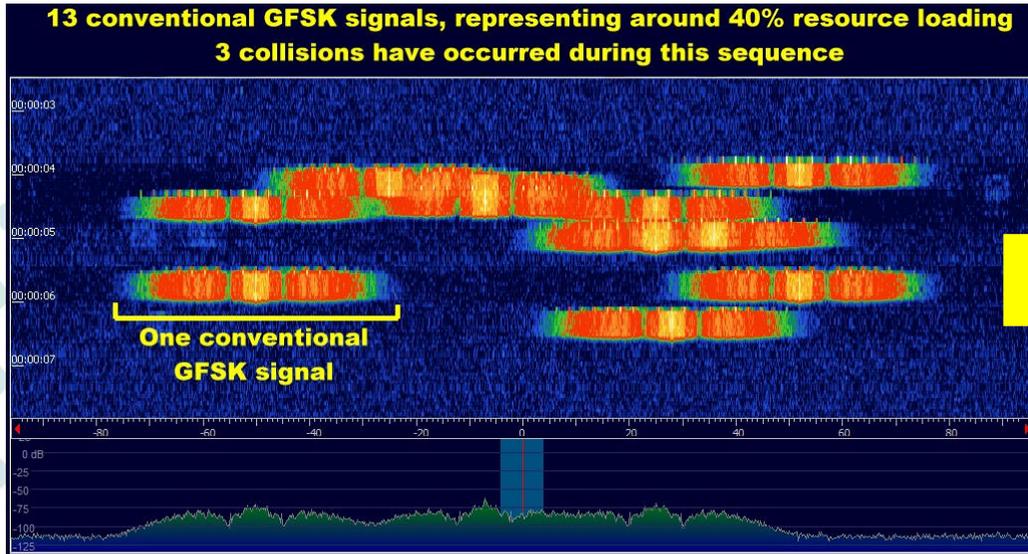
Les signaux conventionnels sont des pierres (le protocole) contenant souvent un simple grain de sable (l'info).
Remplissez plutôt directement avec le sable !!



Should go



To this

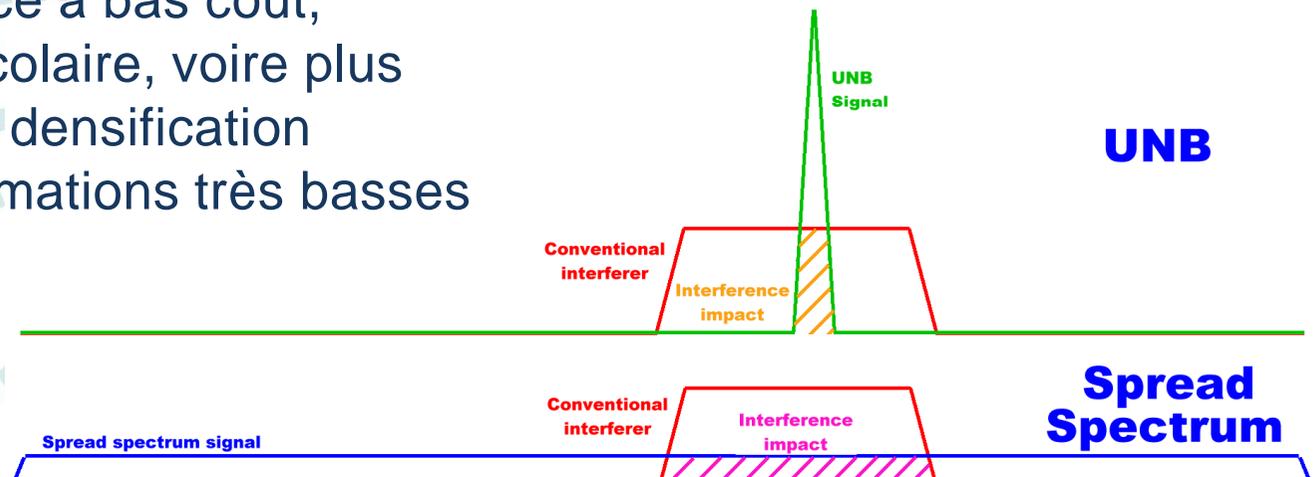


- Mais les technique UNB ont été quasiment complètement abandonnées depuis 40 ans. Pourquoi ?
- Car plus on opère « étroit » plus la syntonie devient un épineux problème, et plus la stabilité est de première importance... Et plus cher est votre système ! **Mais comme SIGFOX l'a montré, la SDR apporte de très efficaces solutions à cela...**

Mais alors, pas d'autres techniques ?

- ✦ Le Spectre étalé est une autre option possible, qui apporte une certaine solution à la stabilité
 - ✦ C'est également une solution présentant une bonne résistance aux interférences, comme l'UNB.
 - ✦ En fait UNB and SS sont des techniques « duales » vis-à-vis des interférences
 - ✦ Le DSSS or OSSS amène souvent un certain degré de flexibilité SDR par principe
- ✦ Cependant, dans la mesure où le problème de syntonie a pu être résolu à bas coût, l'UNB est supérieur en :
 - ✦ Simplicité des terminaux
 - ✦ Là où le SS demande une discipline pour l'attribution des codes d'étalement
 - ✦ Capacité : Si l'on peut obtenir la sélectivité, plus on opère étroit, plus la capacité augmente
 - ✦ De plus, plus on opère étroit, plus le protocole s'allège, jusqu'à zéro, et ce rapidement
 - ✦ Absence de frequency/channel management. Les terminaux sont "free running"

