



I-SITE
CLERMONT
Clermont Auvergne Project

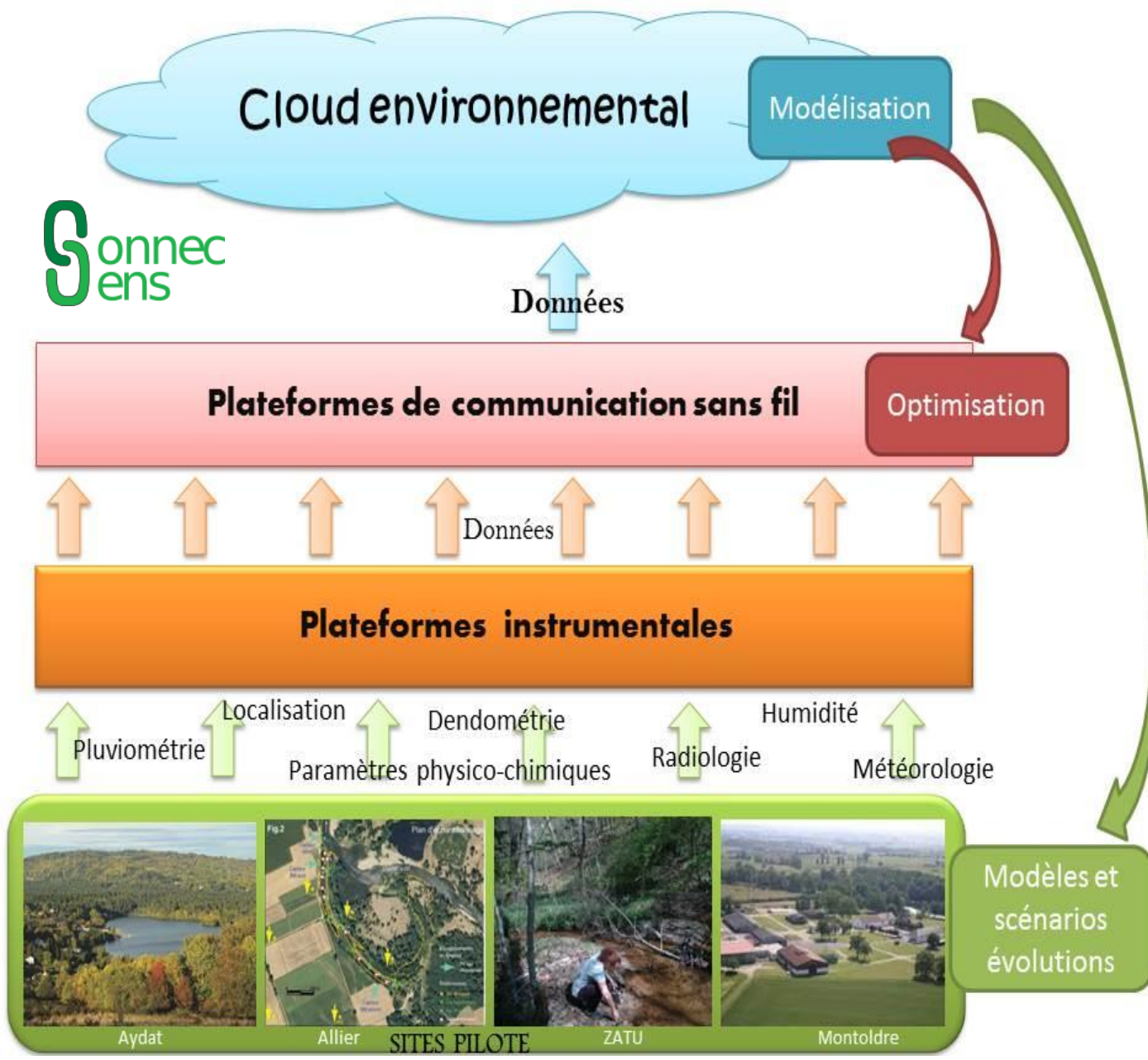
Réseau LoRaWAN sur l'ETNA

*Laurent Royer,
pour la communauté ConneSenS-CEBA*

Journées LPWAN 2021



Projet fondateur: *ConnecSens*



Objectif: Instrumentation Connectée dédiée aux **Recherches en Environnement**

- 4 sites environnementaux @Auvergne
- 4 thématiques de recherche
- Un objectif instrumental commun:
 - Réseaux de capteurs **variés, autonomes & communicants**
 - Développement d'un Cloud Environnemental au Bénéfice de l'Agriculture (CEBA)

Projet fondateur: *ConnecSens*

Site de Roffin à Lachaux (63)
*Vie sous rayonnement
 d'origine naturelle*



- Station météo
- Capteurs de radon
- Piézomètres
- Pluviomètres



Site d'Auzon (43)
Services écosystémique de l'Allier



- Station météo
- Piézomètres
- Dendromètres



Site de Montoldre (03)
*Etude du fonctionnement
 hydrique des agrosystèmes*



- Sonde humidité du sol
- Pluviomètres



Site d'Aydat (63)
*Eutrophisation et prolifération
 de cyanobactéries*



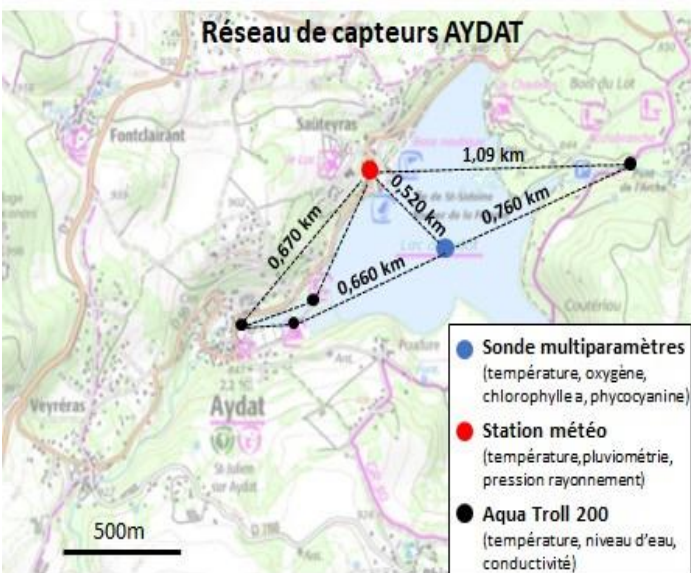
- Station météo
- Piézomètres
- Anémomètre



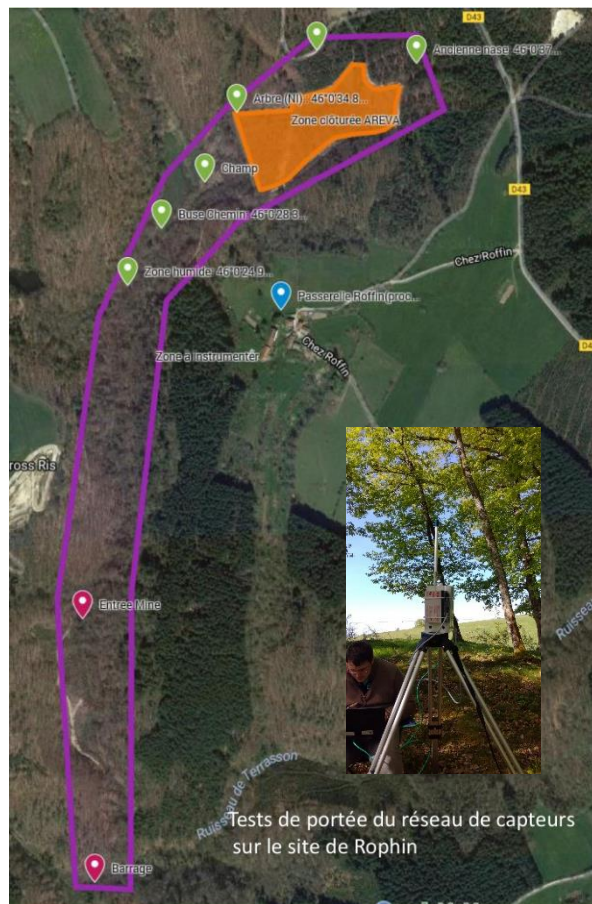
➤ **Diversités des capteurs connectés**

Projet fondateur: *ConnecSens*

Site d'**Aydat** : zone boisée



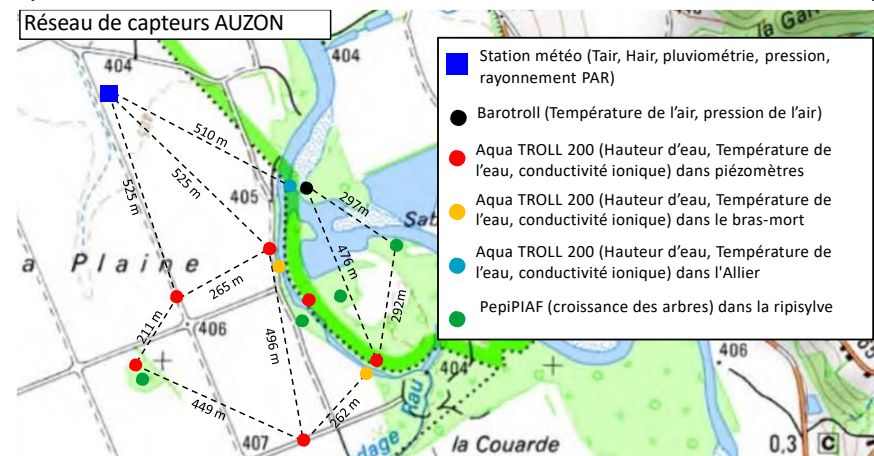
Site de Roffin à **Lachaux** : milieu contraint (boisé et relief marqué)



