

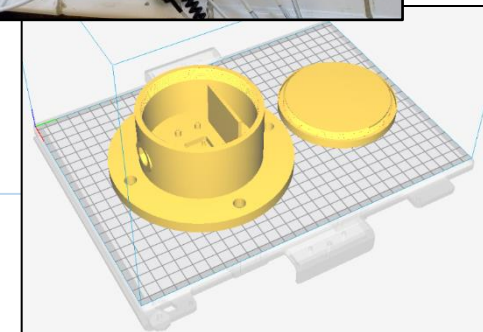
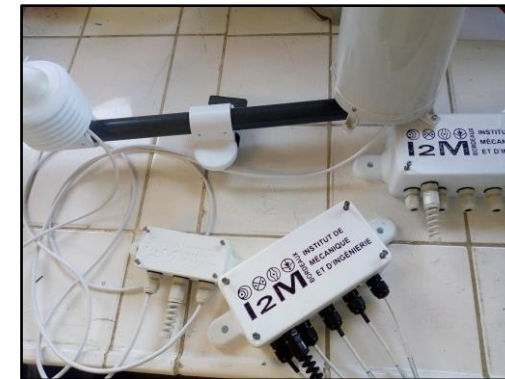
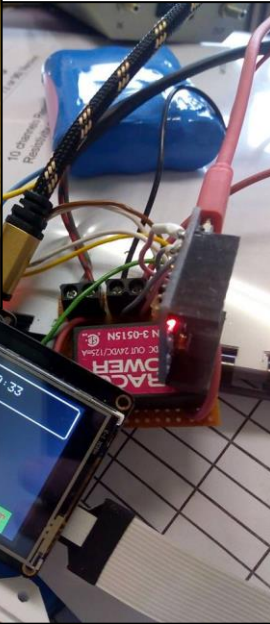
Mesure du CO₂ et du Radon222 dans l'air et l'eau en milieux souterrains

F.Naessens¹, S.Matéo¹, N.Peyraube¹, R.Lastennet¹, A.Pantiga¹, V.Allegre¹, N.Houillon¹

¹ Université de Bordeaux, I2M

Introduction

- Développement au sein d'I2M – Université de Bordeaux
- Instrumentation en Géophysique, Hydrogéologie et Mesures Physiques
- Solution « Open source » pour la mesure continue ou ponctuelle *in-situ*
 - Microclimatologie,
 - Sismique,
 - Environnement,
- Développer et à terme être maître de son propre système d'acquisition



Plan

- I – Sites d'études et contexte scientifique
- II – Mesure CO₂ dans l'air et dans l'eau
- III – Développement en cours sur le Radon 222
- IV – Être maître de son propre système d'acquisition - LoRa

I – Sites d'études et contexte scientifique

Objectifs

Compréhension des processus physiques et chimiques dans les systèmes naturels souterrains (eau-air-roche)