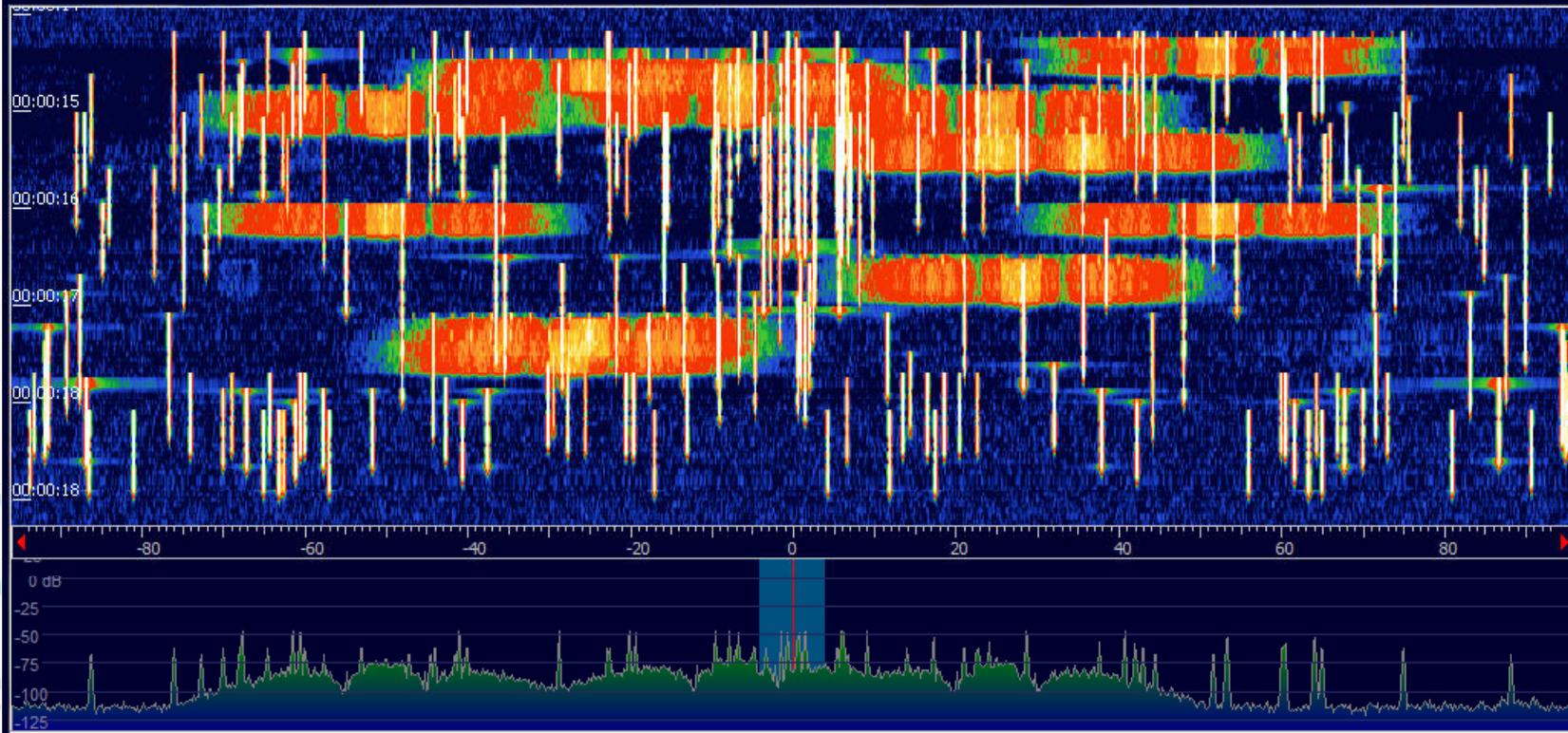
✦ **Conclusion** : une fois les problèmes UNB connus résolus, on obtient une meilleure optimisation de la ressource à bas coût, moins de surcharge protocolaire, voire plus du tout, un déploiement et densification transparents, des consommations très basses



La capacité est-elle bien au rendez-vous ?

- Oui, des tests de charge rigoureux ont été conduits sur simulateurs logiciels mais également matériels, avec des équipements commerciaux réels.

SigFox signals + conventional signals being transmitted on same spectrum at same power and same time. There was no loss of SigFox signals with a 25 dB protection margin relative to conventional "interferers"



- Typiquement, jusqu'à 3 Million de terminaux peuvent opérer par BS pour un usage moyen de 3 transactions par jour, avec une charge spectrale modérée de 8% seulement

Comment résoudre les problèmes UNB ?

- ✎ Ne pas résoudre les “imperfections” des terminaux, comme stabilité et erreur fréquentielle, parmi d’autres. Mettre l’effort SDR sur les têtes de réseau pour les compenser !
- ✎ Hautement multiseession grâce à du logiciel de traitement « temps critique » : Traiter des milliers de signaux divers en simultané
- ✎ Haute dynamique des radio BS (120 dB) nécessaire pour atteindre l’objectif ci-dessus, Particulièrement vis-à-vis des points hauts hautement pollués, typiques des grandes cellules.

ET CONCERNANT LES TERMINAUX...

- ✎ L’Uplink est donc extrêmement simplifié. Quasiment n’importe quel chip du commerce peut convenir. Instabilités et erreurs fréquentielles sont compensées. Le terminal est libre d’imposer une évansion fréquentielle.
- ✎ Les récepteurs des terminaux bidirectionnels restent simples, car à nouveau, le réseau compense leurs « faiblesses » vis-à-vis de l’UNB.



Cognitive SDR

SDR en 2 mots

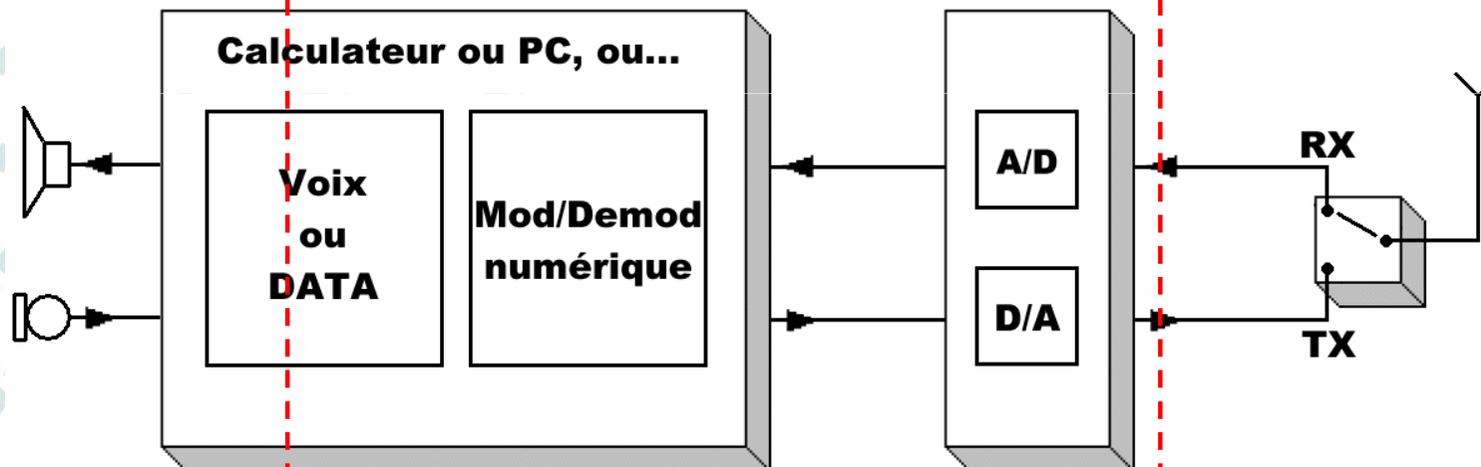
- Un peu d'histoire:
- Le concept SDR apparait dans les années 80 (1984)
- Des labos comme le « Software Radio Proof-of-Concept laboratory » aux US, ou le « German Aerospace Research Establishment » ou des companies comme Raytheon, Thomson, Rockwell présentent des prototypes.
- On admet que le Dr Joseph Mitola fut le 1er en 1991 à introduire les termes « SDR », et « cognitif »...Appelé pape de la SDR, il a entre autre contribué au "SPEAKeasy II" du dept d'état US
- Premières stations cellulaires en FI numérique à 70 Msamp/s introduite vers 2000
- Depuis, nos téléphones portables sont de bons exemples d'équipement en partie SDR...

