

Réseau de Capteurs Communicants pour l'environnement « du champ ... au volcan »

Partenaires:





OBJECTIF: Etudier et développer une plateforme de collecte et de mutualisation de données dédiée au domaine des recherches en environnement.

Capteurs et réseaux de capteurs

- Transmission de données issues de capteurs autonomes
- Mise en réseau de capteurs communicants

Big-data

- Stockage des Big-Data
- Assemblage des données
- Exploitation des données

Quels sont nos besoins ?

❑ Réseaux de capteurs sans fil dédiés à l'étude de divers sites environnementaux

- 4 sites pilotes situés en Auvergne
- 1 site pilote pour la surveillance des volcans actifs

Site d'Aydat (63)

Eutrophisation et prolifération de cyanobactéries



- Bouée instr.
- Station météo
- Piézomètres

Site de Roffin à Lachaux (63)

Vie sous rayonnement d'origine naturelle



- Station météo
- Capteurs de radon
- Piézomètres

Site d'Auzon (43)

Services écosystémiques sur un bras mort de l'Allier



- Station météo
- Piézomètres

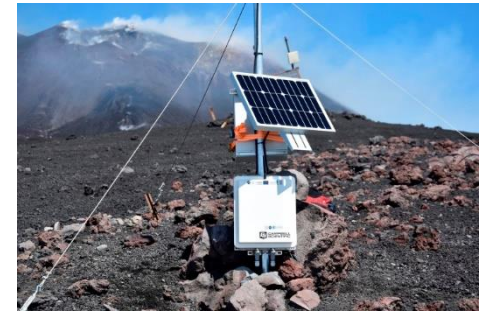
Site de Montoldre (03)
Etude du fonctionnement hydrique des agrosystèmes



- Sondes humidité du sol

Site de l'Etna (Sicile)