Gestion durable

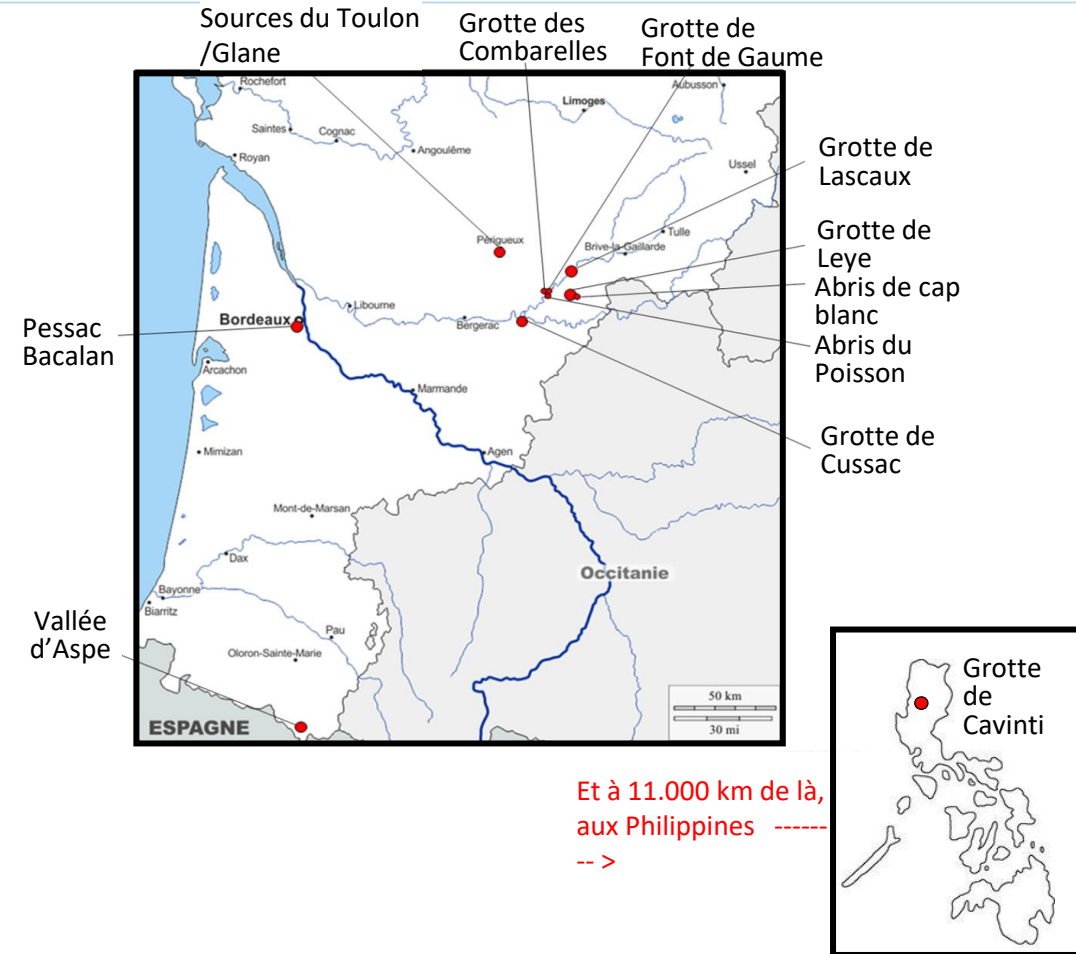
Protection des ressources, des sites et des personnes

Moyens expérimentaux

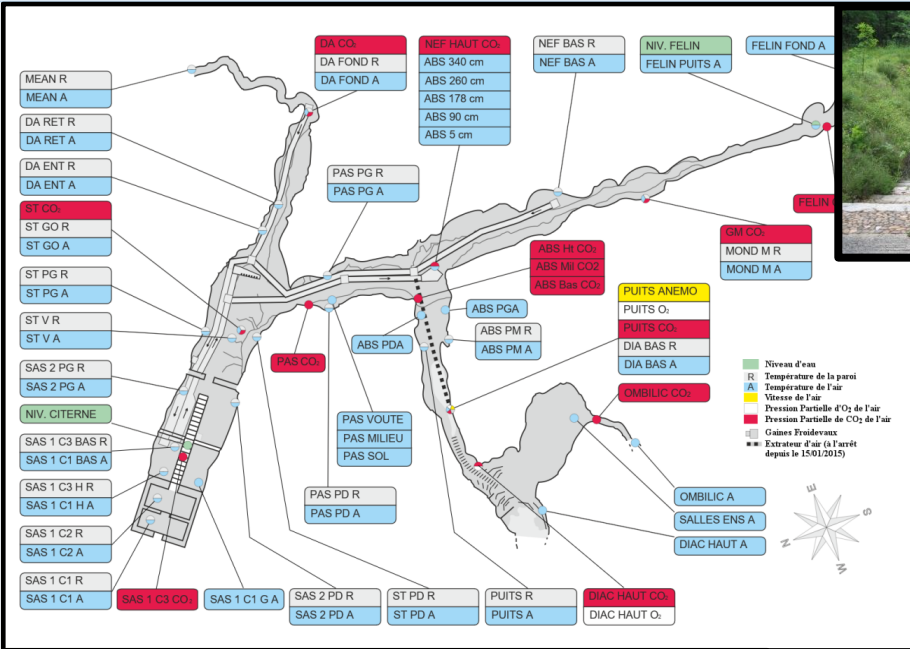
Site de la grotte de Lascaux : plus de 170 capteurs (CO₂, température, conductivité, pH, ...) sur 250m de cavité naturelle.

