

Capteurs pour l'environnement

« De ConnecSenS à Terra Forma »

Communauté ConnecSenS-CEBA

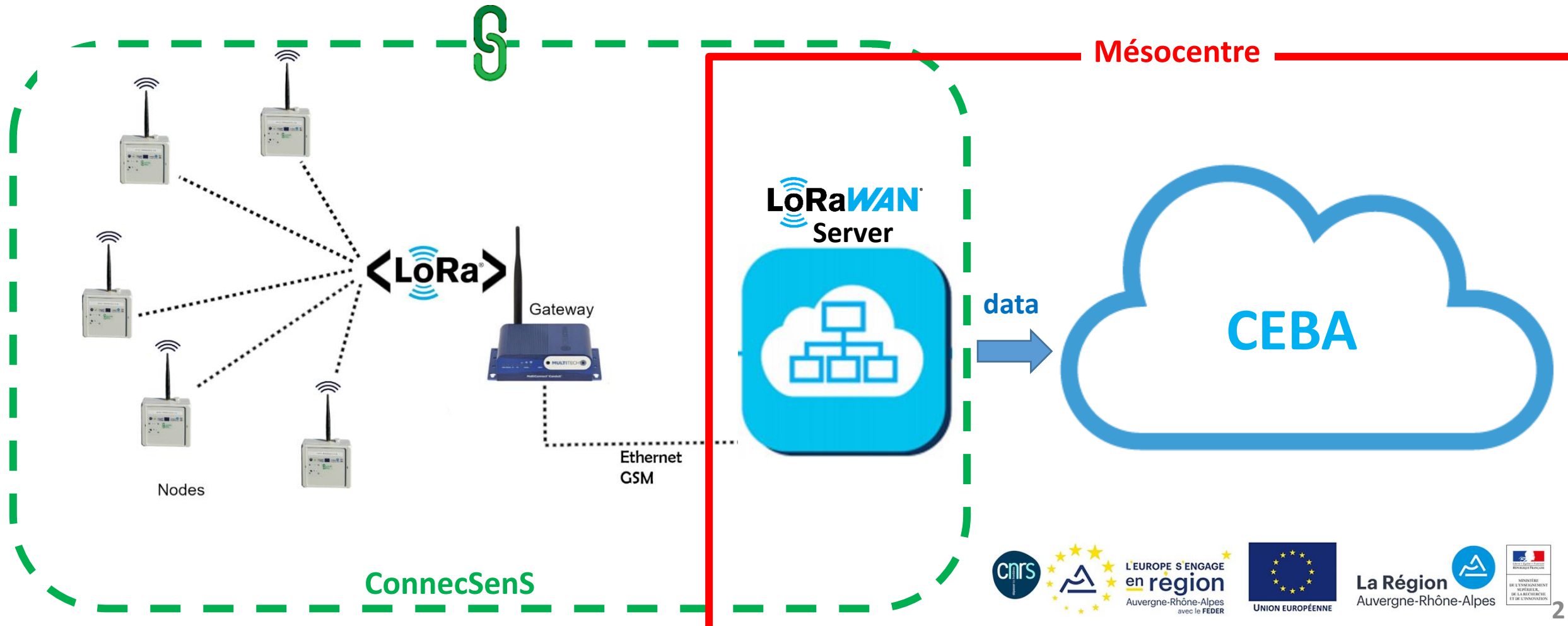




Infrastructure réseau *ConnecSenS*

- ConnecSenS alimente le CEBA en données (flux).
- CEBA gère les données.
- Le Mésocentre fournit et gère l'infrastructure.

- Infrastructure 100% « Made in Auvergne »
 - nœud communicant polyvalent
 - infrastructure réseau privé LoRaWAN originale
 - Cloud privé type « lac de données »