SDR, ou la quête du « saint – Graal »

Pousser le filtrage canal et la "spécialisation" au plus profond du logiciel

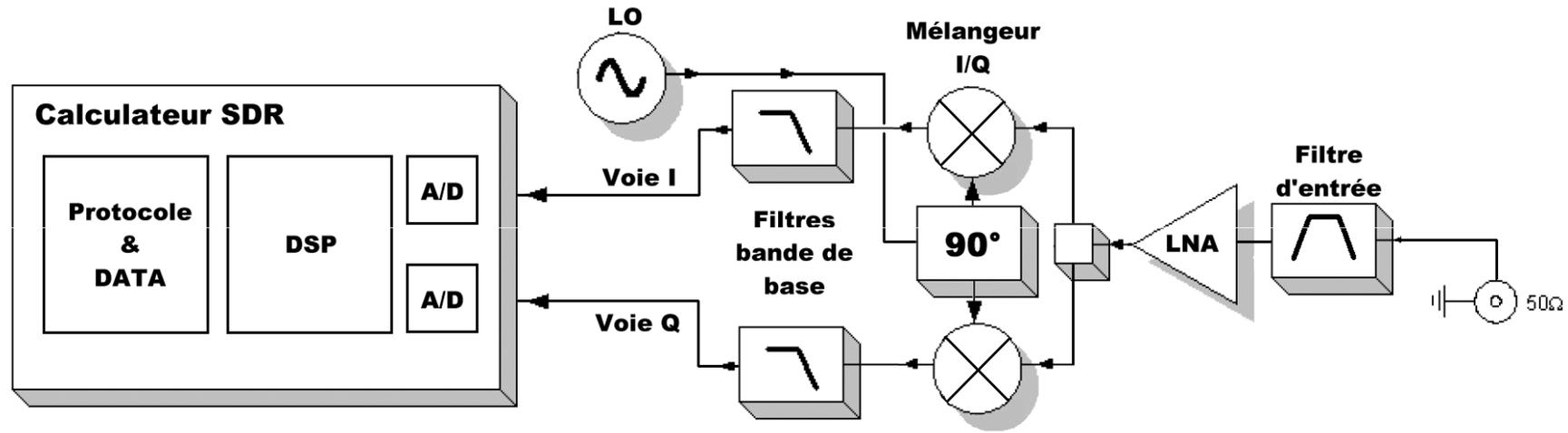


Et repousser la RF au plus près de l'antenne...

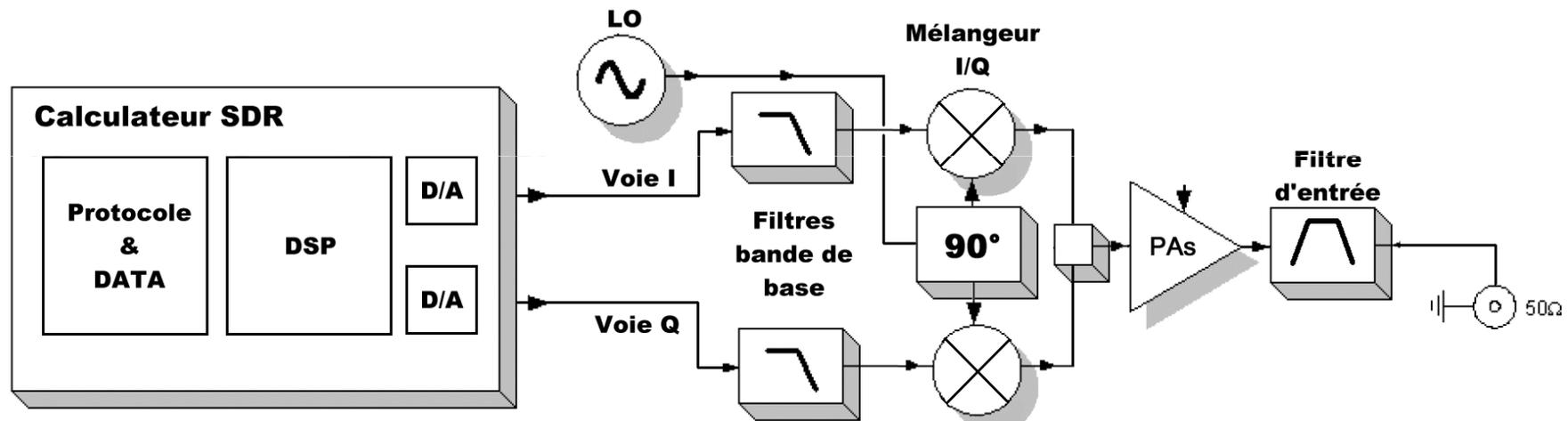


Mais en pratique... et en 2 mots toujours

Pour le moment... des compromis...



