



# Développement d'une balise sans fil pour la mesure de l'activité gamma, en milieu naturel contraint

---

Guillaume Blanchard (LPC+)

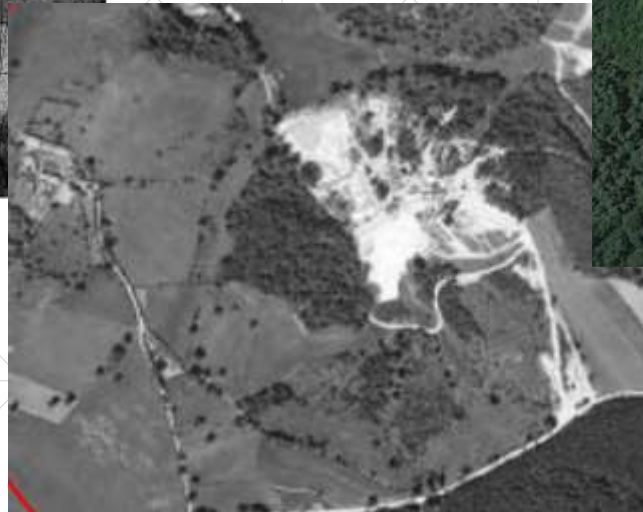
---

# Milieu Naturel Contraint ?

Zone Atelier en Territoire Uranifère



1950



De nos jours  
Gestion du site : AREVA

# Milieu Naturel Contraint ?

Instrumentation délicate :

- Appareil de mesure existant mais avec opérateur (Compteur Geiger)
- Accès contrôlé et réglementé
- Mesures continues
- Toutes conditions climatiques

# Milieu Naturel Contraint ?



# LPC+ et Réseau sans fil

- LPC+ : ADN = Construction de détecteurs au CERN
- Mai 2013 : Groupe de travail « Capteurs et acquisition de données » sur site Clermontois (UCA, IRSTEA ...)
- 2014-2015 : Veille technologique de 3 ingénieurs sur le « sans-fil »
- Conserver cette dynamique => présentation d'un projet d'instrumentation (BRAISE : Beacon RADiation SEnsor) au Défi fin 2015.



# Réseau sans fil : choix

**ZigBee** : 2.4GHz portée trop faible (~10m)

**Longue Portée : dizaine de kms**

## SigFox

Systeme propriétaire avec abonnement  
600 bit/s max  
Couverture importante  
868 MHz

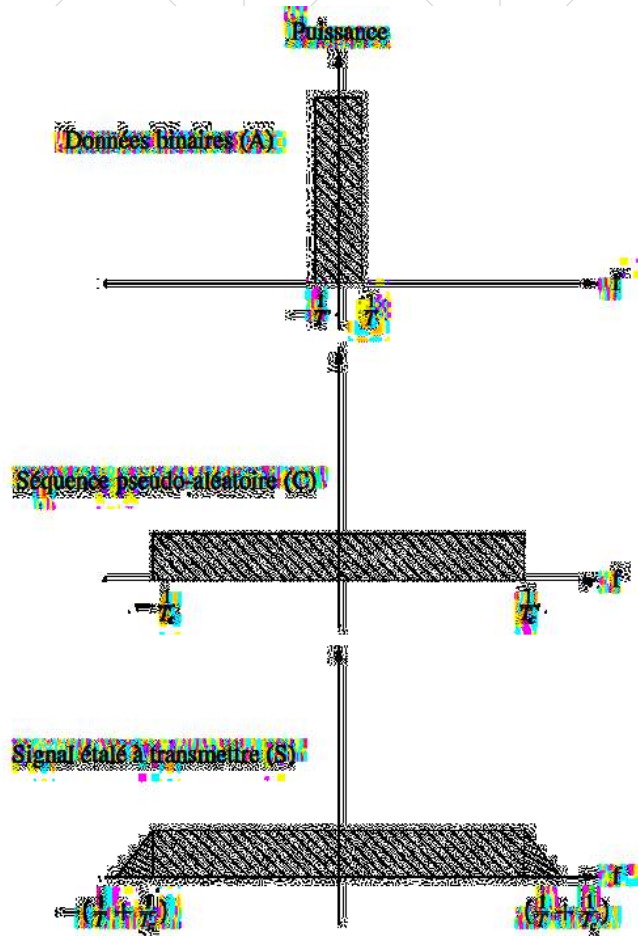
## LoRa

Systeme ouvert  
Permet le « peer to peer »  
Sans abonnement  
22 kbps max  
868 MHz