Sites équipés du réseau *ConnecSens*

Aydat-LMGE



Montoldre-INRAE



ZATU/Lachaux-LPC/LMGE



Auzon- Geolab





Sites équipés du réseau *ConnecSens*

Soufrière-LMV/OPGC

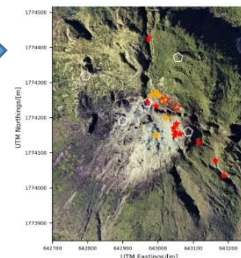
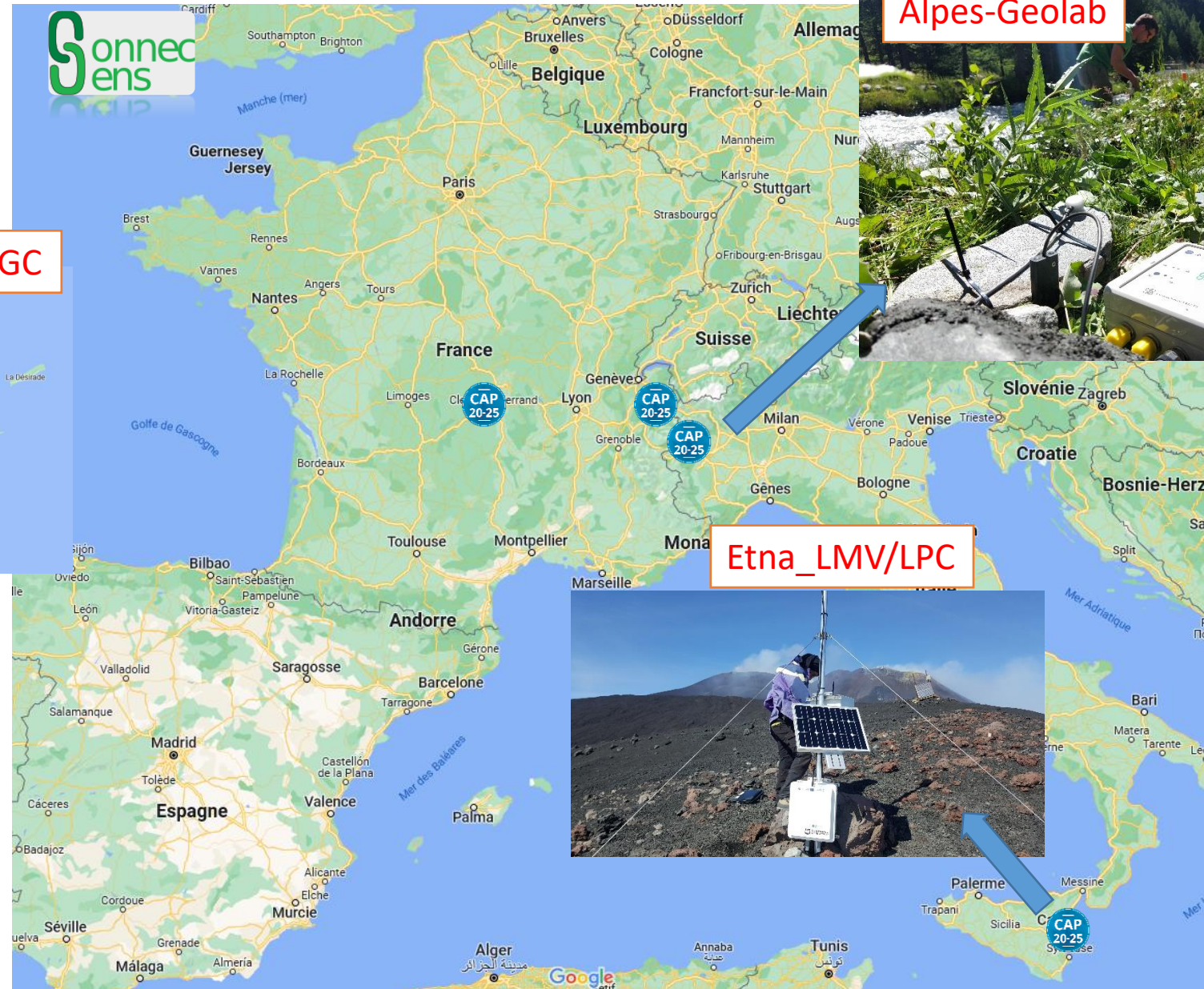
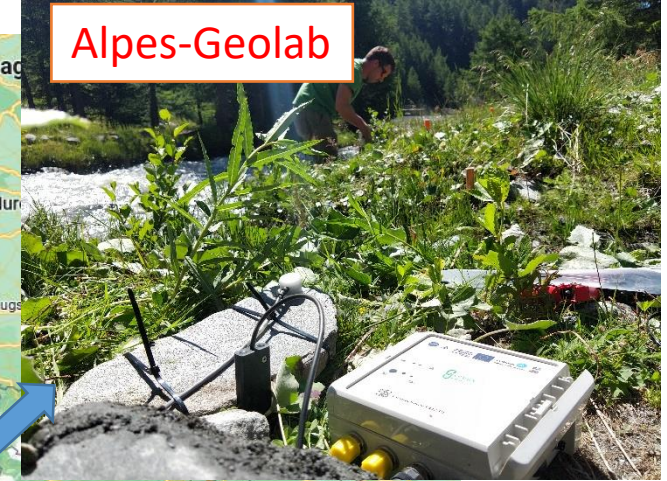


FIGURE 1: Orthophoto of La Soufrière, showing potential locations for the ConnecSens instruments (orange circles) with locations of meteorological fumaroles (red stars - empty for those since 2014) and WiFi routers (white pentagons).

ConnecSens



Alpes-Geolab



Etna_LMV/LPC



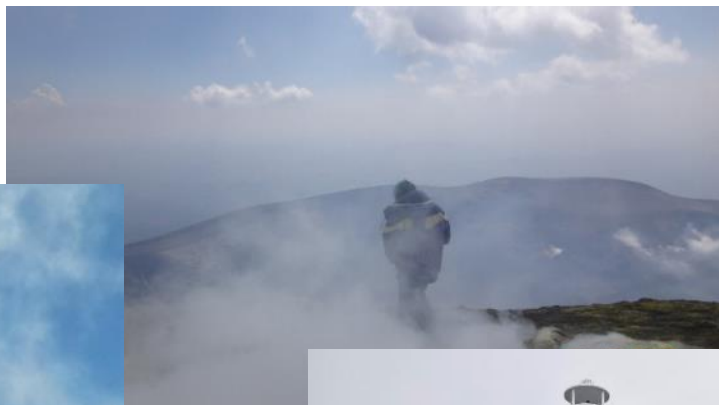
Réseau de capteurs communicants sur l'Etna