Mesure de radon dans le panache volcanique

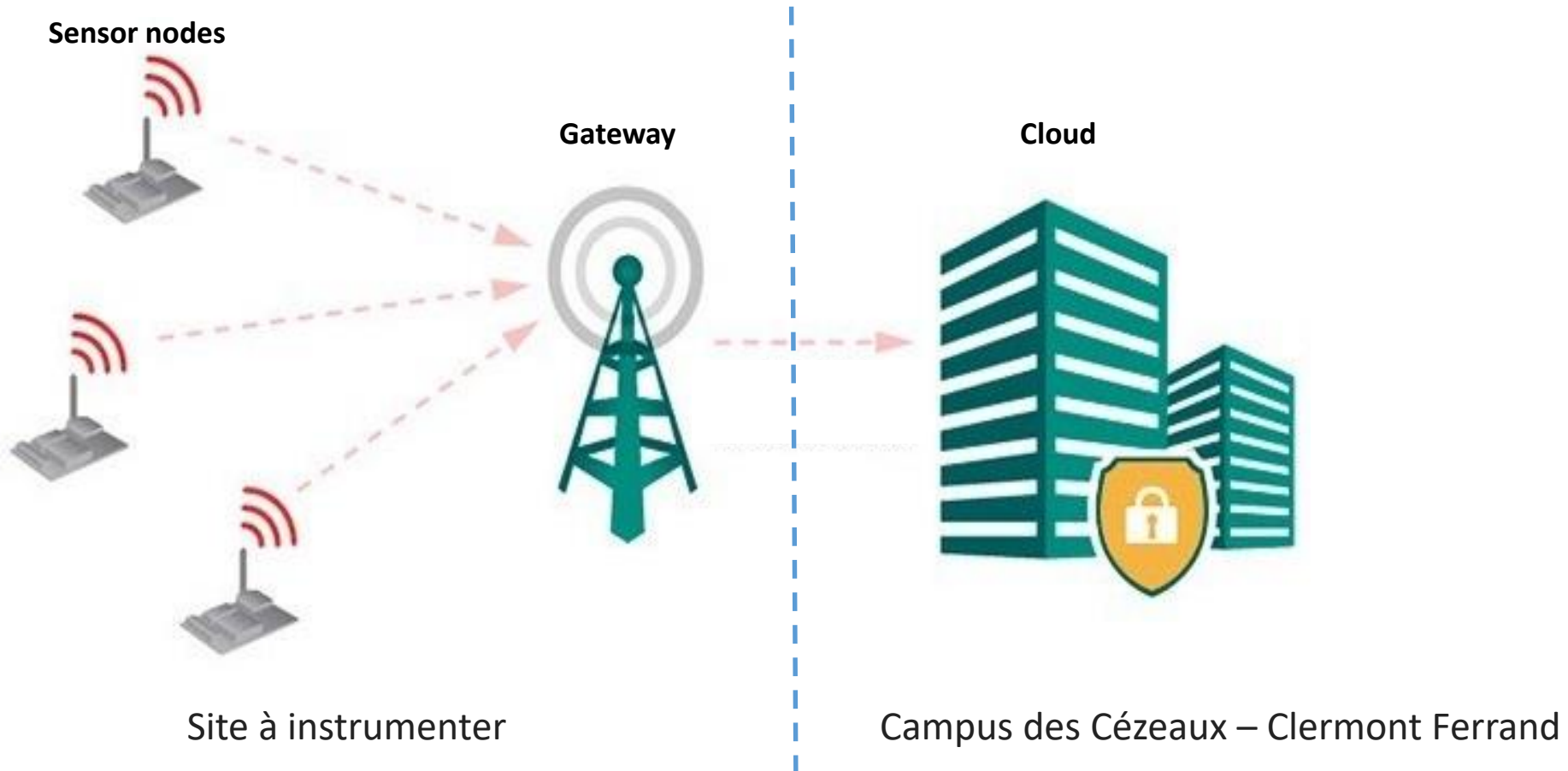


- Station météo
- Capteurs de radon

Quels sont nos besoins ?

- ❑ Réseaux de capteurs sans fil dédiés à l'étude de divers sites environnementaux

- Topologie de réseau en étoile.

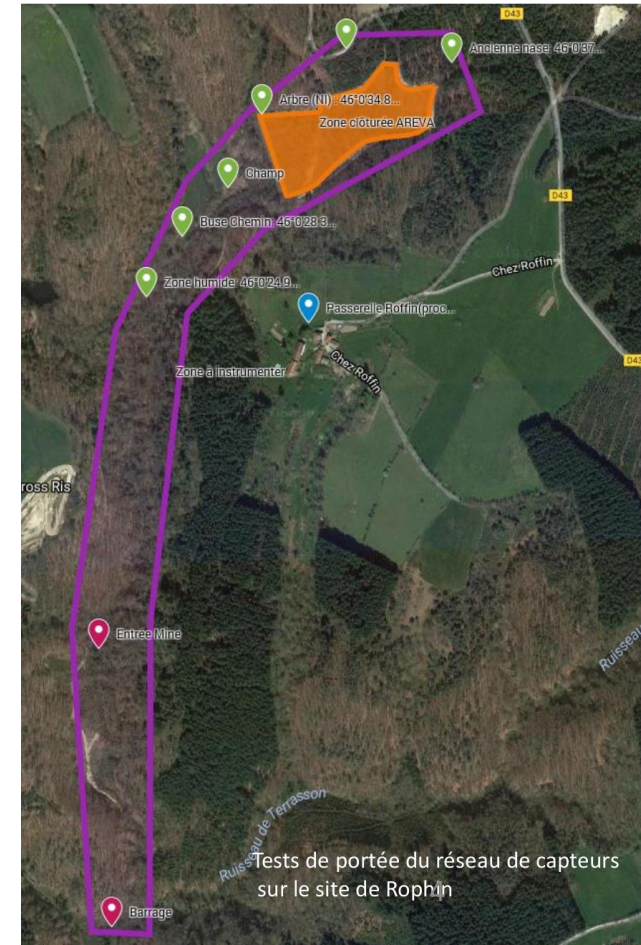


Quelles sont nos contraintes ?