Site de la grotte de Cussac: plus de 40 capteurs répartis sur 1600m de cavité naturelle.

Site de la grotte de Cavinti: environ 10 capteurs sur 200m de cavité naturelle en milieu tropical.



I – Sites d'études et contexte scientifique



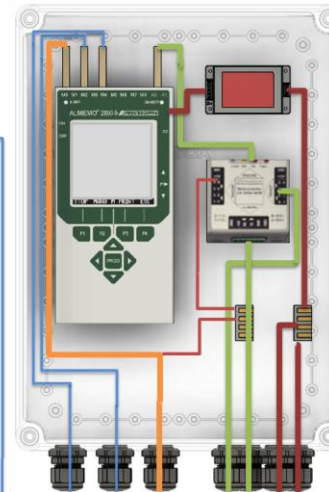
Température PT100

Température PT100

CO₂ capteur

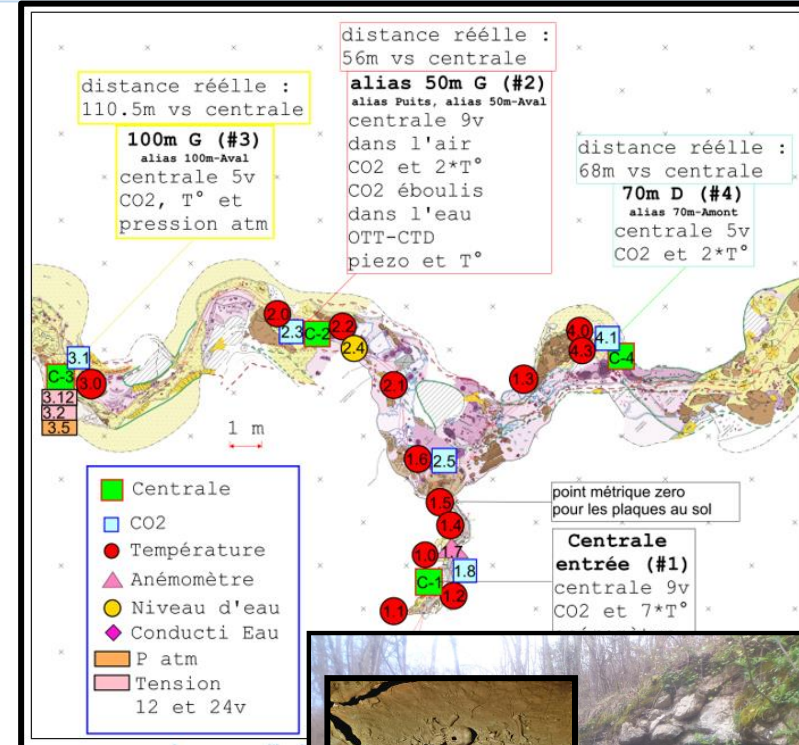
Réseau+12v IN

Alimentation 24 V IN



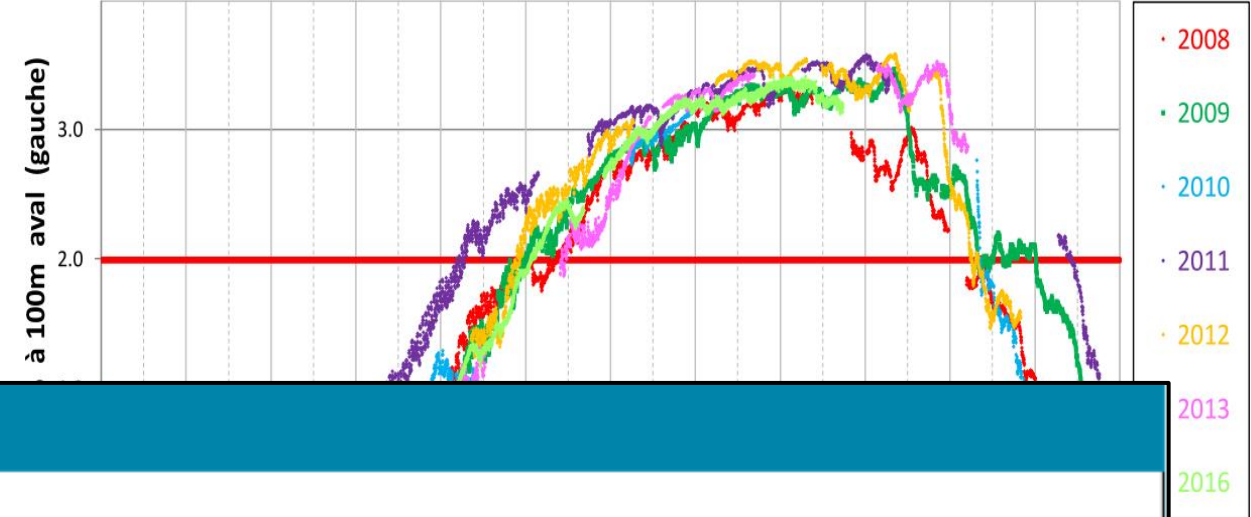
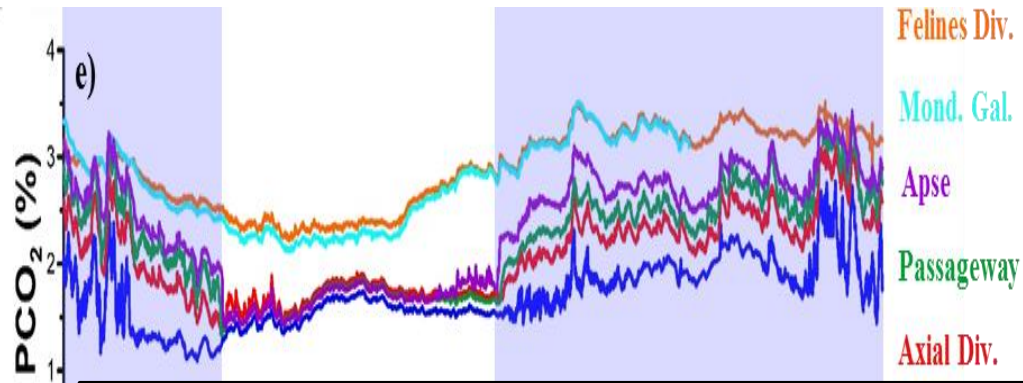
Alimentation 24 V OUT

Réseau+12v OUT



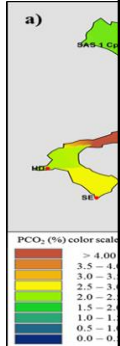
Crédit photo: CNP

I – Sites d'études et contexte scientifique



Effet des différents niveaux de CO₂

CONCENTRATION	EFFET
350 à 450 ppm	Concentration atmosphérique typique
600 à 800 ppm	Qualité acceptable de l'air intérieur