Objectifs

- ☐ Etude du **radon** dans le panache volcanique
- ☐ Mesure de paramètres environnementaux
- ☐ Instrumentation permanente
- ☐ Accès aux données « en temps réel » à distance

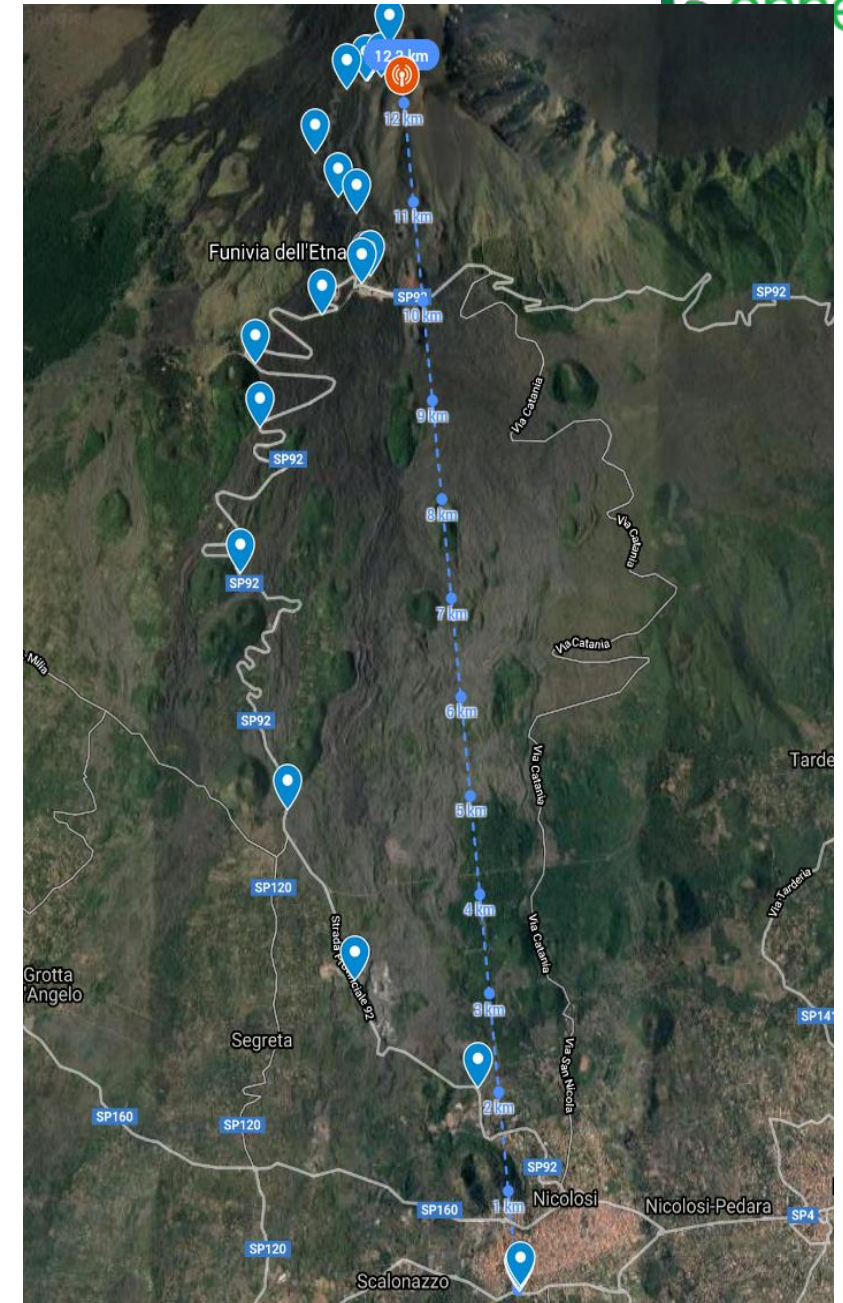
Contraintes

- ☐ Site de plusieurs km² à instrumenter
- ☐ Altitude entre 3000m et 3400m
 - > accès contraint (piste, 4x4, à pied)
 - > conditions météo. de haute montagne (froid, neige, glace, brouillard, orage, ...)
- ☐ Risque de foudre
- ☐ Risques volcaniques
- ☐ Présence de gaz acides