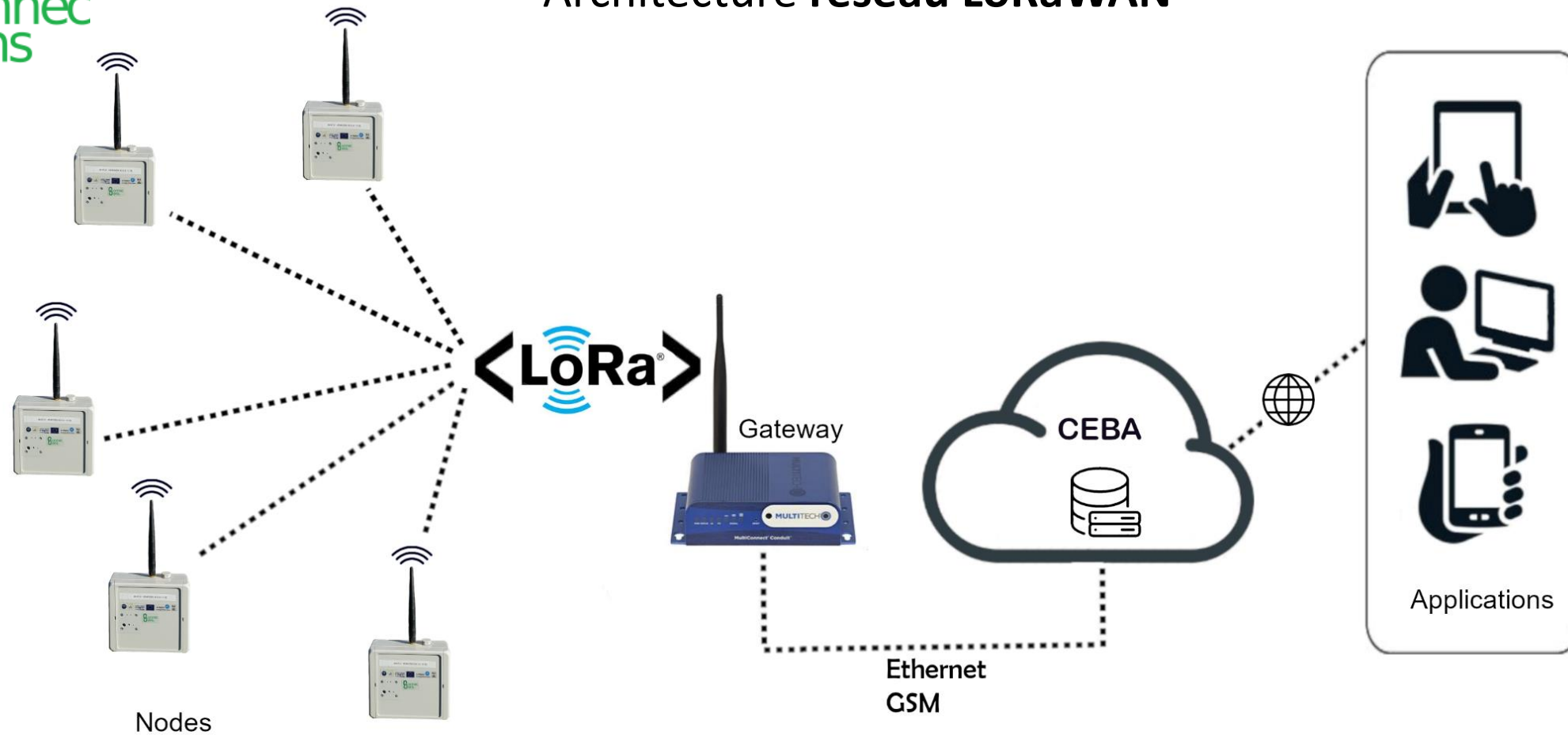
- ❑ Limiter les déplacements sur les sites
 - Autonomie des capteurs et du réseau de plusieurs mois (Low Power)
- ❑ Distance de communication capteurs-passerelle de quelques km
 - Communication longue portée
- ❑ Relief et végétation des sites
- ❑ Climat auvergnat ou de haute montagne (Etna 3400m)
- ❑ Accès réseau GPRS parfois difficile
- ❑ Evolutivité du réseau
 - Ajout capteurs, déplacements, configuration, ...
 - Diversité des capteurs et de leur interface
- ❑ Discrétion