Site de **Montoldre** : zone agricole ouverte



Site d'**Auzon** : zone boisée et vallonnée



- Diversités des sites connectés (relief, végétation, ...)
- Etude couverture LoRa et GSM pour positionnement de la passerelle

Réseau de capteurs communicants LoRaWAN

Réseau **LoRaWAN** adapté aux besoins de **ConnecSens**:

- Réseau privé, flexible, dense, faible coût ...
- Longue distance (plusieurs hm/km) en milieu contraint
- Faible énergie —> **autonomie** de plusieurs mois/année
- Faible débit: 250 à 50k bit/s

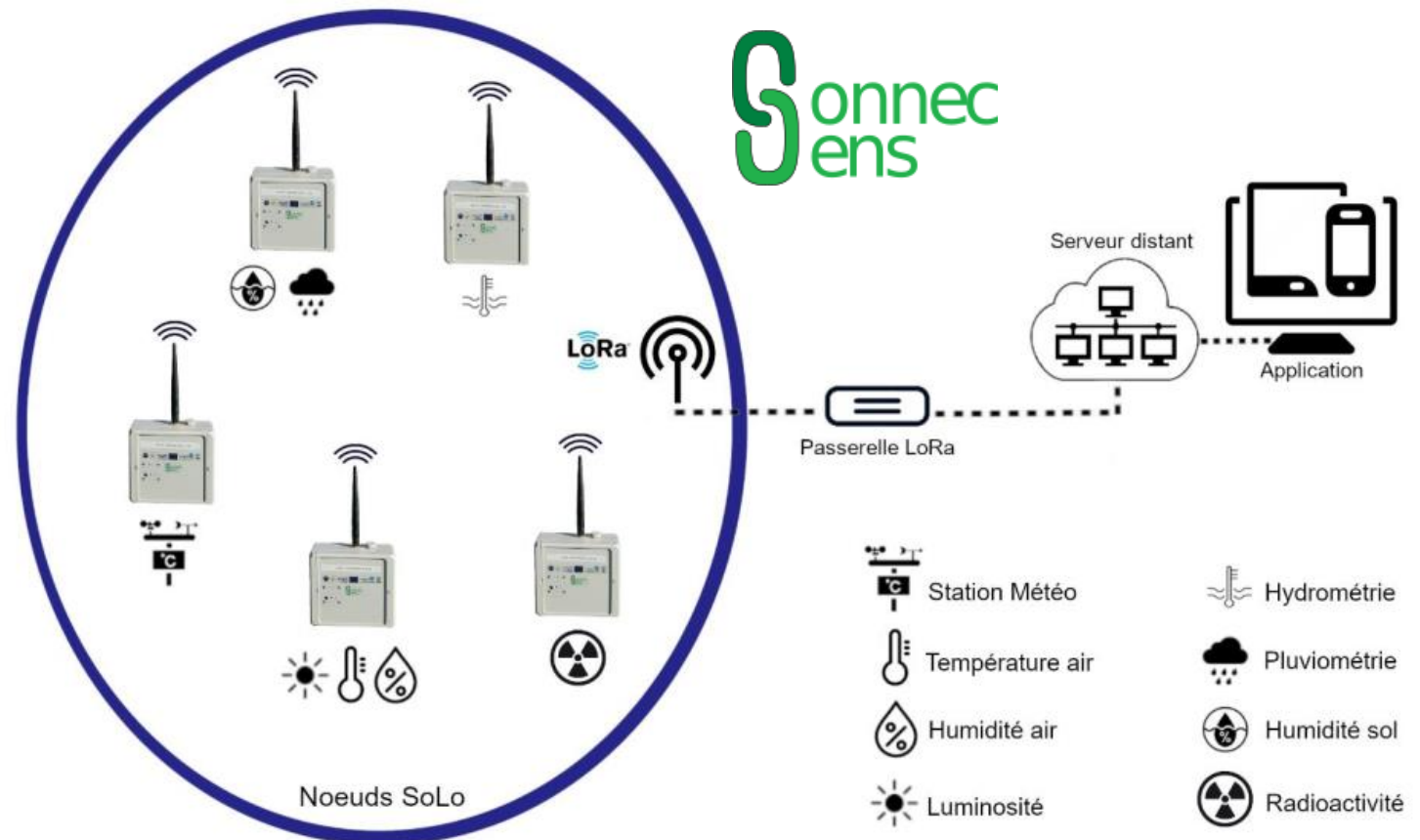
Besoin d'un nœud LoRaWAN spécifique:

➤ **Polyvalent:**

- diversité de capteurs
- diversité d'usages

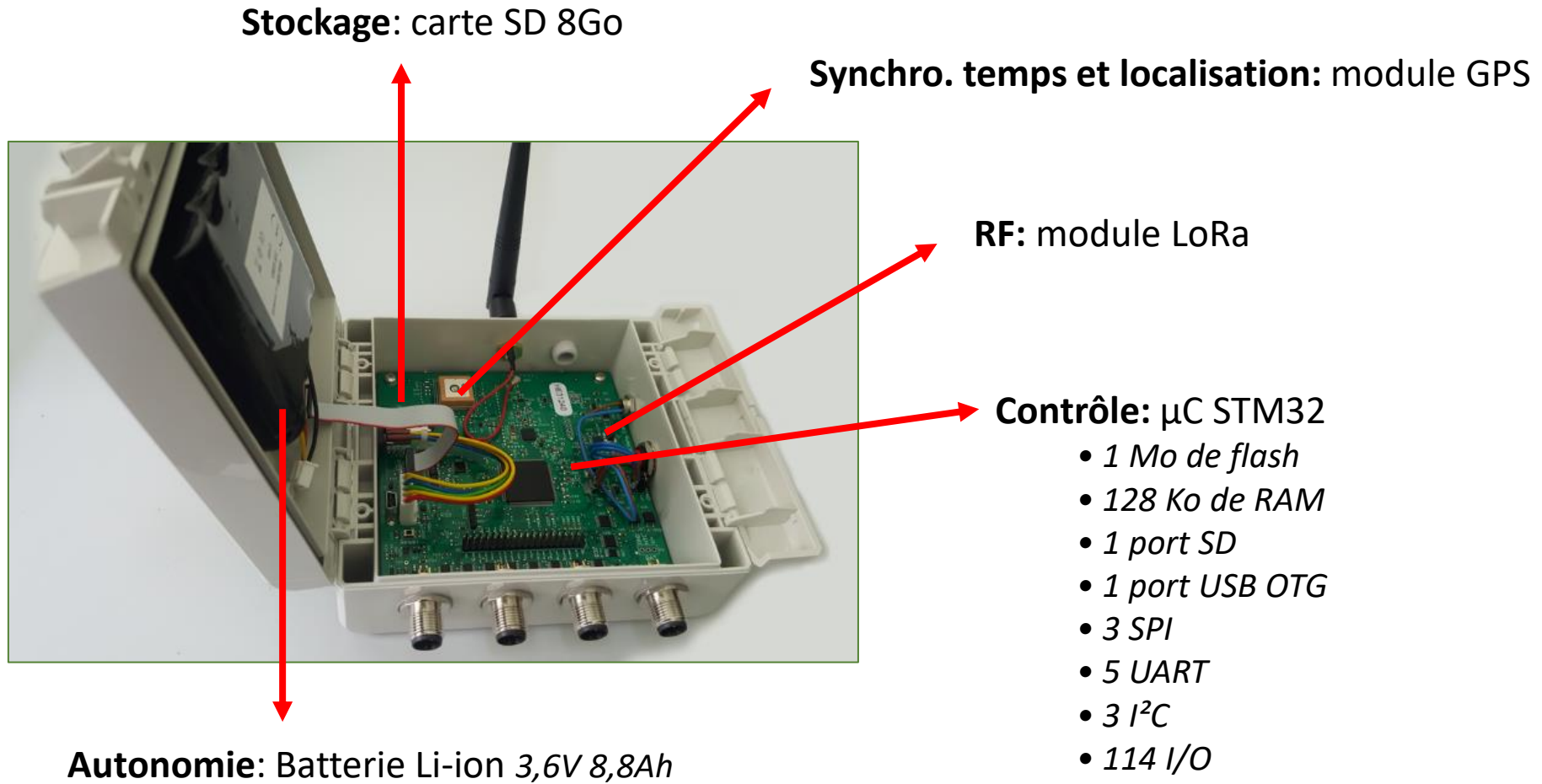
➤ **Evolutif, configurable**

➤ **Fiable, robuste, ...**



Volonté de maîtriser toute la chaine « du capteur au Cloud »