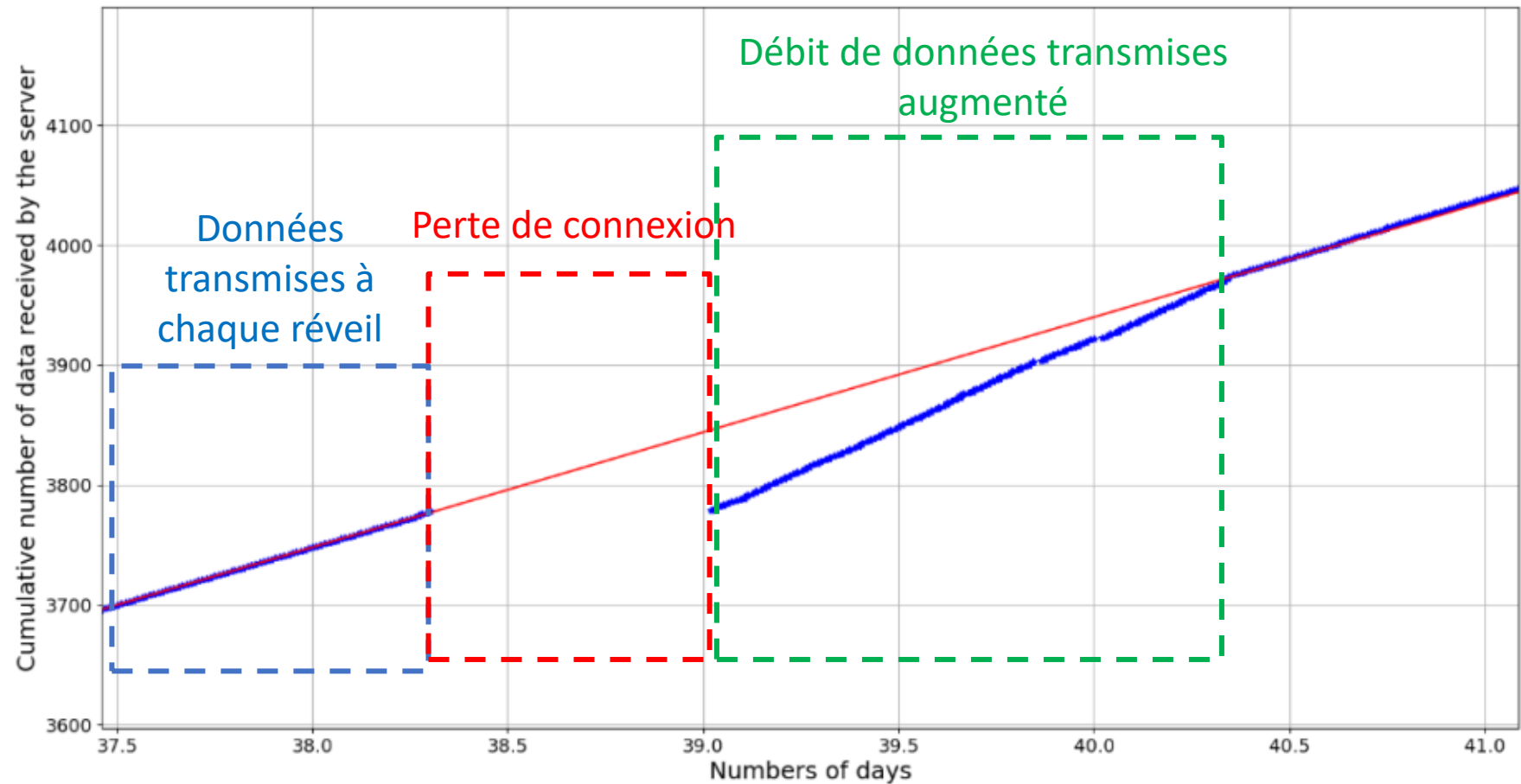
Réseau LoRaWAN: antenne directive

- Utilisation d'une antenne directive Yagi pour la passerelle
- Communication entre le toit du LPC@Clermont et le sommet du Puy-de-Dôme: **11km**
- Communication **12km** @Etna