## LTE-M

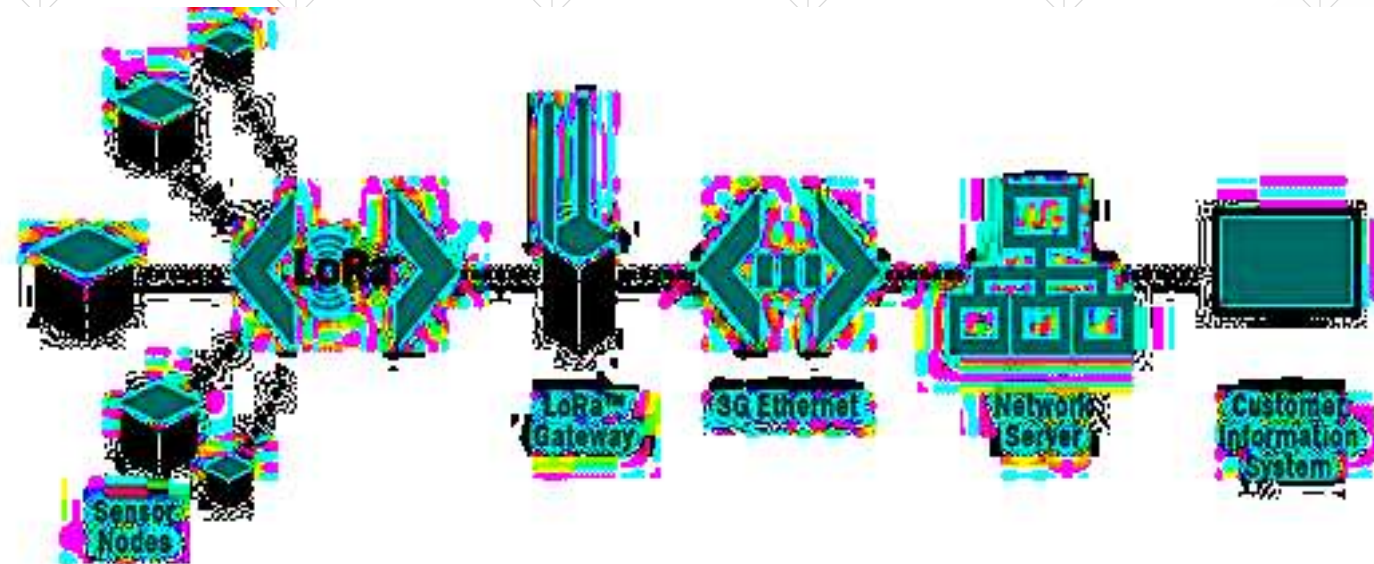
Evolution de la 4G pour l'IoT  
Déploiement pas encore programmé pour la France

# LoRa (Long Range)



Étalement de spectre (Spreading Factor) :  
Robustesse augmente avec SF mais débit  
maximum autorisé diminue

# LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)



- Couche protocolaire LoRaWAN sur couche physique LoRa (Ethernet // TCP-IP)
- Permet d'être reconnu par des passerelles (Gateway) commercialisées



# Plateforme de développement

- Preuve de concept : Ecosystème Arduino
- Large communauté d'utilisateurs, open source



Validation : Peer to Peer en LoRA, avec capteur TPh et puce GPS

Effet « bonus » : Attractivité du projet, deux ingénieurs BAP E qui nous ont rejoint.

# Et si ... Mesure de radon

Brainstorming début 2016 => Inclure un détecteur de **radon** à la balise

Quel capteur et quel impact sur le développement ?