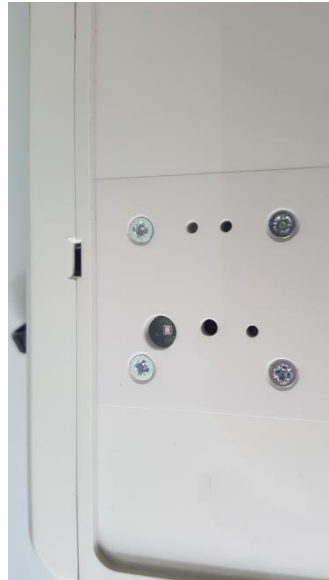
Le nœud LoRaWAN SoLo



Le nœud LoRaWAN SoLo



Connecteurs pour **capteurs externes**



- Capteur de **température** (-40°C/+125°C°) et d'**humidité** (0-100%)
- Capteur de **luminosité** (0.01 à 83k lux, spectre de 460nm à 655 nm)
- **Accéléromètre** triaxial
- Capteur de **pression** absolu (260 à 1260 hPa)

Le nœud LoRaWAN SoLo

■ Configuration du nœud via un fichier json (sur carte SD)

- fréquence d'envoi des données par LoRa
- paramétrage LoRaWAN (Data Rate)
- sélection synchro par GPS ou Manuel
- fréquence d'activation du GPS
- activation et déclaration des capteurs
- fréquence de mesure du capteur
- Paramétrage d'alarmes

```

"network": {
  "type": "LoRaWAN",
  "devEUI": "434E535301E36214",
  "appEUI": "A78F1729918331B4",
  "appKey": "436f6e6e656353656e5330315a415455",
  "periodMn": 15,
  "dataRate": 5,
},

```

Configuration par interface graphique en cours

```

"time": {
  "syncMethod": "GPS",
  "GPS": {
    "periodDay": 30,
  },
  "manualUTC": {
    "year": 2019,
    "month": 8,
    "day": 22,
    "hours": 6,
    "minutes": 10,
    "seconds": 0
  }
}

```

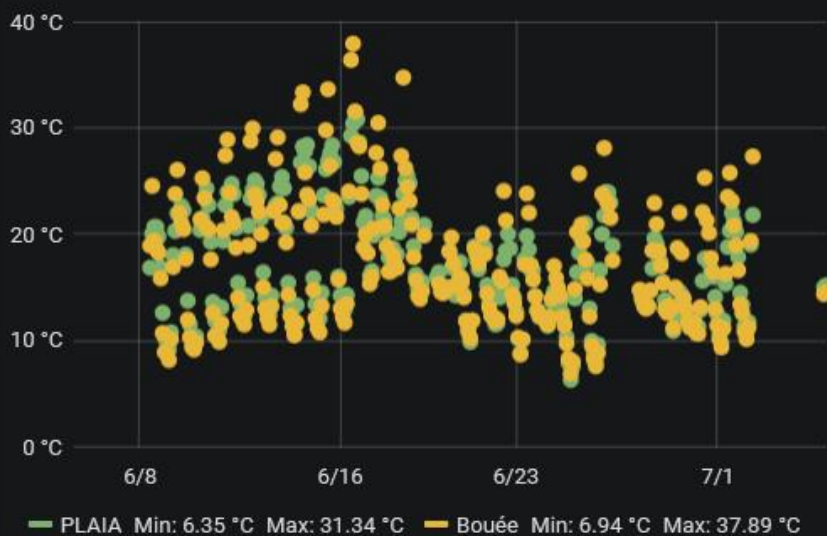
```

"sensors": [{
  "name": "Lumi",
  "type": "OPT3001",
  "use5VWhenActive": true,
  "use5VWhenAsleep": true,
  "periodMn": 5
},{
  "name": "Press",
  "type": "LPS25",
  "periodMn": 5
},{
  "name": "Meteo",
  "type": "GillMaxiMetSDI12",
  "measurements": "all",
  "periodMn": 5,
  "address": "0",
  "partNumber": "1957-0600-60-000"
}],

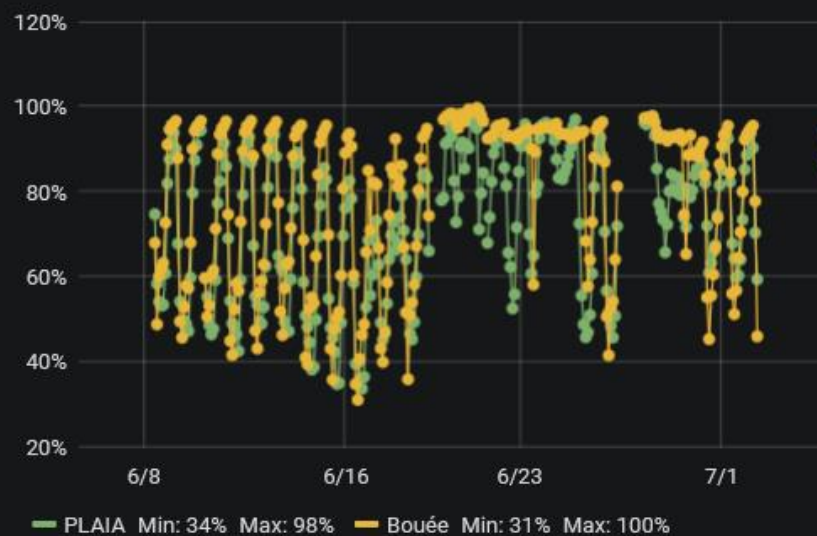
```


Réseau de capteurs communicants à Aydat

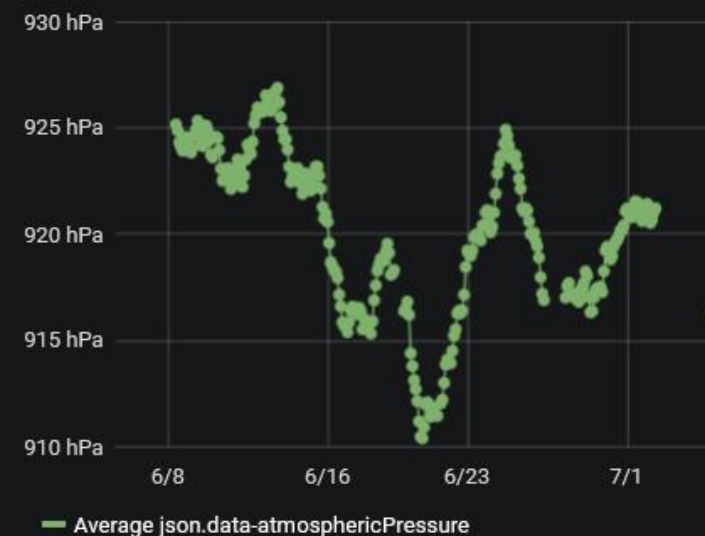
Température de l'air



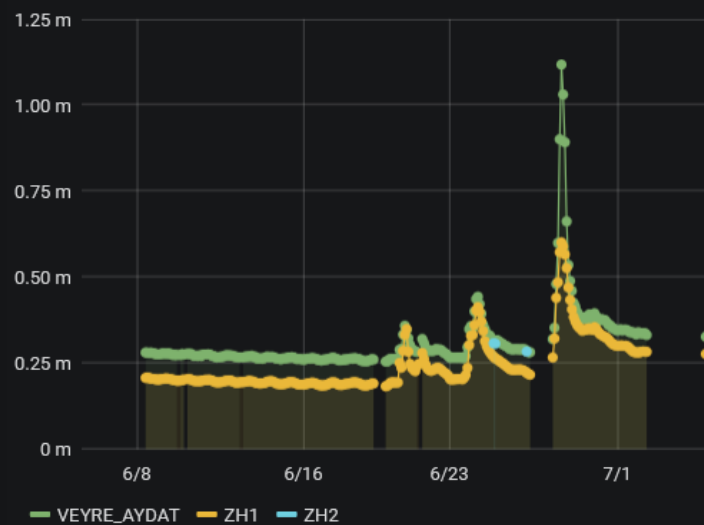
Humidité de l'air



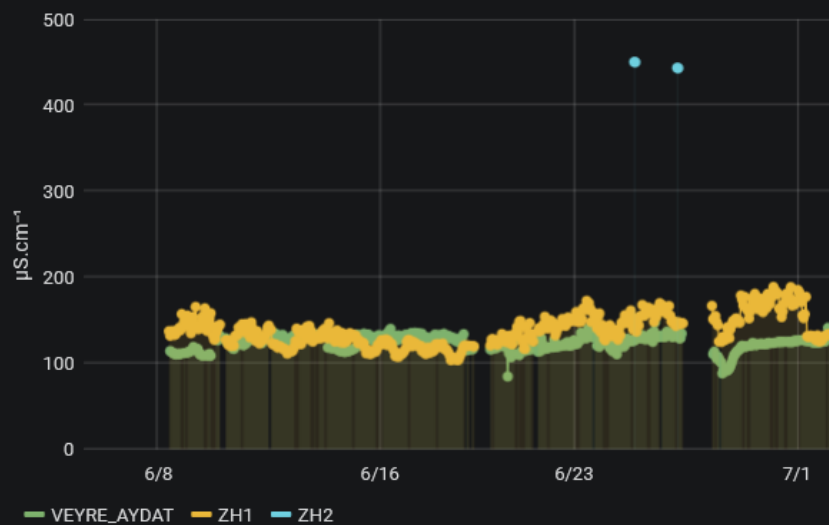
Pression atmosphérique (station m...)