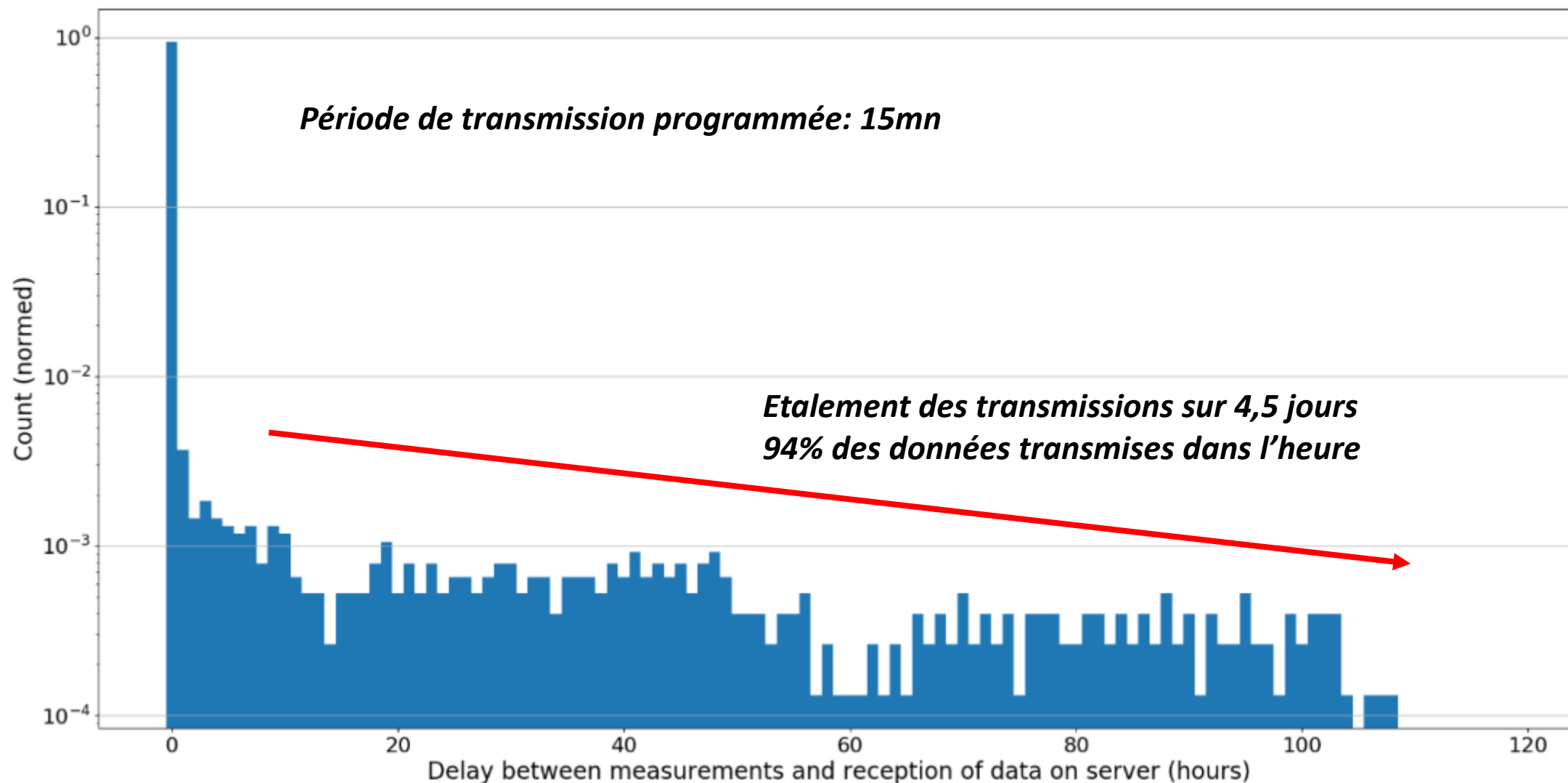
Réseau LoRaWAN sur l'Etna

- **Nœud SoLo**: optimisation de la consommation avec gestion d'un catalogue d'envoi des données
 - une seule trame transmise à chaque réveil programmé
 - si échec transmission, données non-transmises ajoutées à celles du nouvelle envoi



Réseau LoRaWAN sur l'Etna

- Histogramme du **délai** entre le temps « **de la mesure** » et le temps « **de réception** » des données



Réseau de capteurs communicants sur l'Etna

Bilan à ce jour:

- **Dégâts:** station météo détruite, perte d'un nœud, anémomètre ...
- Réseau LoRaWAN opérationnel depuis fin septembre 2019
 - Acquisition de données pour les chercheurs
 - Surveillance niveaux de batterie
 - Qualité de service évaluée sur une période hivernale

Node location	Data loss rate	Frame first-transmission failure rate
Mt. Barbagallo	2.7 %	9.2 %
Mt. Frumento	1 %	13.1%
Montagnola Peak	37 %	54 %

[Terray, L. et al., From Sensor to Cloud: An IoT Network of Radon Outdoor Probes to Monitor Active Volcanoes. Sensors 2020, 20, 2755](#)

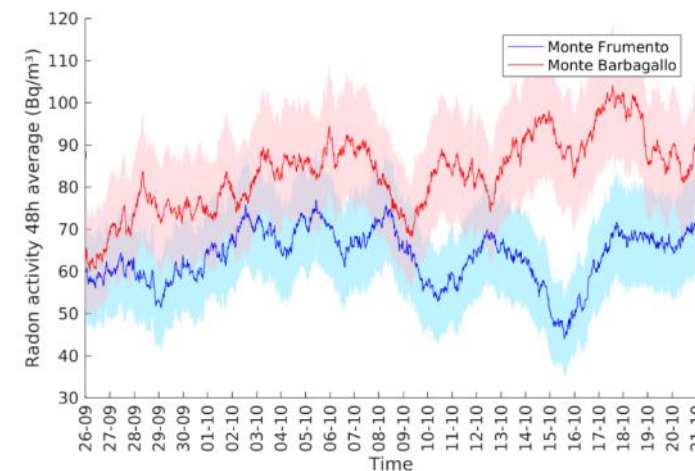
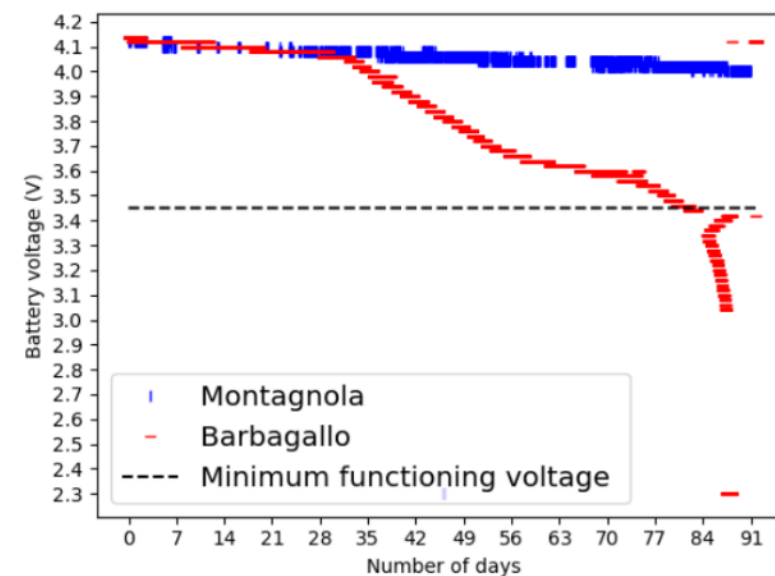