Ex: site de Roffin à **Lachaux** :

- 45mn de Clermont-Fd
- Très boisé, végétation dense
- Relief marqué
- Climat froid et humide
- Couverture GPRS faible



Architecture réseau LoRaWAN



- Choix de la technologie LoRa/LoRaWAN (longue portée, faible conso., faible débit)
- Développement (sous-traitance) d'un nœud LoRa polyvalent
- Maîtrise de tous les éléments de la chaîne, du capteur au Cloud (CEBA)

Nœud ConnecSenS

□ Éléments externes



Bouton Reset
et connecteur pour
recharger la batterie



Lien USB pour le
paramétrage du nœud



Possibilité de **connecter 4 sondes de mesure**
identiques ou différentes



Nœud ConnecSenS

☐ Capteurs internes

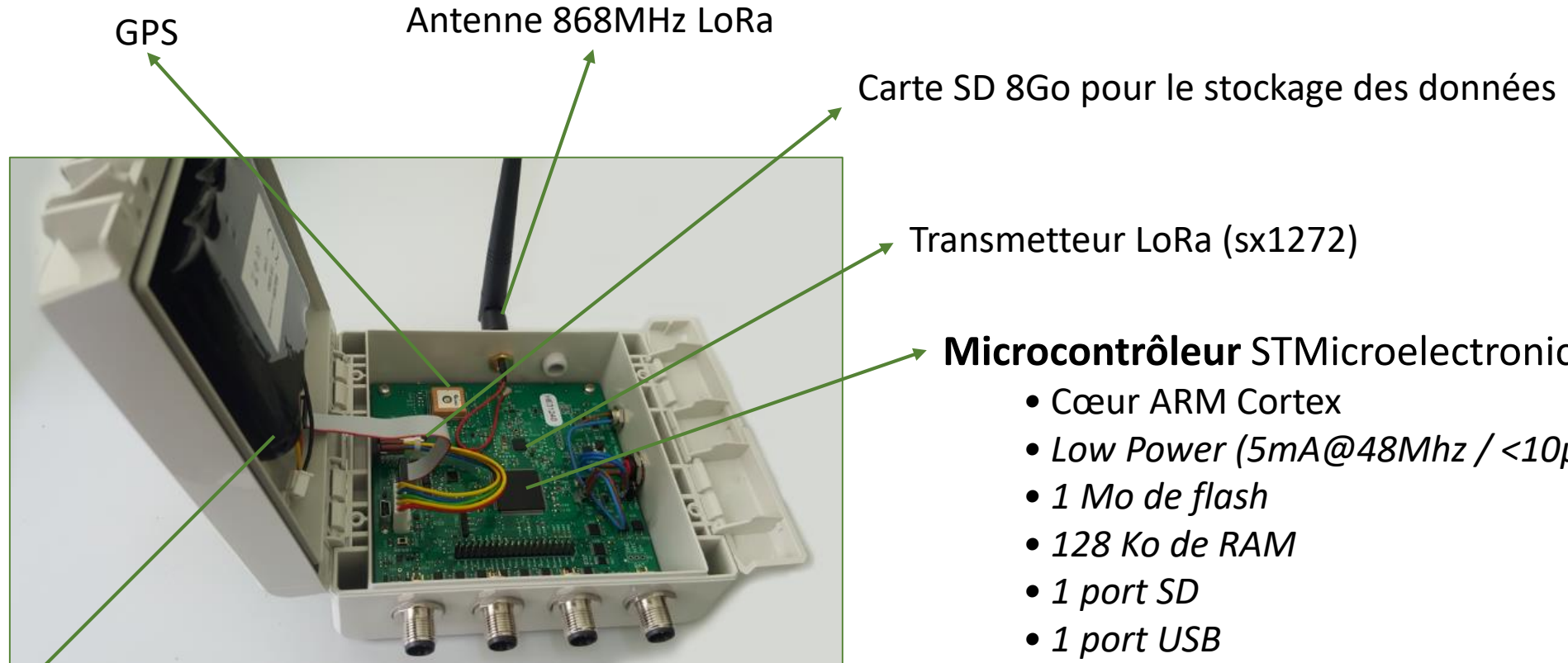
- Capteur de **température** (-40°C/+125°C°) et d'**humidité** (0-100%)
- Capteur de **luminosité** (0.01 à 83k lux, spectre de 460nm à 655 nm)
- **Accéléromètre** triaxial
- Capteur de **pression** absolu (260 à 1260 hPa)