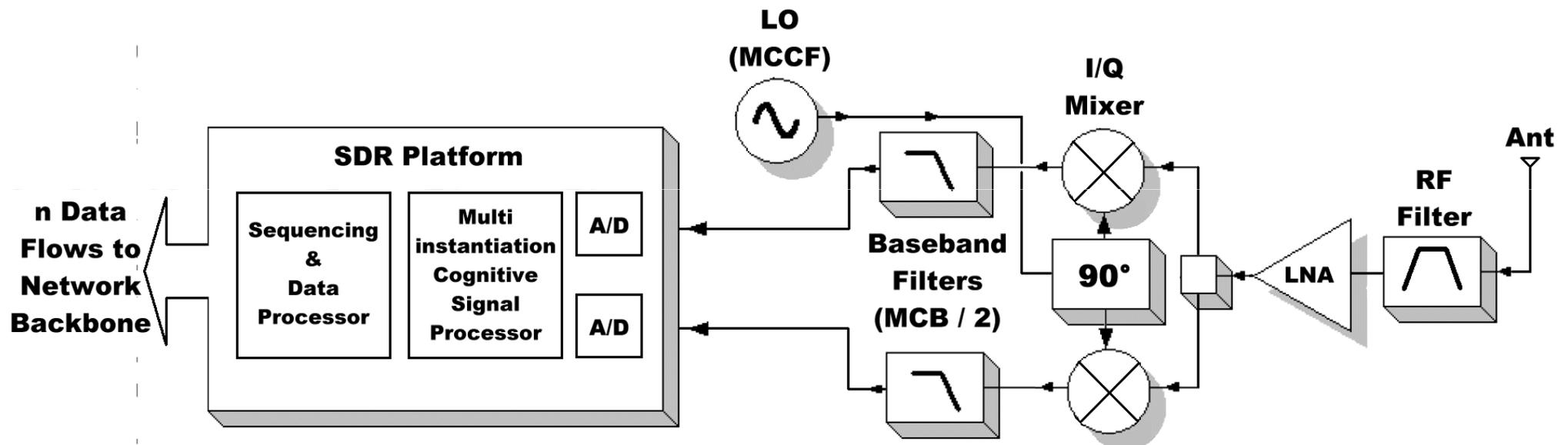
Exemple de récepteur SDR, à partir d'une RF vectorielle



Exemple d'émetteur multiségnaux SDR à partir d'une radio vectorielle

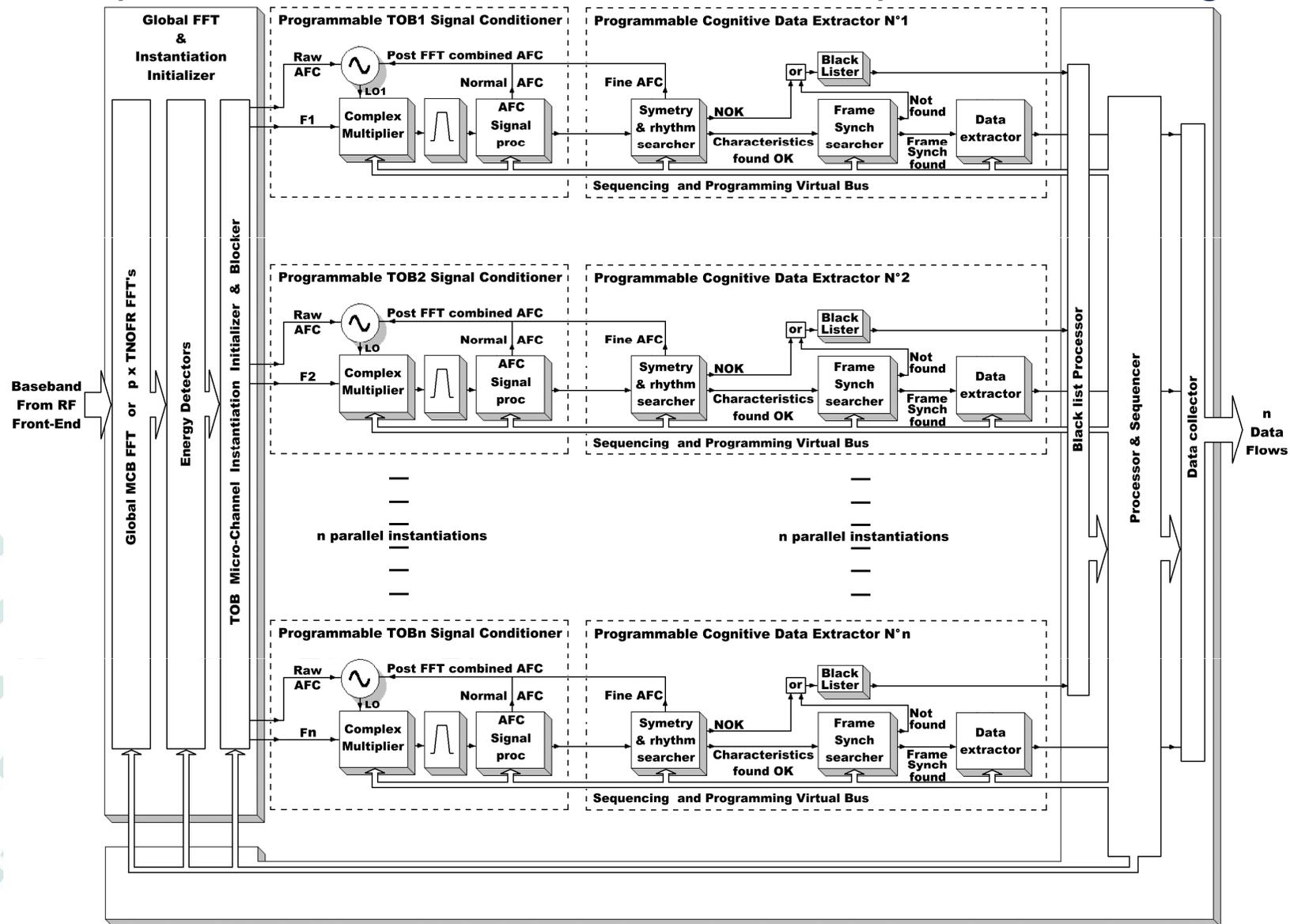
SDR Cognitive multi-sigaux

- Une RF et chaîne A/D commune pour des instantiations logicielles multiples, chacune d'elle dynamiquement douée de capacité de “découverte”, identification, tri, et demodulation → Une RF = N récepteurs agiles
- Même principe pour la transmission : Calculer la forme d'onde multi-signal (multi-carrier) complexe, envoyer à la chaîne D/A & RF unique