Figure 9 – Running 48h average of radon activity measured at Mt. Barbagallo and Mt. Frumento Supino stations on Mt. Etna south flank. Coloured zones corresponds to 2-sigma uncertainty in the 48h mean (computed under Poisson statistics hypothesis).





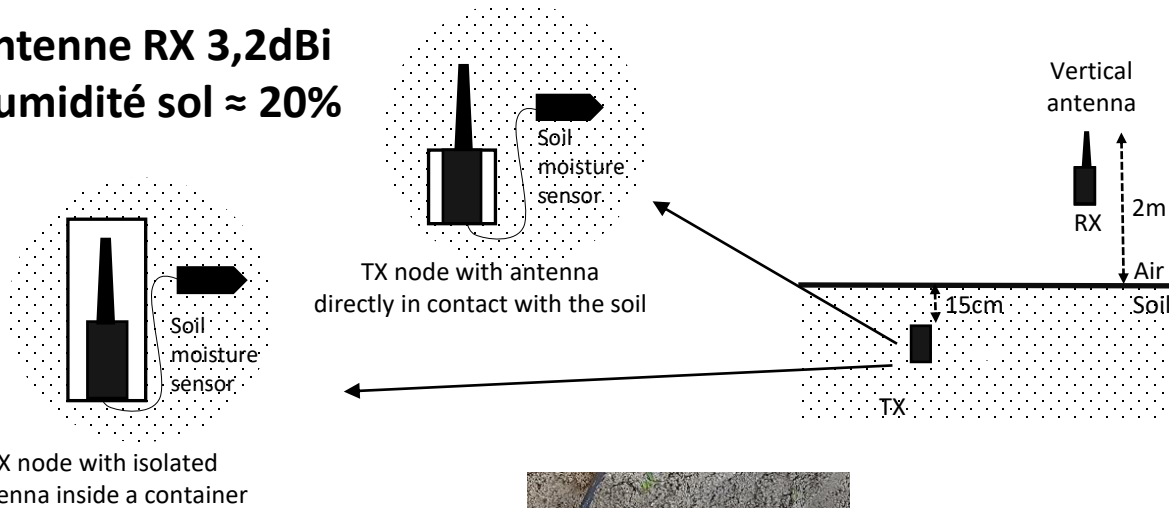
ConnecSenS-2 – Développement d'un réseau de nœuds communicants enterrés



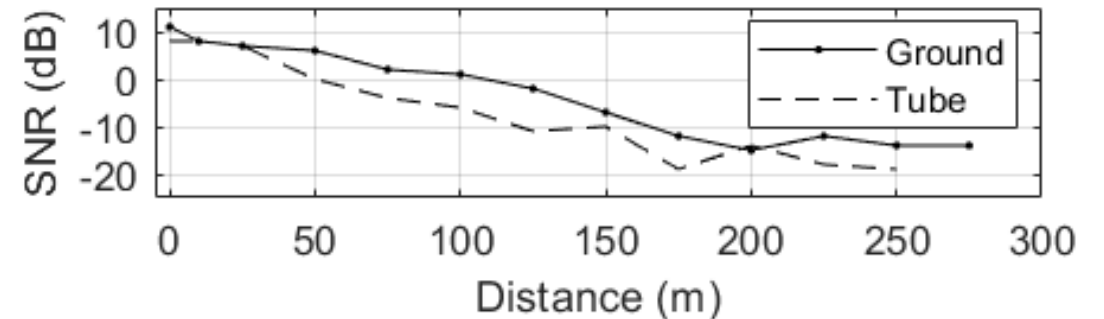
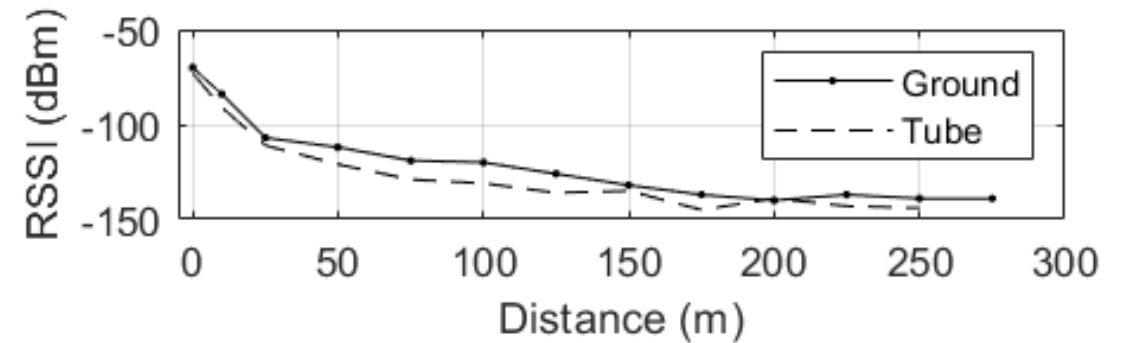
Evaluation des performances de la communication LoRa sous terre