☐ Autres dispositifs internes

- Module GPS (localisation et synchronisation)
- Carte SD 8Go

✓ Possibilité d'activer ou de désactiver indépendamment les capteurs internes et le GPS

❑ Cœur du nœud: microcontrôleur STM32



Microcontrôleur STMicroelectronics : STM32

- Cœur ARM Cortex
- *Low Power (5mA@48Mhz / <10µA @ sleep)*
- *1 Mo de flash*
- *128 Ko de RAM*
- *1 port SD*
- *1 port USB*
- *3 SPI*
- *5 UART*
- *3 I²C*
- *114 I/O*

≈ 90% du temps en mode Sleep

□ Interfaçage nœud-capteurs



Station météo



Pluviomètre



Sonde d'humidité
du sol



Capteur de radon



Piézomètre



Interfaces disponibles pour connecter les capteurs :

- ✓ Entrées analogiques et numériques
- ✓ UART
- ✓ I²C
- ✓ SPI
- ✓ SDI-12

❑ Firmware

Code source en langage C++ développé avec TrueStudio d'Atollic

Configuration du nœud accessible aux non-initiés (fichier json)

- 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

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

```
"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"  
}],
```

Configuration par interface graphique en cours

☐ Tests du nœud

- **Autonomie énergétique du nœud** : 10 mois (1 mesure/heure et 1 envoi/jour)
- **Distance de communication relevée**: 5,5Km
Communication entre le Campus des Cézeaux et le plateau de Gergovie

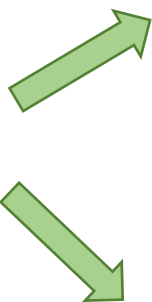


Test de portée
(passerelle sur Campus des Cézeaux)

Passerelles LoRaWAN utilisées

Passerelles

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

Exemple réseaux mis en œuvre: site d'Aydat

- ✓ Test couverture LoRa autour du Lac
- ✓ Passerelle placée à la base nautique
- ✓ Communication passerelle – Serveur LoRa en GSM
- ✓ Réseau opérationnel depuis aout 2019: station météo + 2 piézo.