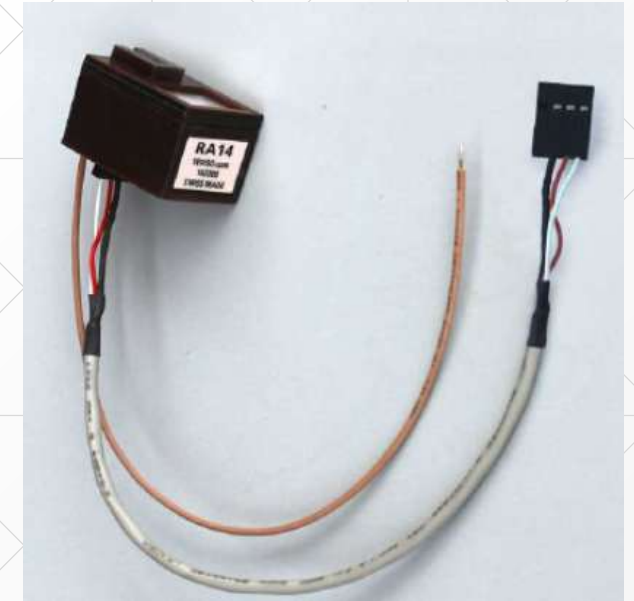
Radon et santé



# Mesure de radon

Capteur choisi : RA14 de chez Teviso (société Suisse)

Principe : film polarisé entre -2000kV et -4000kV sur lequel viennent se déposer les descendants du Rn 222. Les émissions liées à leur désintégration sont captées par une photodiode PIN.



2 développements en parallèle :

- Prototype carte balise
- Générateur de HT (3v => 2-4kV)

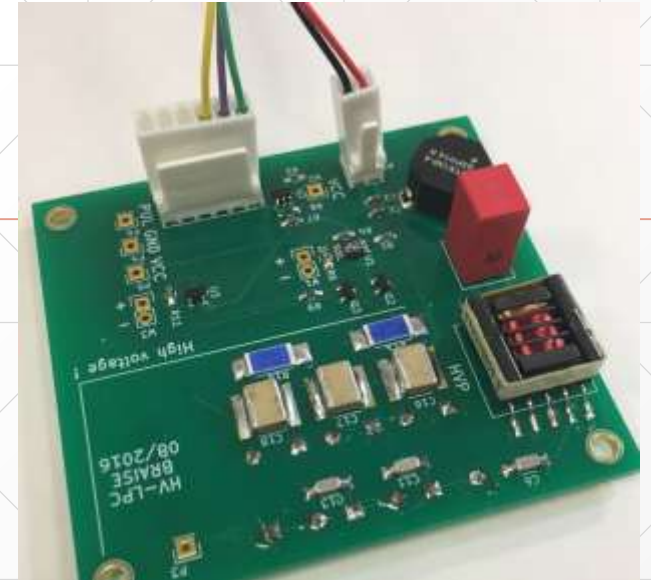
# Générateur HT : Contraintes

Consommation faible (RA14 ~ 1  $\mu$ A)

Basse Tension Disponible : 3,3V (Partagée avec Balise)