Influence du contenant de TX

Antenne RX 3,2dBi
Humidité sol $\approx 20\%$



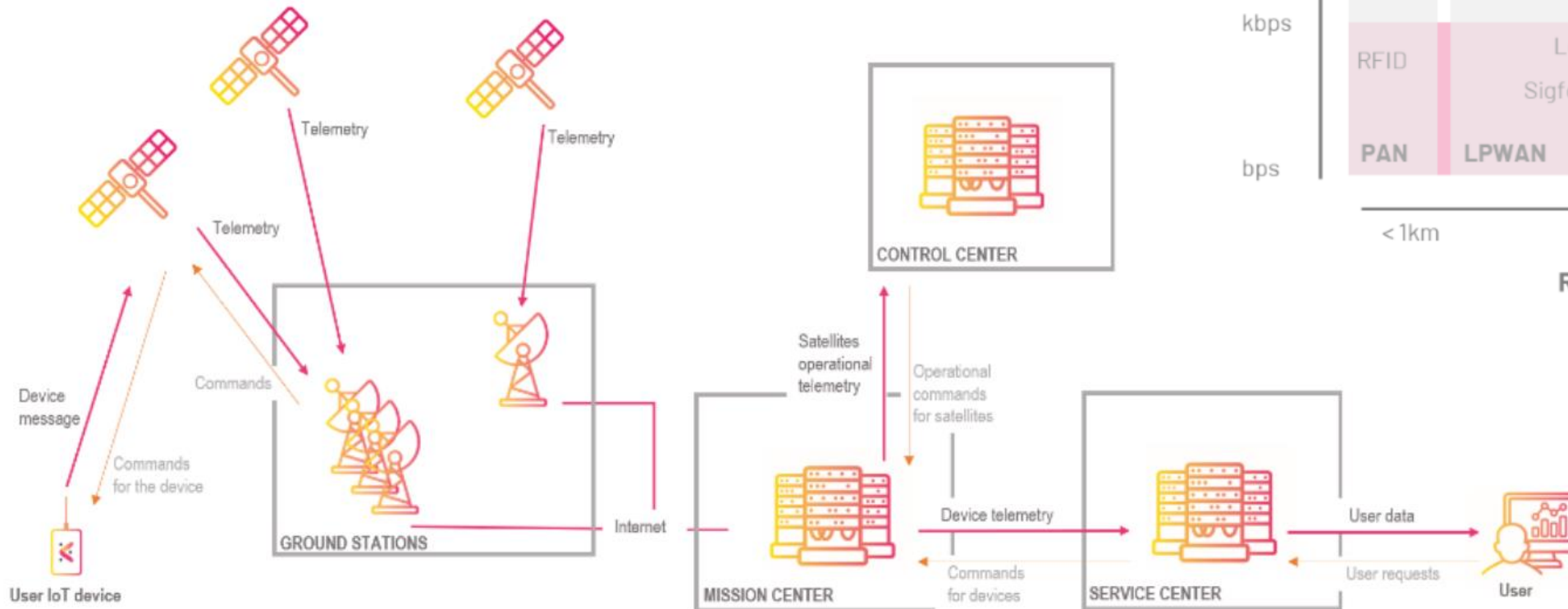
Antenne RX Verticale
Profondeur TX : 15cm





Communication satellitaire Kinéis

- 25 nanosatellites en orbite basse (LEO)
- Latence 45mn à 1h, à terme qqs minutes
- Calendrier de passage