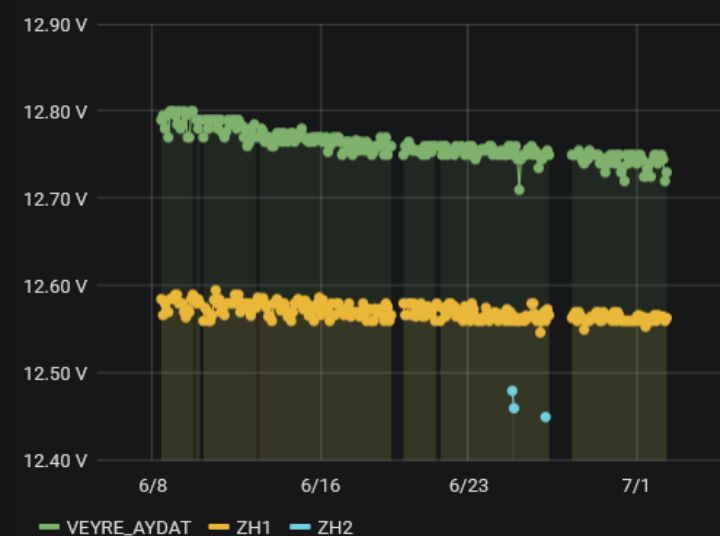
NIVEAU EAU



CONDUCTIVITE



TENSION SDI-12



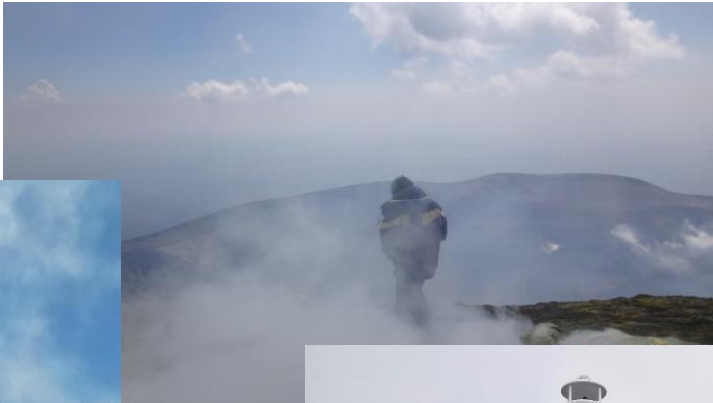
Réseau de capteurs communicants sur l'Etna

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 sur l'Etna

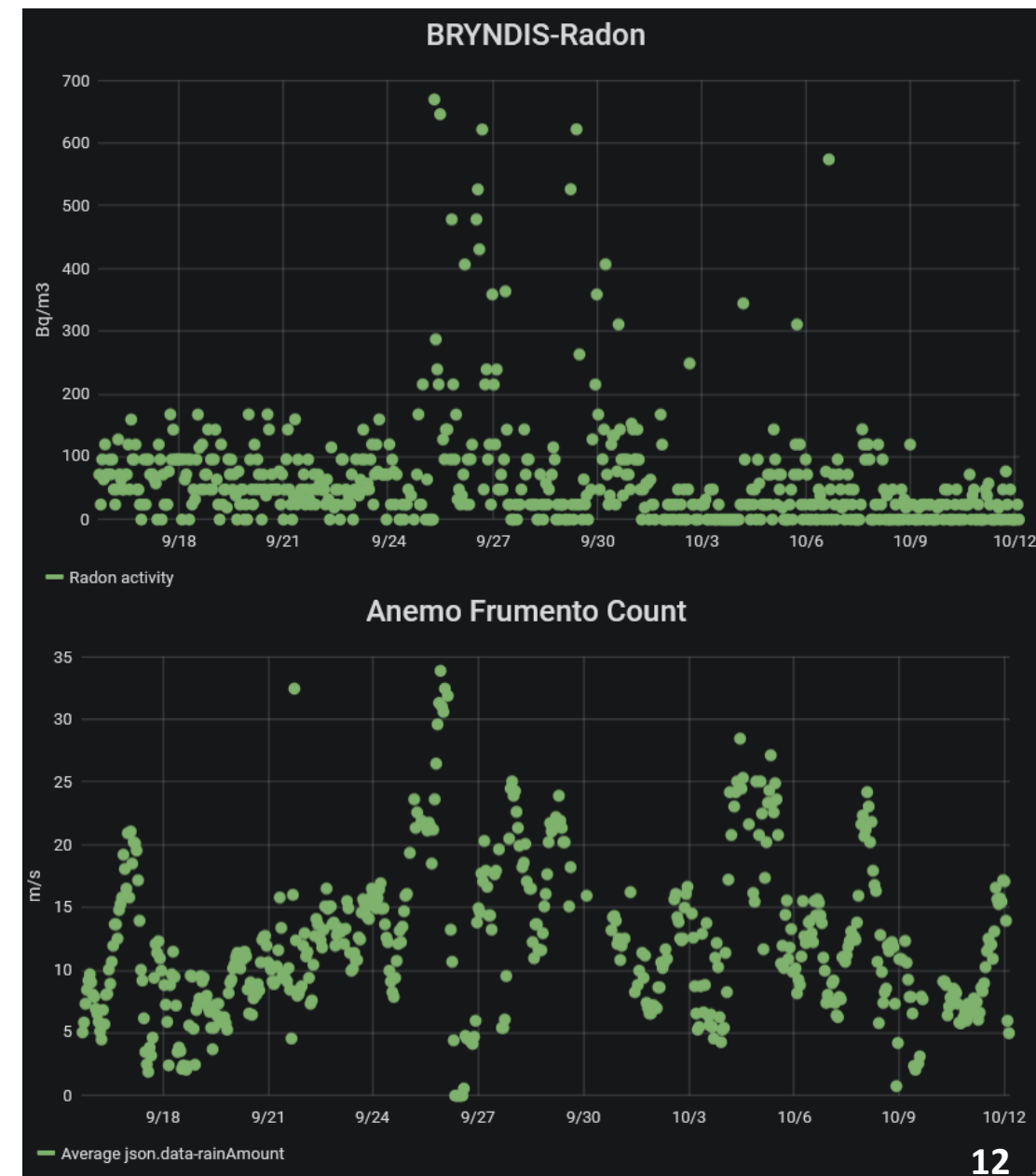
❑ Installation de la passerelle LoRaWAN dans un « cabanon » instrumenté (INGV)

- Alimentation sur secteur 220V
- Risques de foudre et de congères
→ antenne à l'intérieur
- Bâtiment métallique
→ portée limitée à $\approx 5\text{km}$ en DR0