SDR Cognitive multi-signaux

Un exemple de modem "multi-branche" en implémentation logicielle





**Backend : Le maillon
souvent négligé**

Ne pas négliger le “backend” du réseau

Le Backend est le “cerveau” et le « prolongement » de l’infrastructure SDR:

- ✦ Fournit la connectivité transparente point à point au client.
- ✦ Data management, web services, billings
- ✦ Control, gestion, statistiques et surveillance des BS, sites et assets réseau

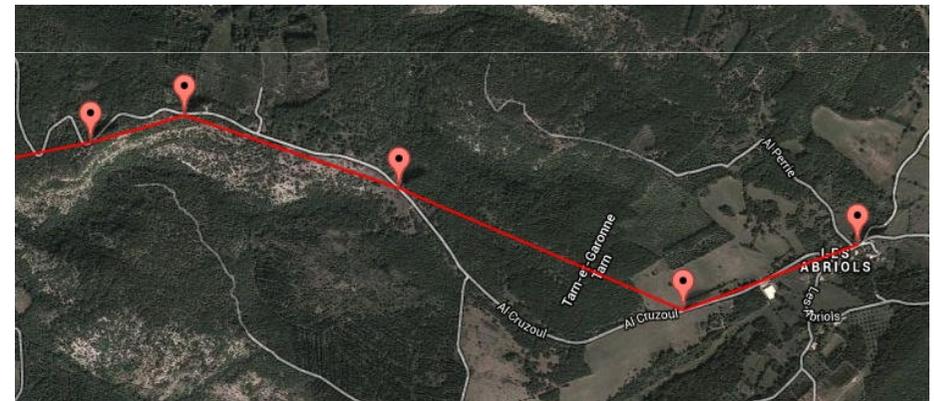
Propriétés additionnelles possibles:

- ✦ Géo-location.
- ✦ Enregistrement, enrôlement, gestion de population.
- ✦ Stratégie de Roaming.
- ✦ Algorithmes de sécurité, de partage de ressource de surveillance.
- ✦ Outils de simulation de couverture temps réel
- ✦ Alertes de QoS, gestions de « meta-data »
- ✦ Possibilité d’analyse de spectre à distance.
- ✦ Possibilités d’amélioration de performances par post-traitements collaboratifs.

Tout ce que l’on peut enregistrer amène de la valeur

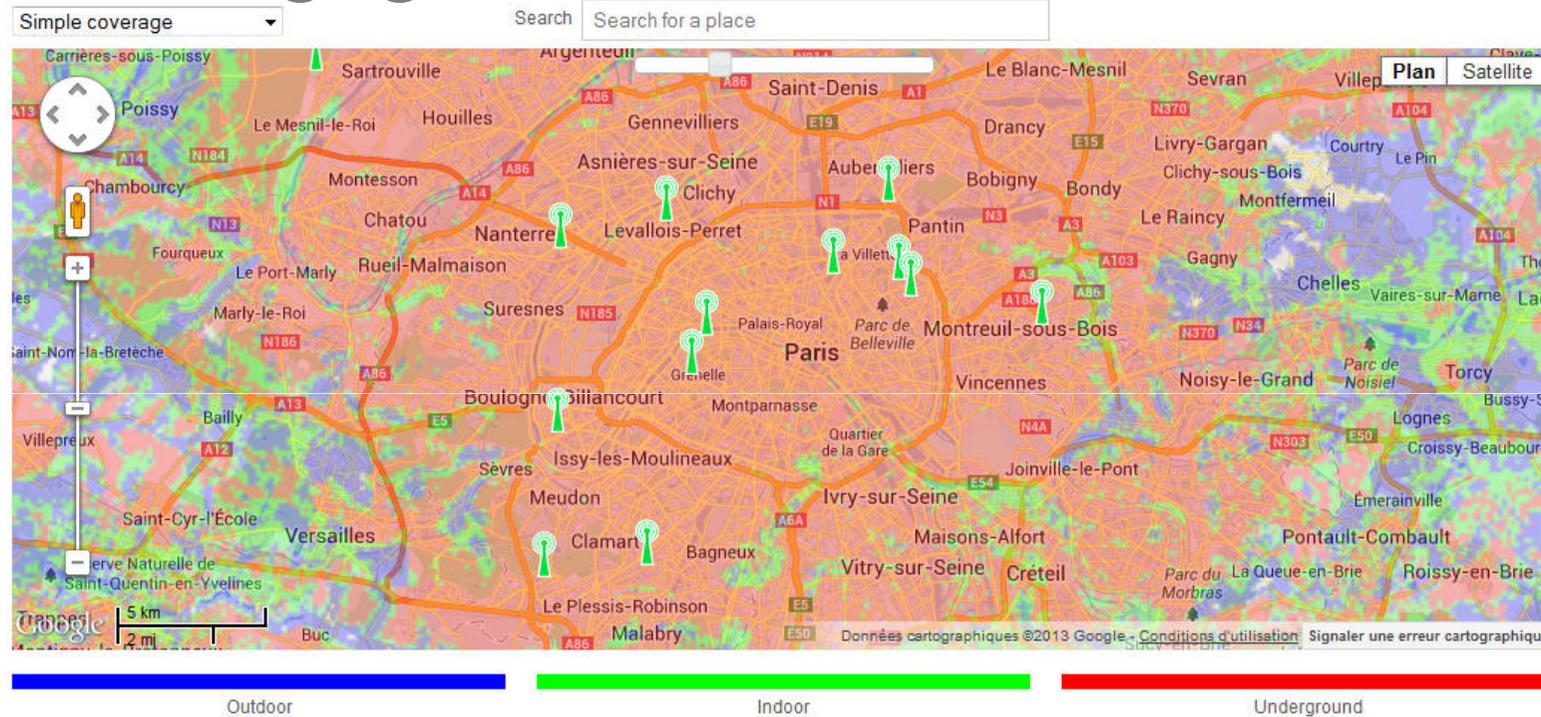
Time	Delay (s)	Header	Data / Decoding	TAP - Signal (dB) - Freq (MHz) - Rep	Callbacks
2013-06-10 02:29:11	1.4	0004	303041384323 ASCII: 00ASCB	009A  18,3 868,1827 2	N/A
				00C4  27,5 868,1830 3	
				0123  11,5 868,1823 2	
				0063  13,2 868,1829 2	
2013-06-08 13:05:51	< 1	0024	323232324322 ASCII: 2222C	00C4  33,7 868,1829 3	N/A
				018E  12,2 868,1826 3	
				009A  7,9 868,1824 2	
				0000  0,0 868,1827 2	