Haute tension réglable 2kV à 4kV

Bruit faible pour ne perturber ni la transmission radio ni les détecteurs gamma



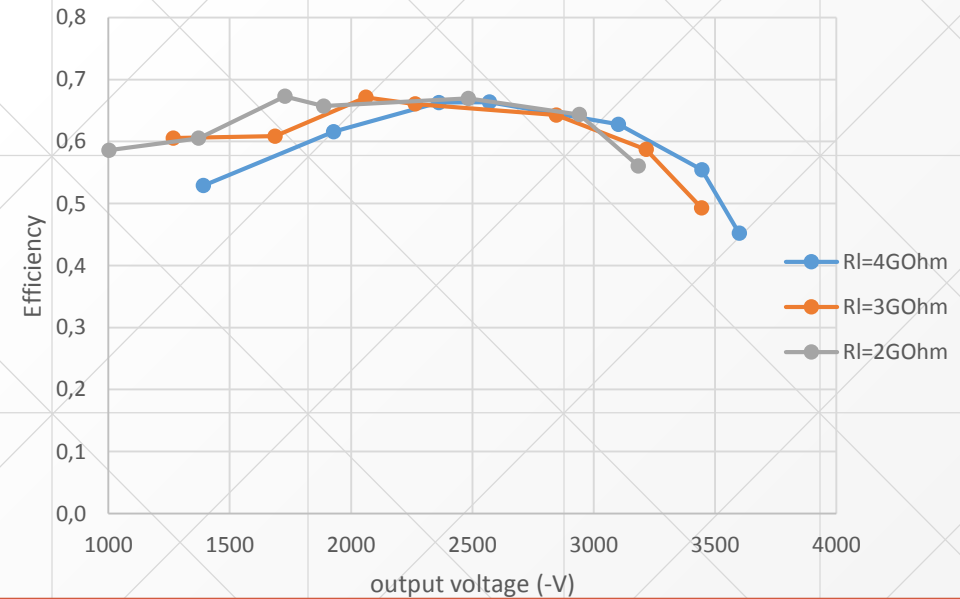
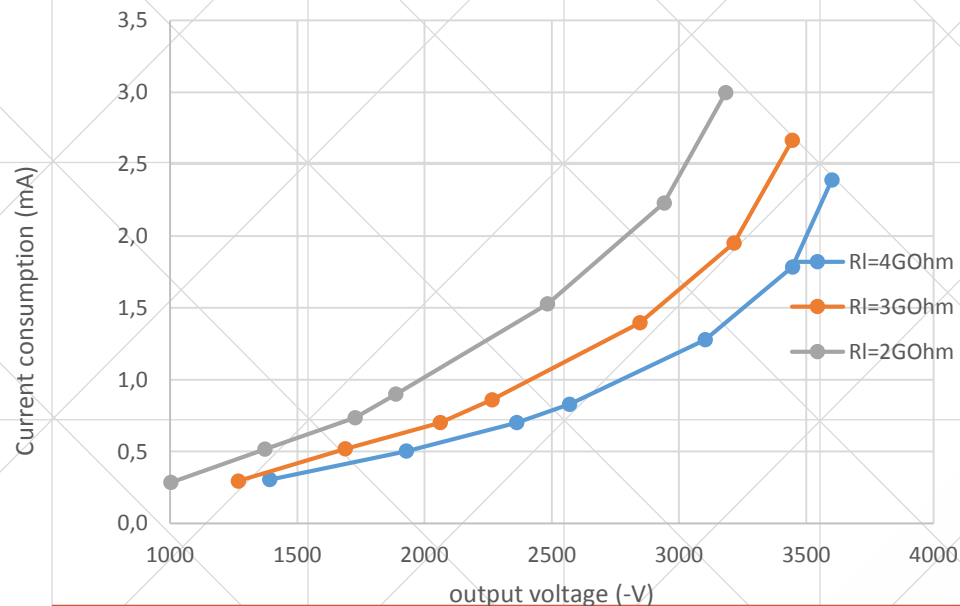
# Générateur HT : Performances