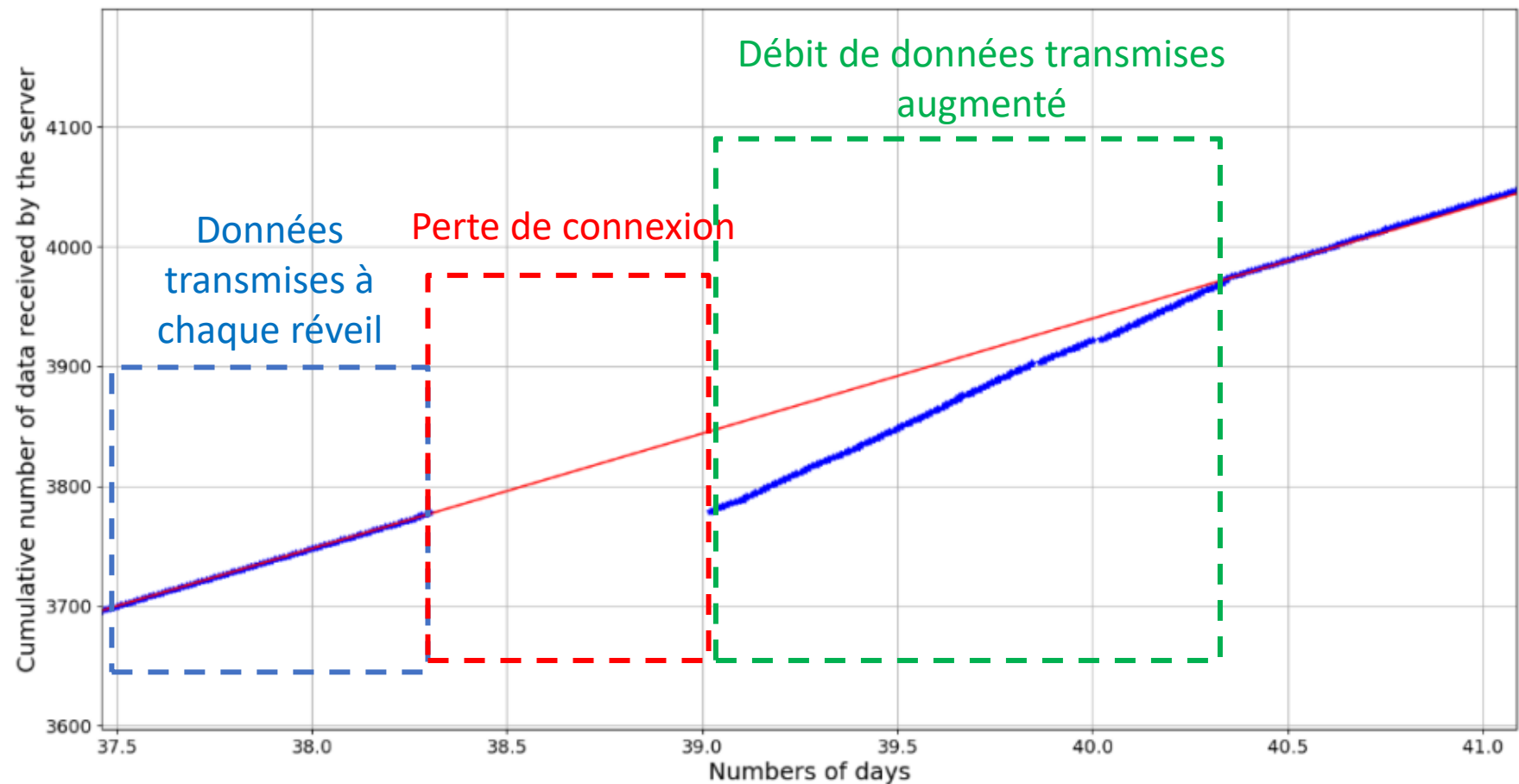
Réseau LoRaWAN sur l'Etna

- ❑ Installation de 2 balises radon en 2019, 4 balises en 2020
 - autonomie limitée à 5 mois
- ❑ Installation d'une station météo
 - détruite par vent + givre
- ❑ Installation d'un anémomètre
 - Plus de signal: détruite ?



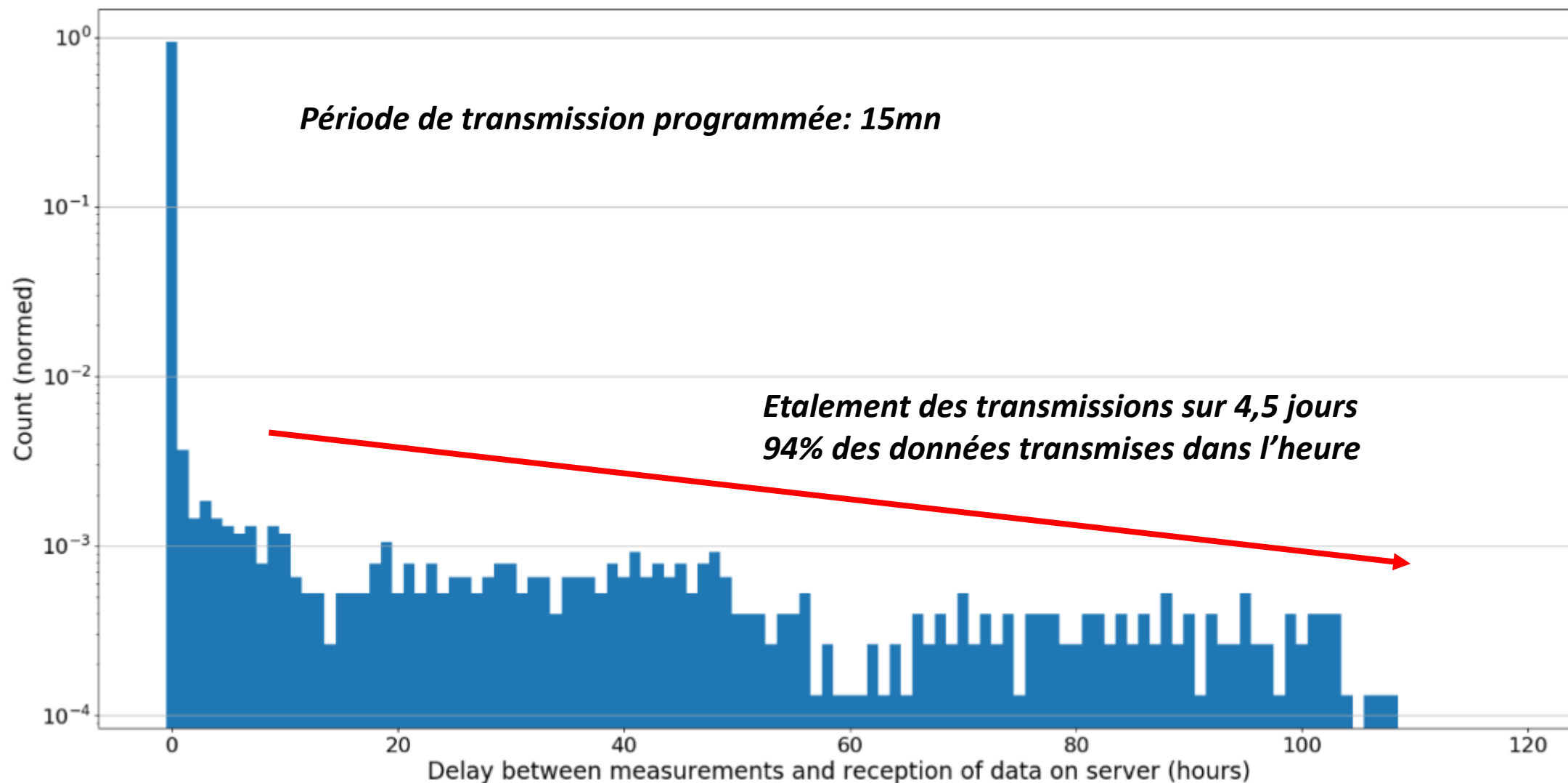
Réseau LoRaWAN sur l'Etna

- **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](#)

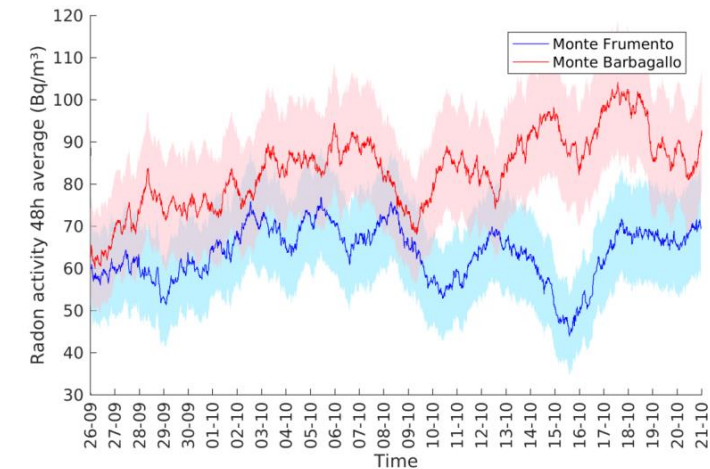
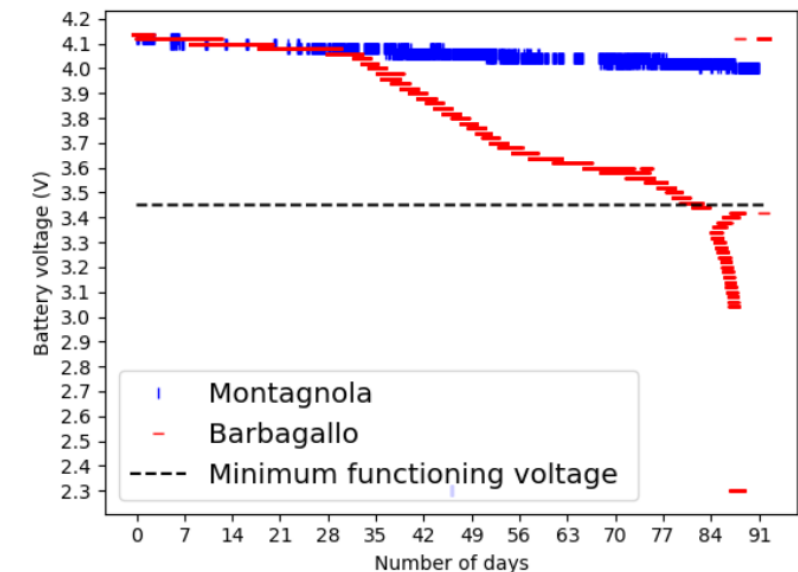