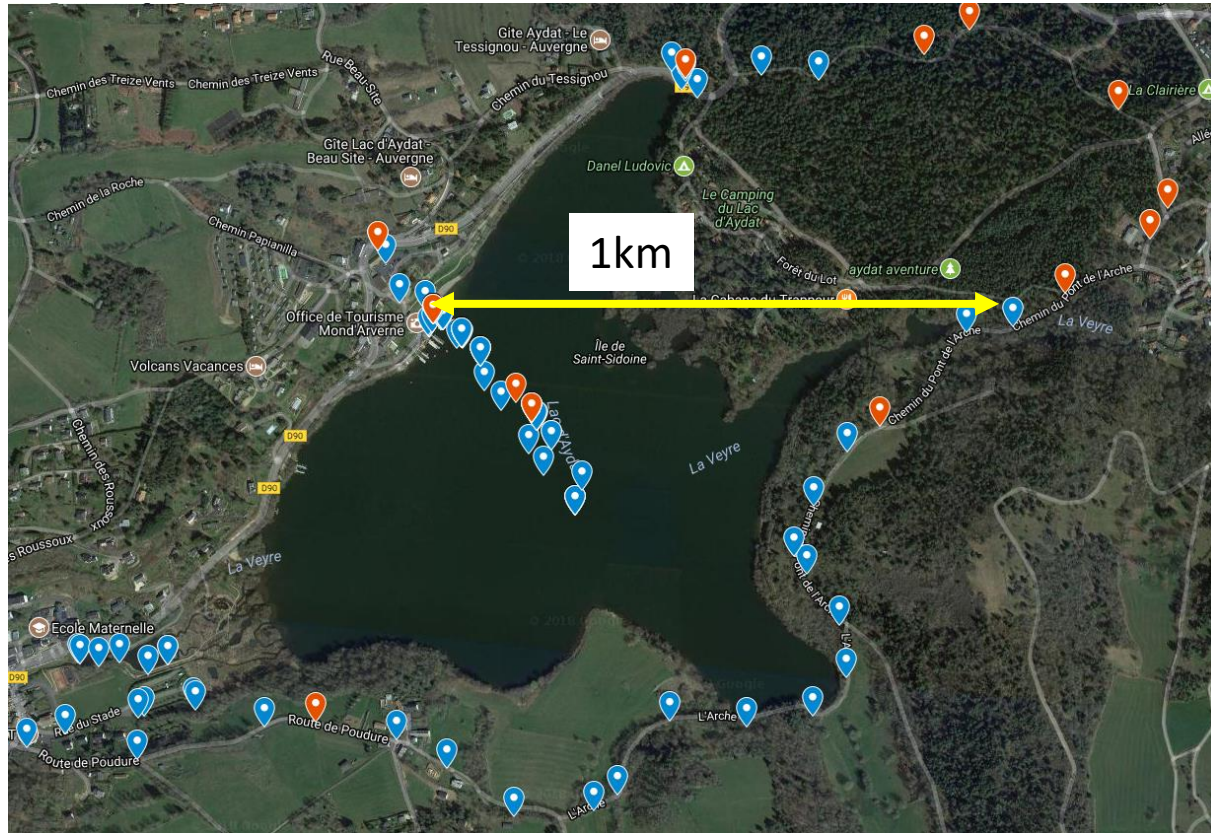
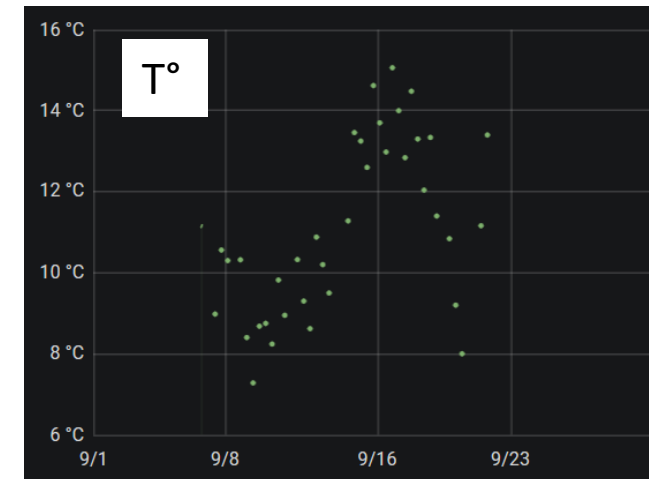