Boucle de régulation en tension ne fonctionne pas

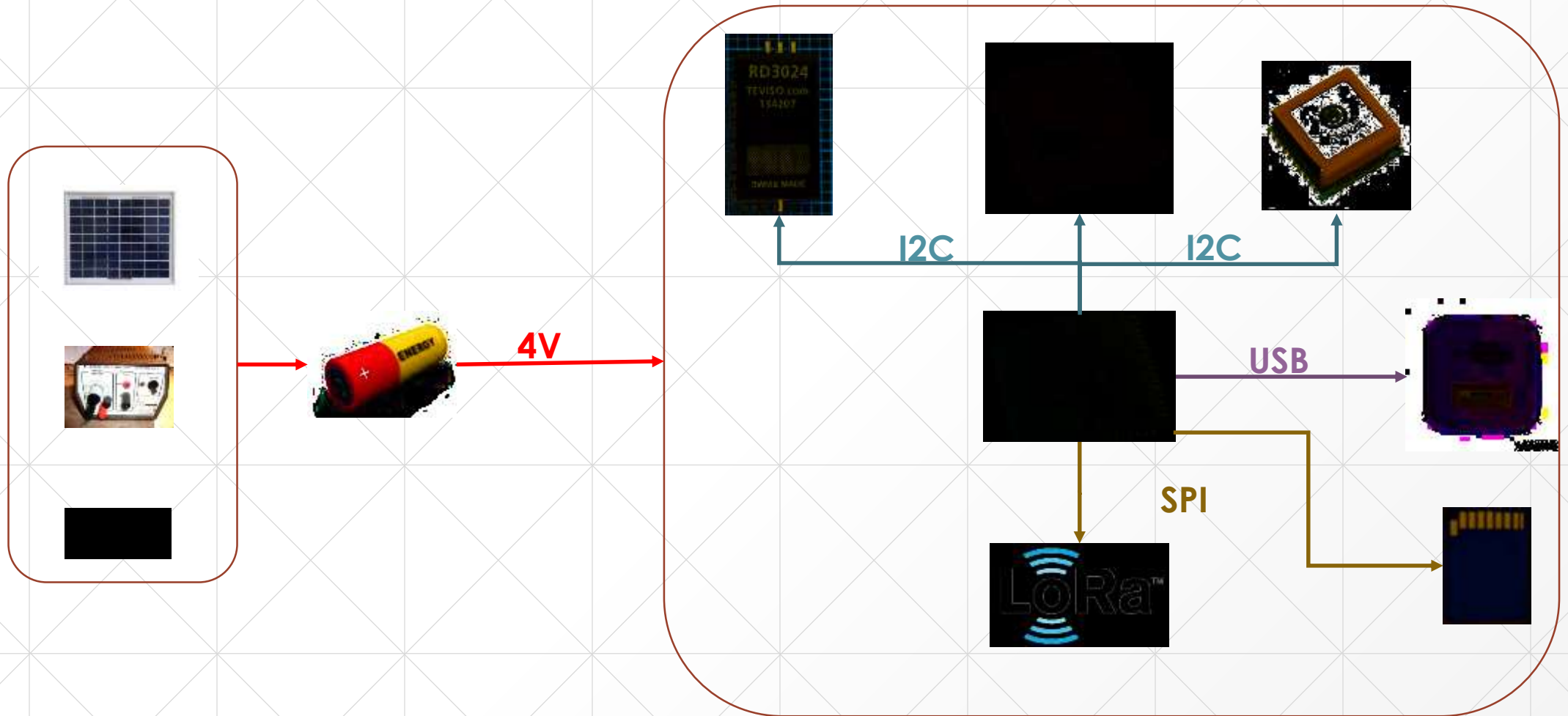


La conversion est fonctionnelle, avec un rendement de 60-70% jusqu'à -3kV



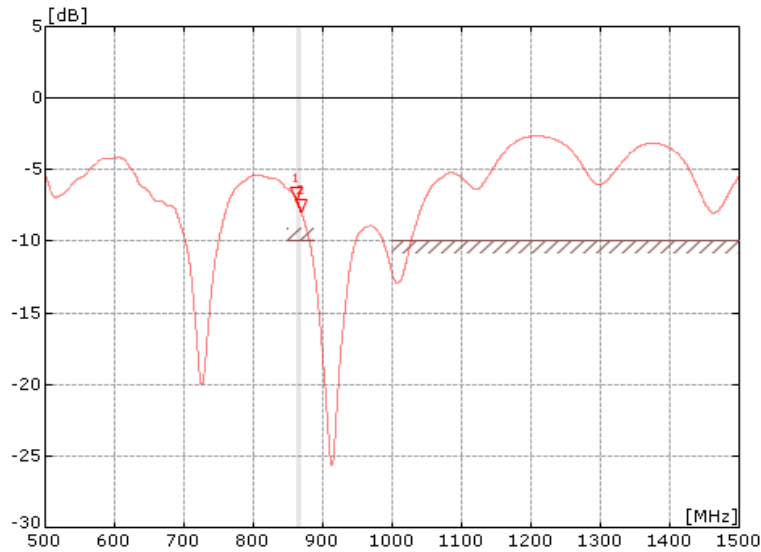


# Carte Braise : Synoptique

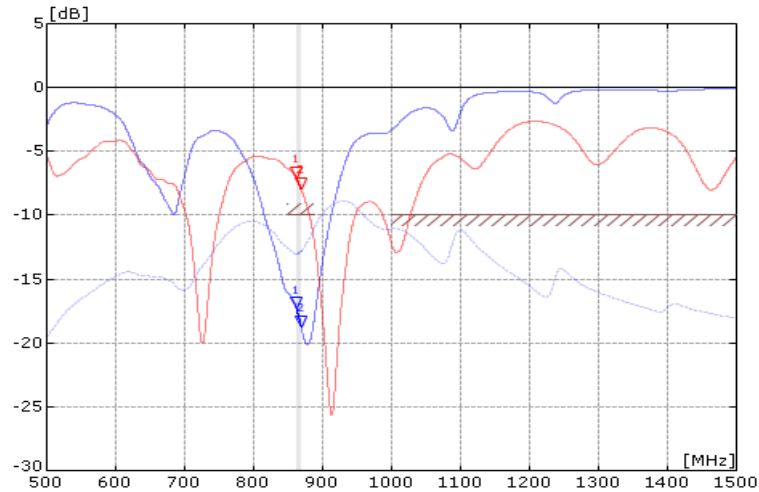


# Status carte BRAISE

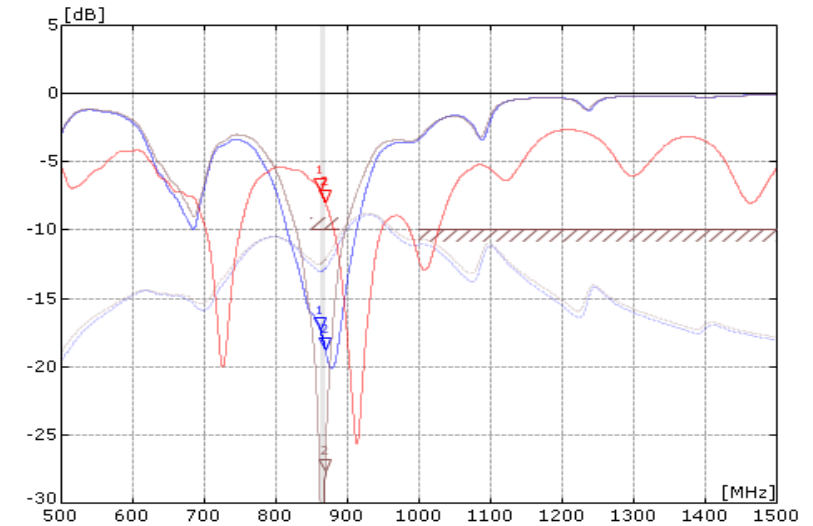
Caractérisation de l'antenne par S.Girard de l'équipe CEM (IP) : Mesure du paramètre S11.



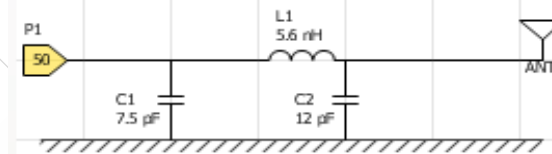
MARKERS:	MHz	dB
callpbboitiercarte.s1p - S11		
—	1: 863	-7.04
—	2: 870	-7.90



MARKERS:	MHz	dB
Matched Data - S11		
—	1: 863	-17.25
—	2: 870	-18.67
callpbboitiercarte.s1p - S11		
—	1: 863	-7.04
—	2: 870	-7.90



MARKERS:	MHz	dB
Matched Data - S11		
—	1: 863	-17.25
—	2: 870	-18.67
callpbboitiercarte.s1p - S11		
—	1: 863	-7.04
—	2: 870	-7.90
Matched Data - S11		
—	1: 863	-30.52
—	2: 870	-27.58



# Status carte BRAISE

Boitier réalisé par l'atelier de mécanique de l'IUT de Montluçon

Réalisation de la carte par le LPC+



Tests à venir : faire communiquer deux cartes en peer-to-peer

Difficulté prévue : implanter un code compatible LoRaWAN dans la balise

# Perspectives

Mesure de radon / gamma sur une source hydrominérale de la commune de Chateldon (Puy de Dôme)

Volcanologie : Radon marqueur d'activité volcanique

*Neri, M. et al. Soil radon measurements as a potential tracer of tectonic and volcanic activity. Sci. Rep. 6, 24581; doi: 10.1038/srep24581 (2016)*

Mesure de radon en intérieur : Hôpitaux, caves ...

Equiper une expérience au CERN pour pilotage de seuils.

**MERCI DE VOTRE  
ATTENTION**

---