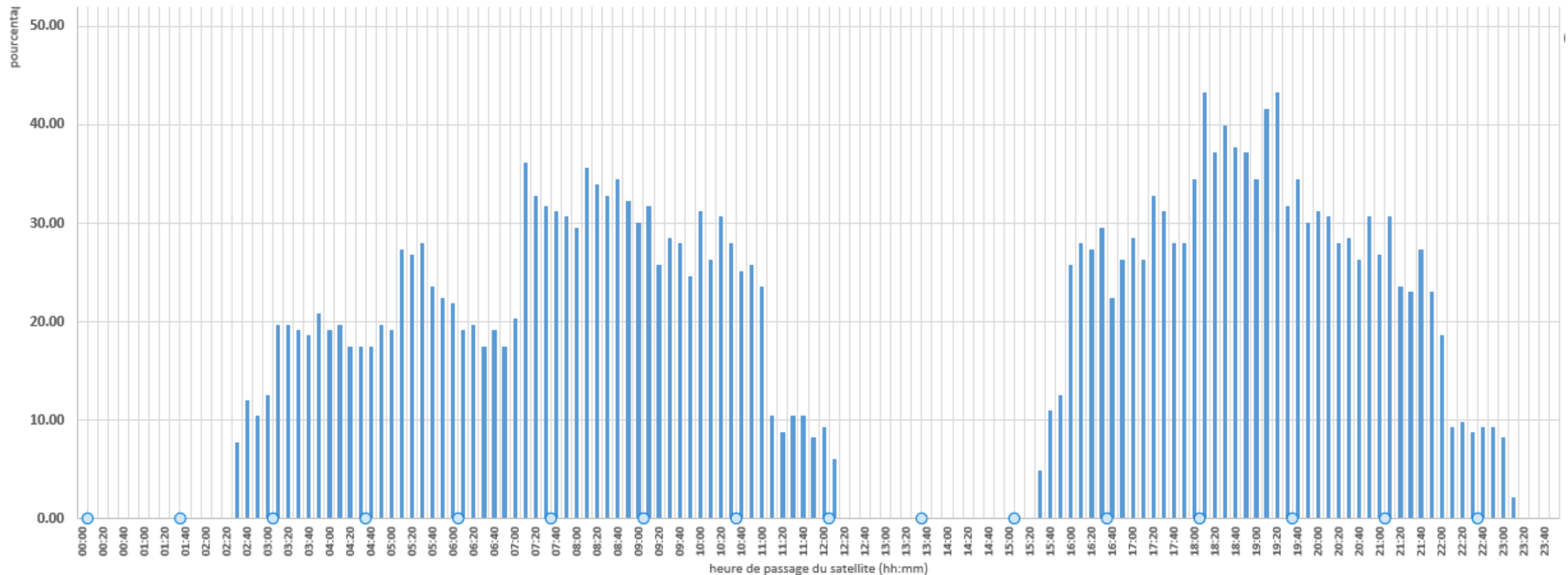




Communication satellitaire Kinéis

- 25 nanosatellites en orbite basse (LEO)
- Latence 45mn à 1h, à terme qqs minutes
- Calendrier de passage

Pourcentage du temps couvert par les satellites sur l'ETNA
entre le 29 juin 2023 et le 28 décembre 2023 en fonction de l'heure





Module Kinéis



N	Data length (Bytes)	Data length (bits)	Message duration (ms)
3	3	24	520
4	7	56	600
5	11	88	680
6	15	120	760
7	19	152	840
8	23	184	920

FIGURE 4.8 – Kinéis Standard format Length

Specification	Description
RF Tx Power	1W calibrated conducted RF level Adjustable at 100 mW, 250 mW, 500 mW, 750 mW*
Frequency Range	399.910 – 401.680 MHz**
Modulation	±1.1rad BPSK (Argos 2 compliant)
Over-the-Air data rate	400 bits/s for LD-A2 modulation
Power Supply	5V
Communication Interface	3.3V UART
DC, Digital & RF Connections	Board edge connection
Package	Surface-mount module
Operating temperature	-20°C to +55°C
Storage temperature	-40°C to +90°C
Humidity	10% - 90% non-condensing
Size	31.2 x 21 x 3.5 mm ³
Certification	Kinéis, CNES, CE

FIGURE 4.2 – Spécifications techniques générales du shield Kinéis

Scenario	Typical power consumption (with emitting power at 500mW)	Autonomy with typical battery (6000mA.h)
1 message/day	2 - 4mWh/day	10 years
6 messages/day	12 - 24mWh/day	>2 years
24 messages/day	50 - 100mWh/day	1.3 years

0oS

The transmission scenarii are based on 99% probability of reception of each message with repetitions.

Typical transmitter

Kinéis Module transmission at 500mW for data collect

Standard antenna should be used

Typical Battery with 6000mA.h



Offre Kinéis

Airtime price/month/device		
	<10 000 devices	>10 000 devices
30msg/month (~1 msg/day)	3€	2€
120msg/month (~4 msg/day)	3.5€	2.5€
180msg/month (~6 msg/day)	4.25€	3.5€
720 msg/month (~24 msg/day)	15€	10€
Sleeping mode (no transmission)	1€	1€

Designation	Quantity					
MODULES	50 - 500	550 - 2000	>2050		Order Ref.	Minimum order Quantity
Module KIM 1.3	30€	20€	15€		00003	Q x50
Module KIM 2	TBC	TBC	TBC		00021	TBC
CHIPSET	260 - 1300	1560 - 2080	>2340	>10 000	Order Ref.	Minimum order Quantity
R2 Chipset*	20€	x	x		00001	Q x260
R3 Chipset Tx**	25 €	x	x		00020	10
R3 Chipset Tx/Rx	40 €	30 €	25 €		00014	Q x260
ANTENNA	Unit Price					
Antenna	5€				00009	1



Test du module Kinéis @Etna

INRAE

LPC
Particules
plasmas
Univers
applications
Laboratoire de Physique de Clermont