Network redundancy

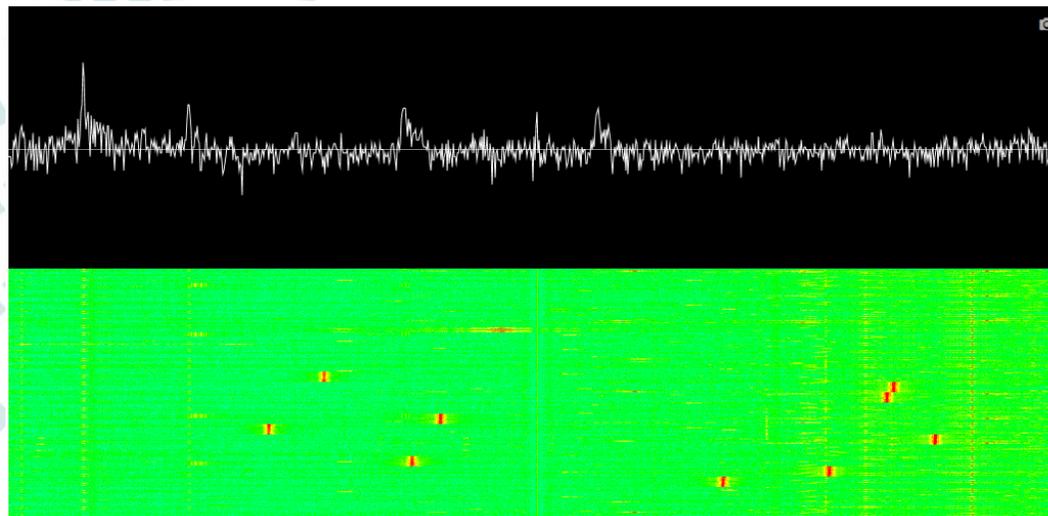


Geolocation

Ne pas négliger le “backend” du réseau

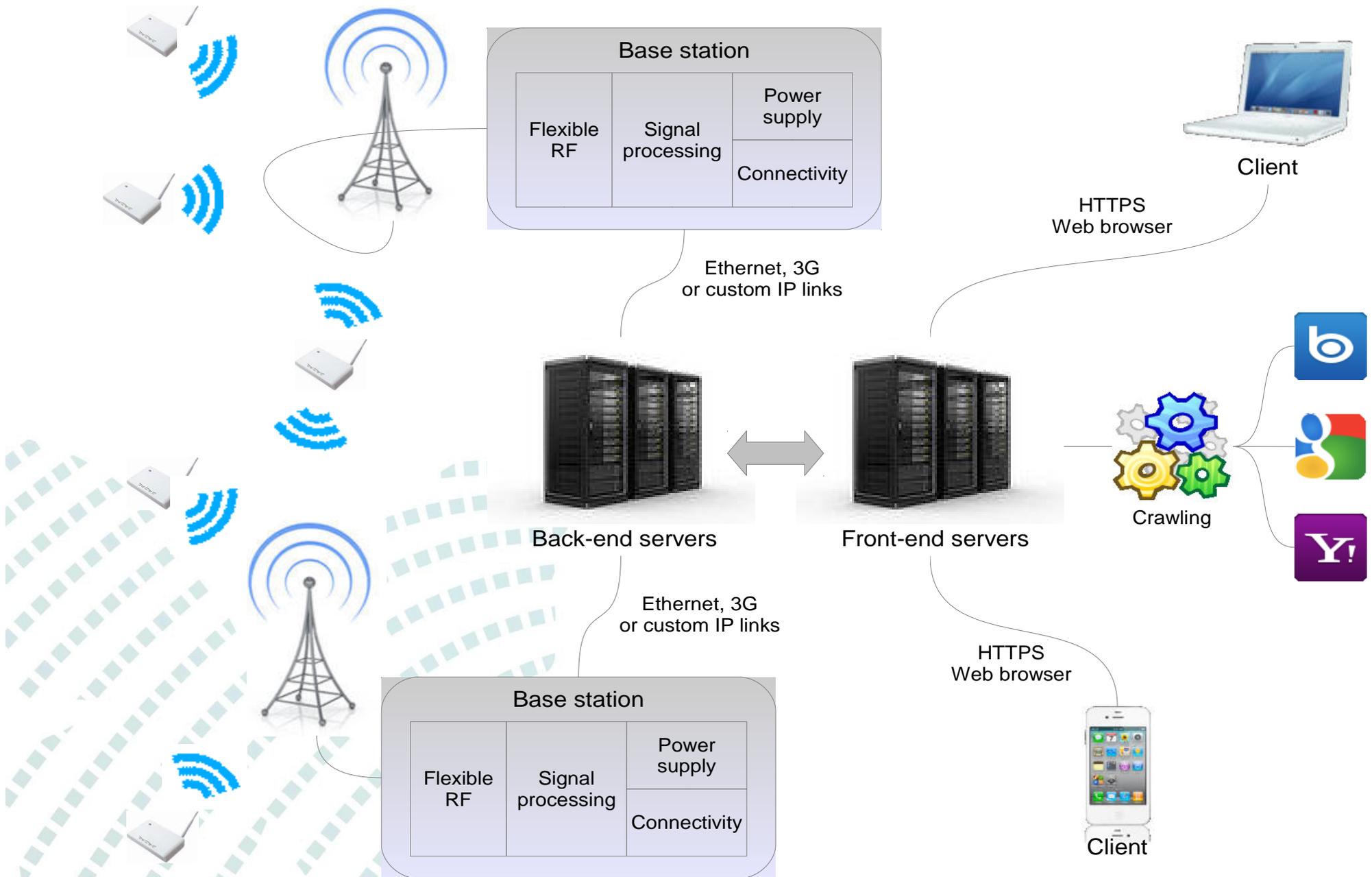


Example of embedded network coverage simulation



Remote Spectrum analysis

Exemple de réseau: SIGFOX network