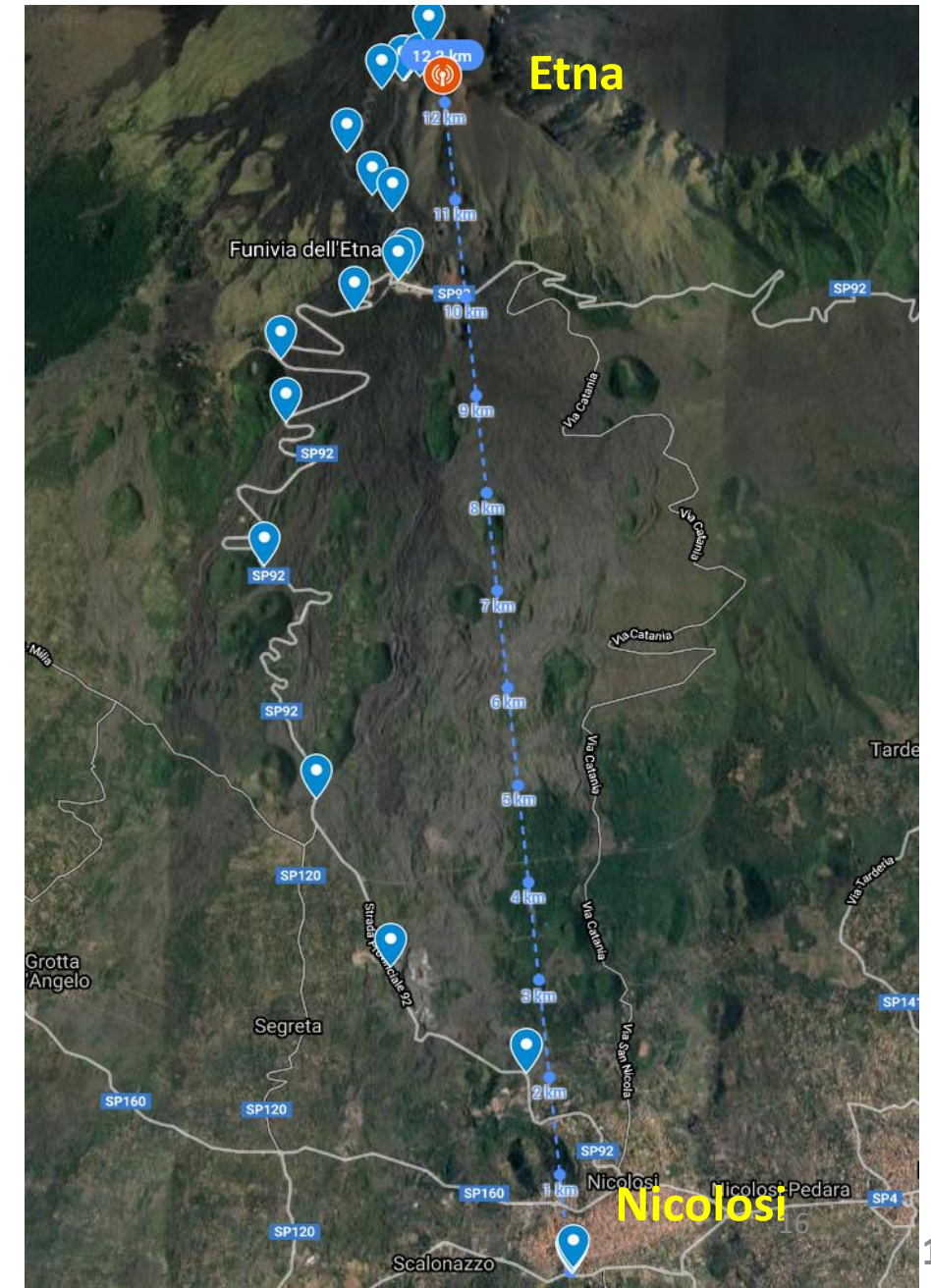
Figure 9 – Running 48h average of radon activity measured at Mt. Barbagallo and Mt. Frumento Supino stations on Mt. Etna south flank. Coloured zones corresponds to 2-sigma uncertainty in the 48h mean (computed under Poisson statistics hypothesis).



Conclusion et perspectives (1/3)

Réseau privé LoRaWAN opérationnel sur l'Etna depuis 2 ans, mais :

- **Fonctionnement des instruments sur site limité dans le temps**
 - Autonomie batteries balises radon insuffisante
 - ⇒ R&D capteurs radon
 - ⇒ Utilisation de panneaux solaires
 - Détérioration/destruction de capteurs
 - ⇒ Capteurs bas coût et robustes
- **Portée du signal LoRa limitée par localisation de la passerelle**
 - ⇒ Installation d'une passerelle autonome sur site
 - ⇒ Installation d'une passerelle à Nicolosi (12km du volcan)
- **Nouvelle mission terrain en septembre**
 - ⇒ Installation de capteurs de T° du sol



Conclusion et perspectives (2/3)

Réseau LoRaWAN *ConnecSens* « exporté »:

- Sur l'Etna
- Sur la Soufrière (Guadeloupe)
- En milieu industriel

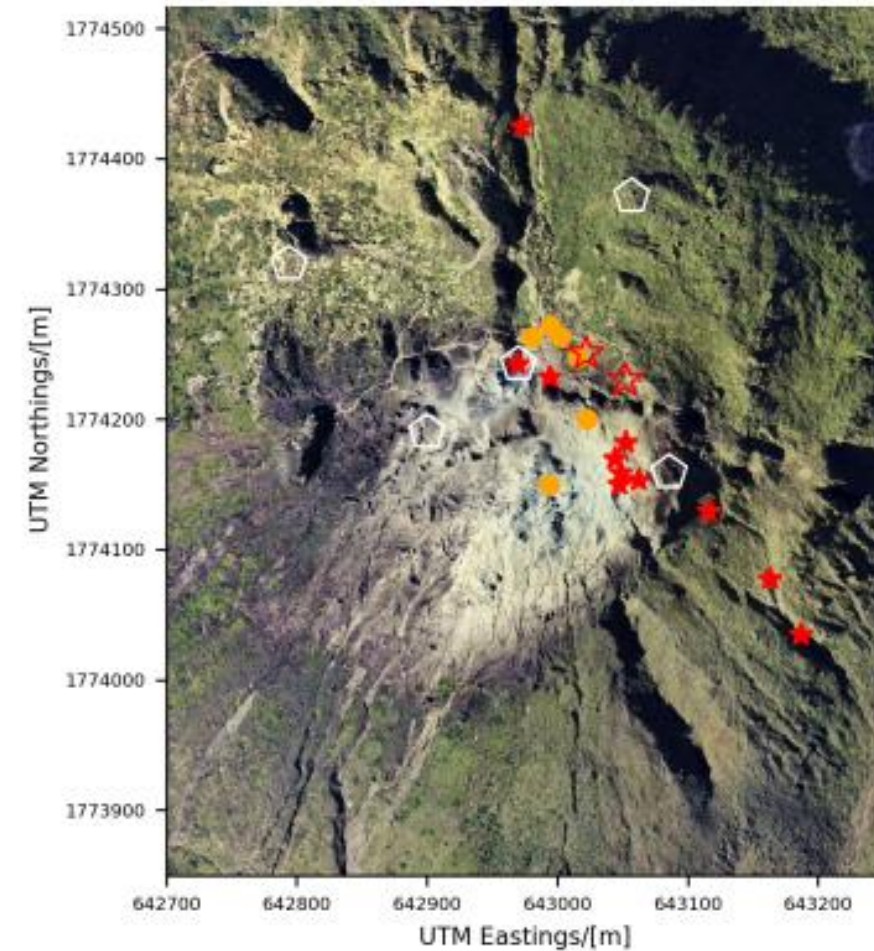
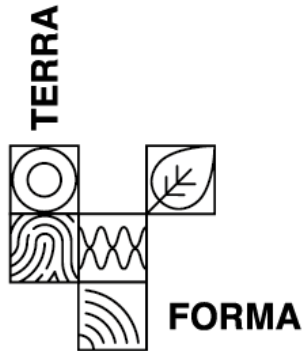


FIGURE 1: Orthophoto of La Soufrière, showing potential locations for the ConnecSens instruments (orange circles) with locations of summital fumaroles (red stars - empty for those since 2014) and WiFi routers (white pentagons).