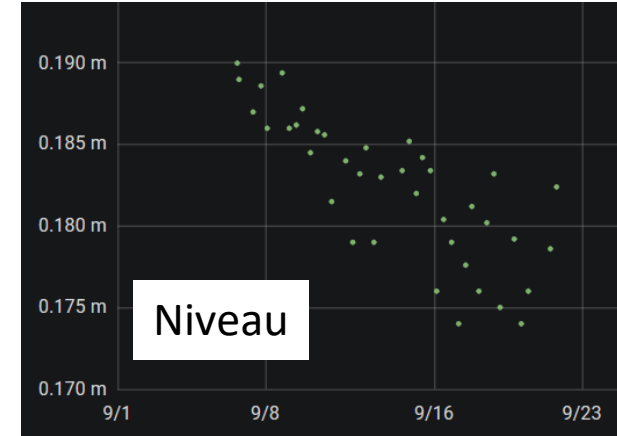
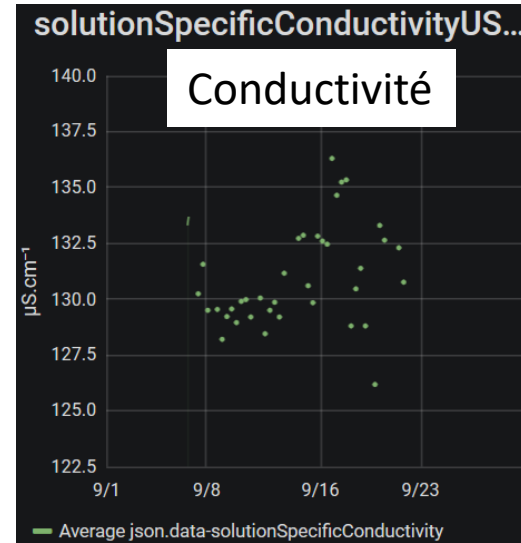