 **Demo's / Q & A**



France coverage 01-01-2013

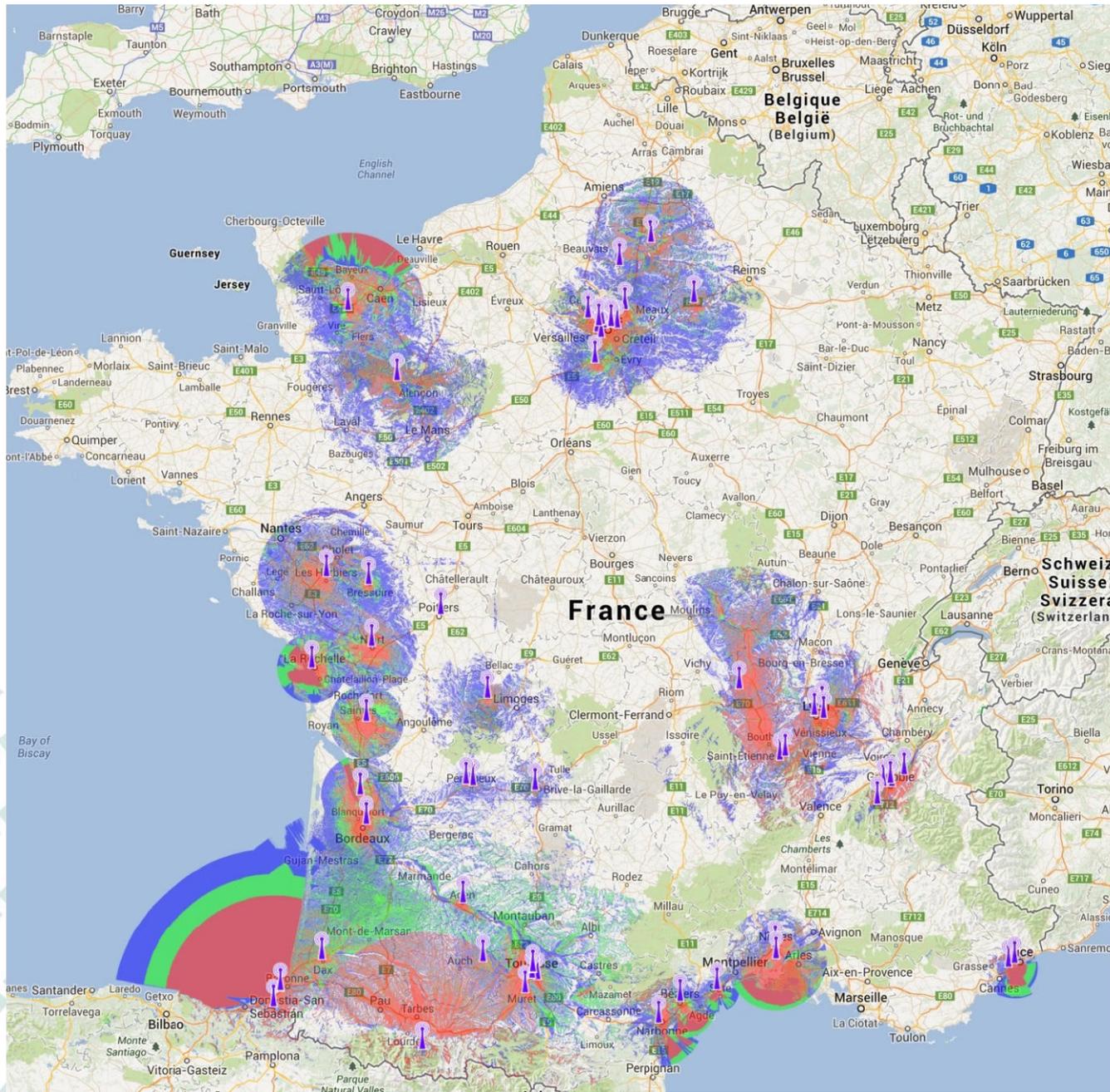
✎ Base station deployed : 57 u

✎ Coverage at -142 dBm (Typ budget link around 160 dB)

✎ 26% of the territory

✎ Coverage at -120 dBm (22 dB margin on above BL)