Conclusion et perspectives (3/3)

Réseau LoRaWAN *ConnecSenS* évalué sur site pour *Terra Forma* (2022-2029)



PIA3 EQUIPEX+ 2021 - 2028

TERRA FORMA

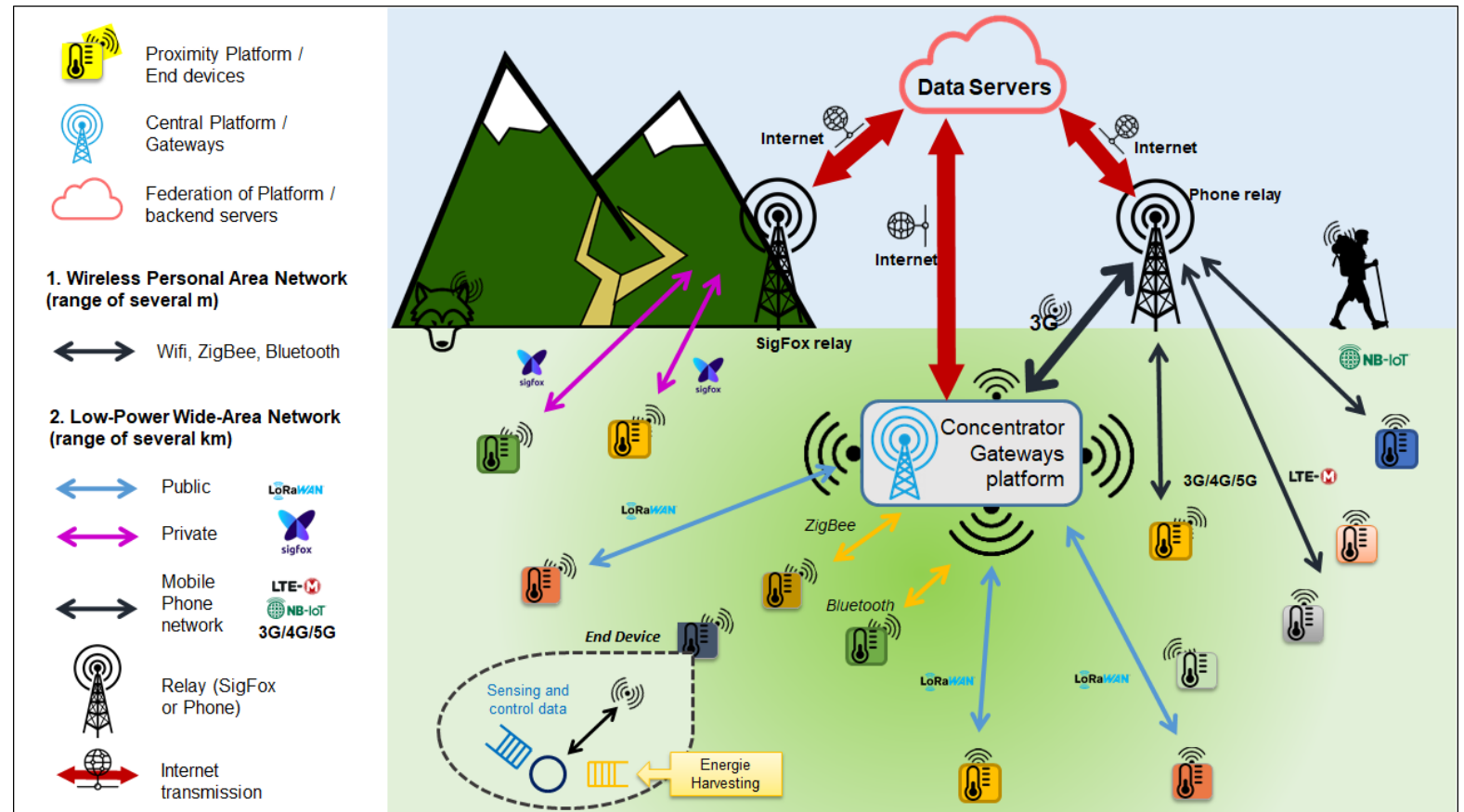
Concevoir et tester l'observatoire intelligent des territoires à l'heure de l'Anthropocène

Partenaires : 42 laboratoires

CNRS (INSU, INEE, INSIS, IN2P3, INP, INS2I, INSHS, INSB), IRD, INRAE, Mines

Paristech, INERIS

Universités (Rennes, Toulouse, Grenoble, Clermont-Auvergne, Paris-Diderot, Montpellier, Reims, Toulon, Franche-Comté, Orléans, Strasbourg, Aix-Marseille)
 Extralab company



Merci pour votre attention



Annexes



PIA3 EQUIPEX+ 2021 - 2028

TERRA FORMA

Concevoir et tester l'observatoire intelligent des territoires à l'heure de l'Anthropocène

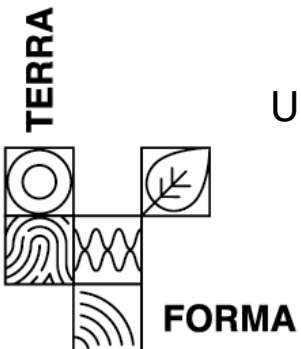
Laurent Longuevergne (CNRS/UR1); Arnaud Elger (UPS); Virginie Girard (CNRS/eLTER FR);



Partenaires : 42 laboratoires

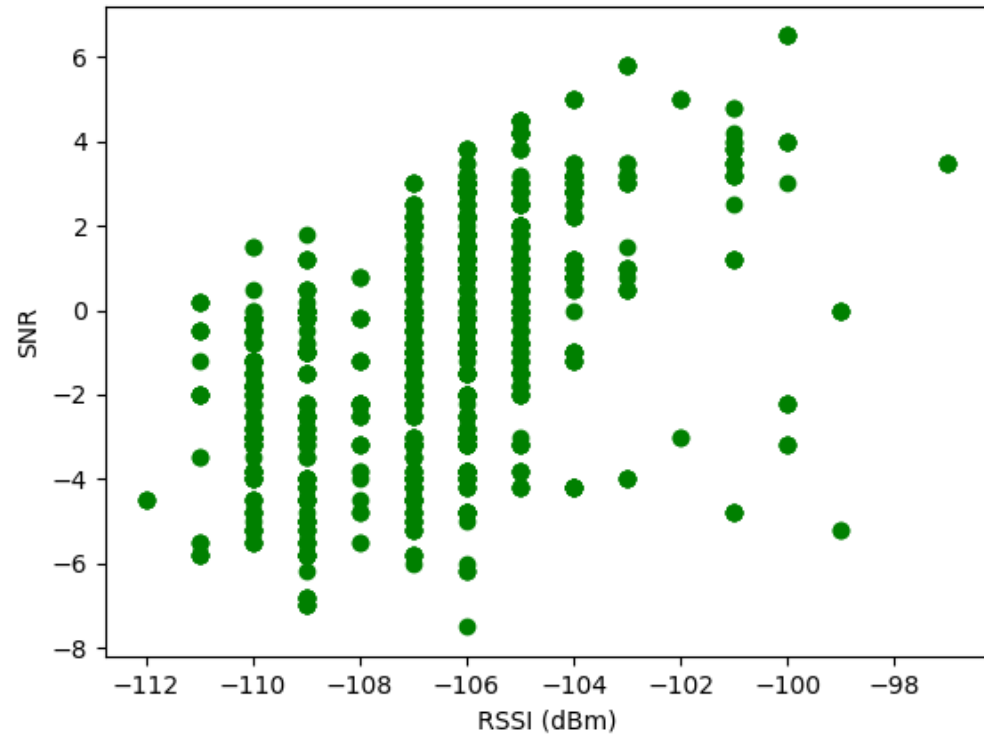
CNRS (INSU, INEE, INSIS, IN2P3, INP, INS2I, INSHS, INSB), IRD, INRAE, Mines Paristech, INERIS
Universités (Rennes, Toulouse, Grenoble, Clermont-Auvergne, Paris-Diderot, Montpellier, Reims, Toulon, Franche-Comté, Orléans, Strasbourg, Aix-Marseille)