Tableau de bord Grafana: piézomètre



Exemple réseaux mis en œuvre: Volcan Etna

- ✓ Installation de 2 balises radon
- ✓ Installation d'une station météo
- ✓ Installation d'une passerelle LoRaWAN/GSM
 - Réseau opérationnel depuis septembre 2019



Test de communication depuis le cratère

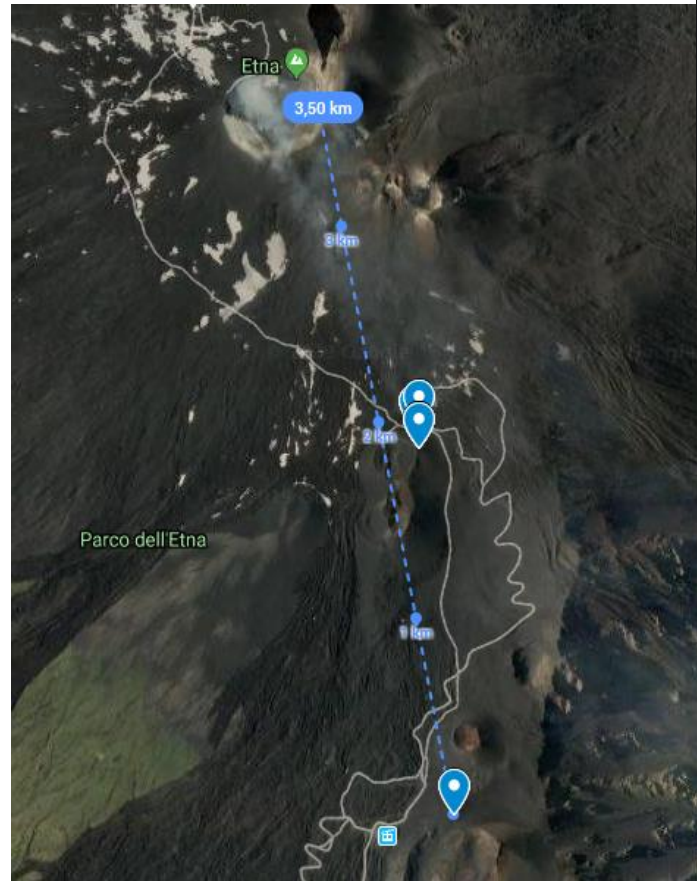
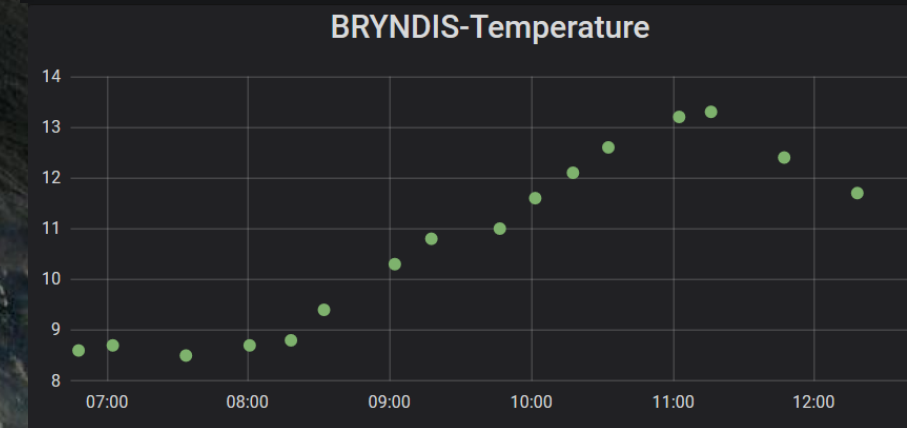
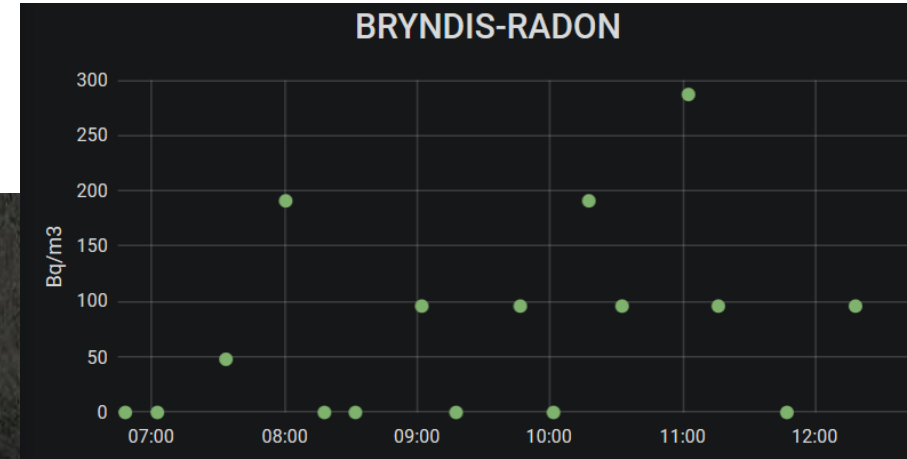


Tableau de bord Grafana



Conclusion et perspectives

- ❑ Réalisation d'un nœud communicant générique, évolutif, faible consommation, longue portée

- ❑ De nouveaux sites à équiper:
 - En cours: mesure de flux thermiques sur le **volcan de la Soufrière** en Guadeloupe
 - Intérêt pour instrumenter d'autres **volcans actifs**
 - Intérêt pour de l'instrumentation en **forêt amazonienne**
 - Intérêt pour **des vignobles**
 - Intérêt pour **des prairies** de moyenne montagne

- ❑ Etude sur le potentiel de valorisation du nœud en cours

Nous sommes ouverts à toute collaboration autour de nos équipements et savoir-faire

[Contact: laurent.royer@clermont.in2p3.fr](mailto:laurent.royer@clermont.in2p3.fr)



04

Merci pour votre attention