✎ 12% of the territory



France
 coverage
 01-01-2013

France coverage 08-31-2013

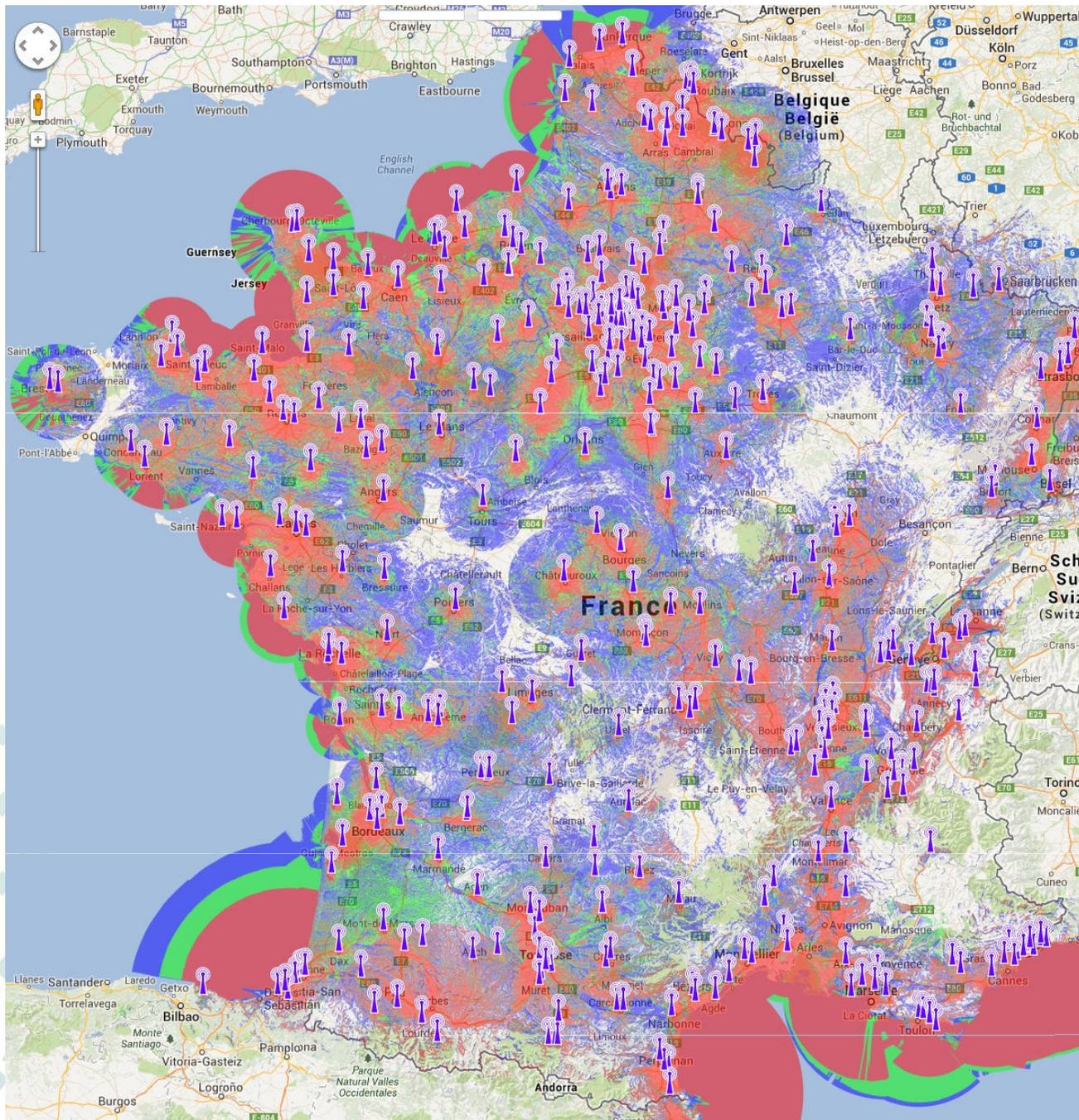
▼ Base station deployed : 396 u

▼ Coverage at -142 dBm (Typ budget link around 160 dB)

▼ 72% of the territory

▼ Coverage at -120 dBm (22 dB margin on above BL)

▼ 44% of the territory



France
coverage
08-31-2013

France coverage 12-31-2013

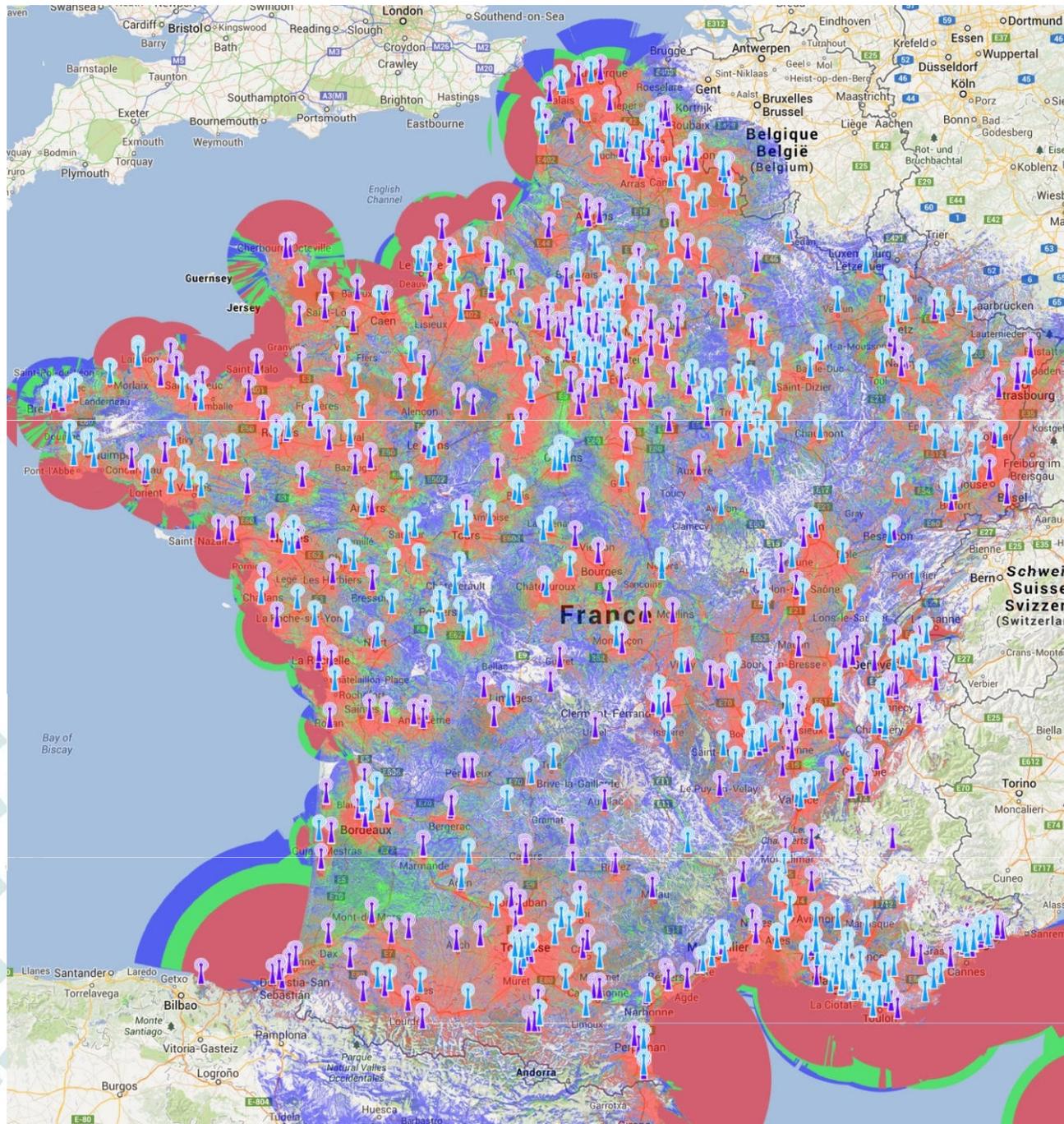
▼ Base station deployed : 770 u

▼ Coverage at -142 dBm (Typ budget link around 160 dB)

▼ 83% of the territory

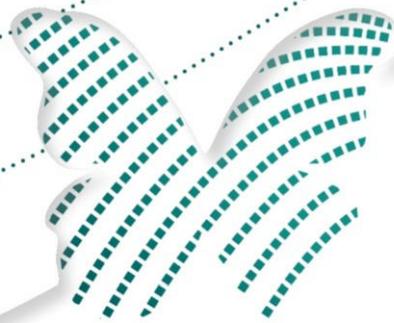
▼ Coverage at -120 dBm (22 dB margin on above BL)

▼ %55 of the territory



France
coverage
12-31-2013





SIGFOX

One network A billion dreams

Thank you