Extralab company

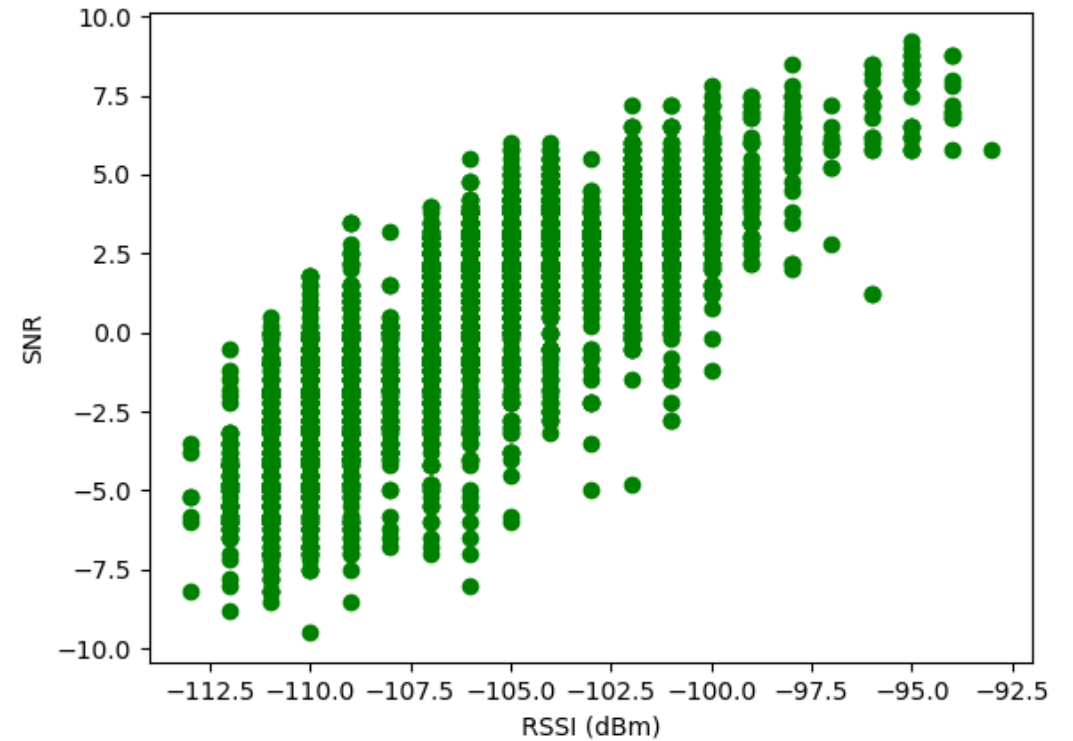


Réseau LoRaWAN sur l'Etna

Montagnola

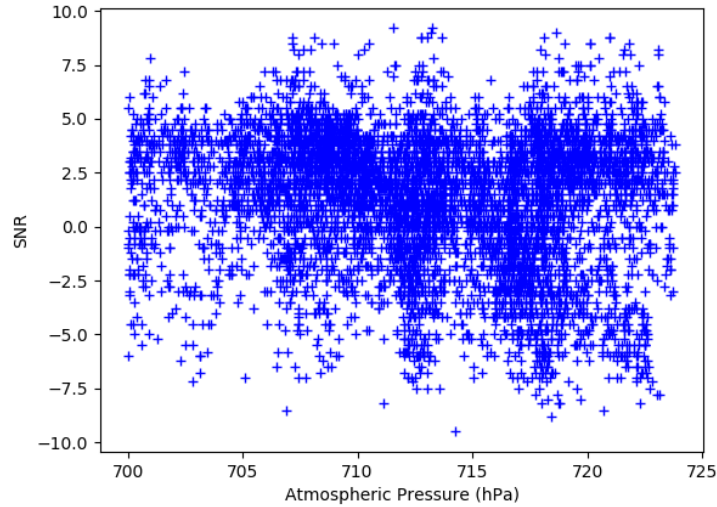


Barbagolla

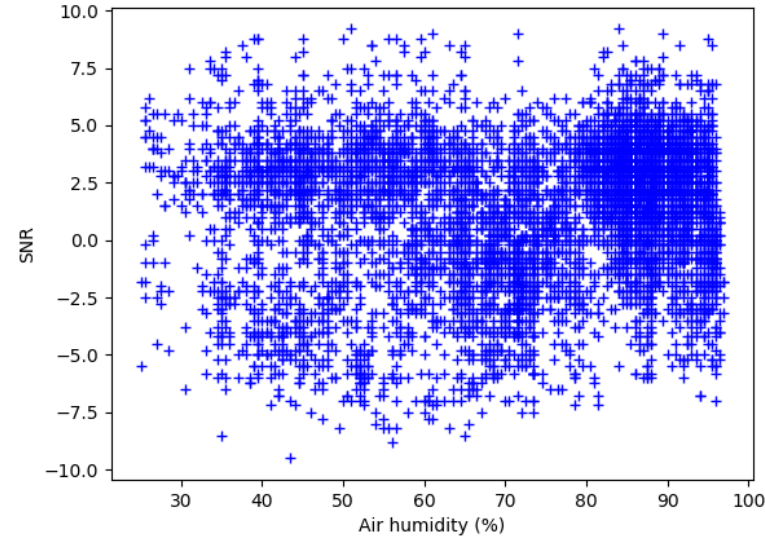


Réseau LoRaWAN sur l'Etna

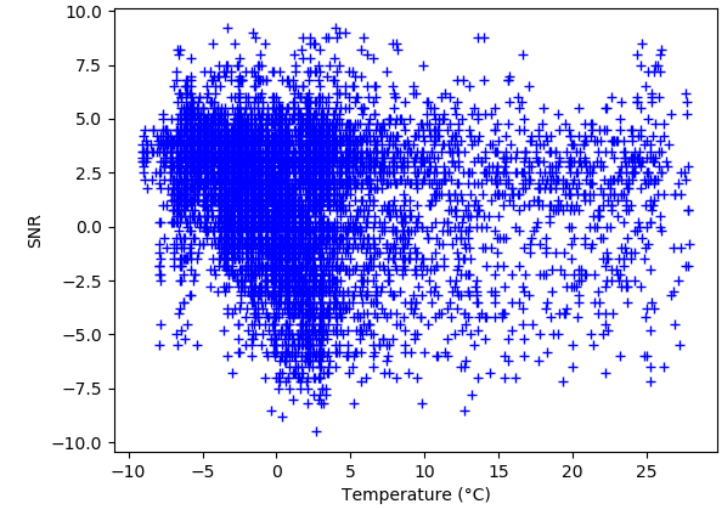
Barbagallo



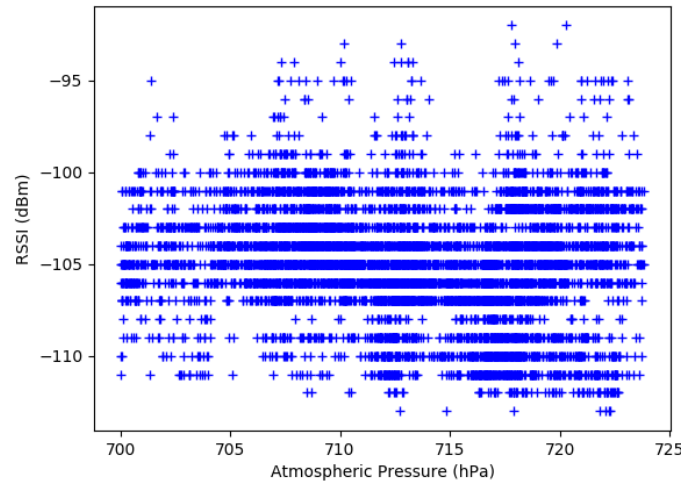
Barbagallo



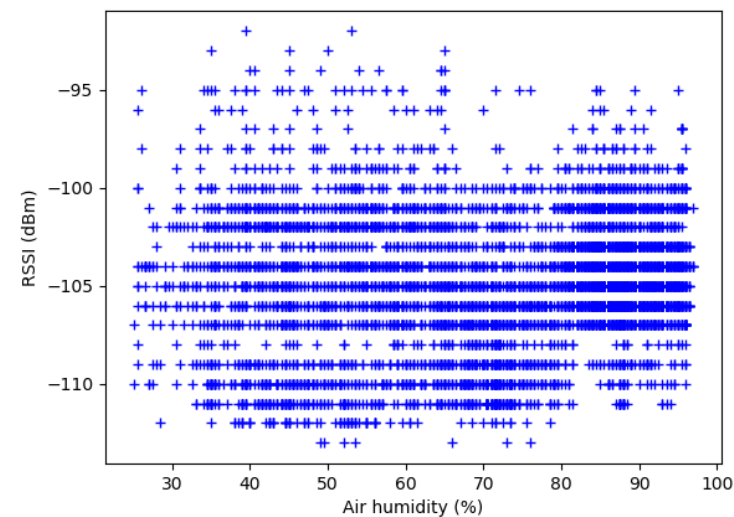
Barbagallo



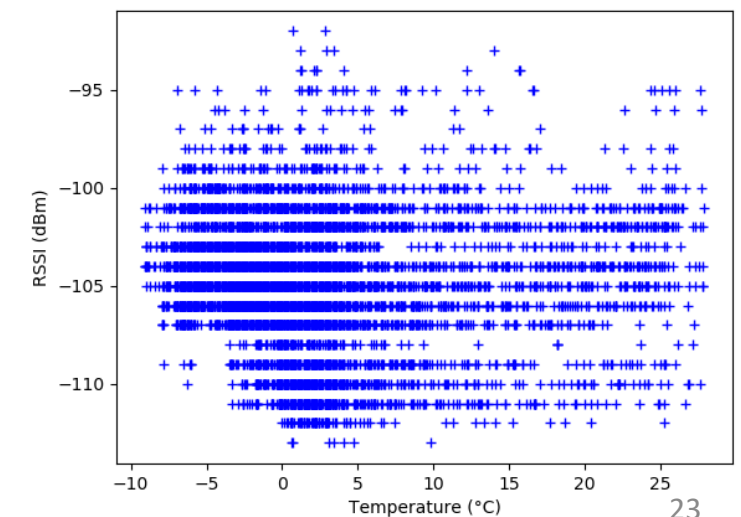
Barbagallo



Barbagallo



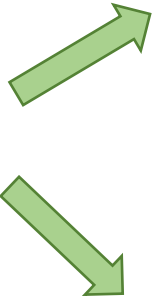
Barbagallo



Réseau de capteurs sans fil dédié à la surveillance environnementale

Passerelle LoRa®

2 modèles



Multitech

Communication Ethernet ou GSM
Version indoor et outdoor
Alimentation secteur
ou batterie + panneau solaire



Kerlink

Communication Ethernet ou GSM
Version outdoor
Alimentation 12V



Déploiement sur site pilote (Auzon)

*Passerelle Multitech
Version outdoor
Communication GSM*