1 000 ppm	Qualité tolérable de l'air intérieur
5 000 ppm	Limite moyenne d'exposition d'au plus 8 heures
6 000 à 30 000 ppm	Danger, courte exposition uniquement
3 - 8%	Augmentation de la fréquence respiratoire, maux de tête
> 10 %	Nausée, vomissement, perte de conscience
> 20 %	Perte rapide de conscience, mort



II – Mesure CO2 dans l'air et dans l'eau



GMT221 – Vaisala
800 €
Alimentation 24V
Précision 0.4 %CO₂
Stabilité 0.5 %CO₂/an
Compensation %H et O₂ : Non
Prevention condensation :
Continue

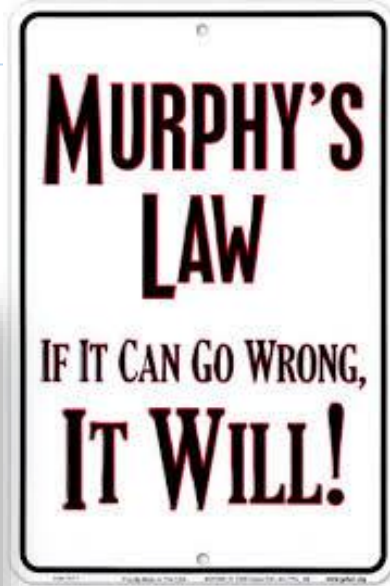


GMP251 – Vaisala
563 €
Alimentation 12V
Précision 0.17 %CO₂
Stabilité 0.3 %CO₂/an
Compensation %H et O₂ : Oui
Prevention condensation :
Automatique



EosGPCO2 – Eosense
~2000 €
Alimentation 5V-24V
Précision 1 %CO₂
Profondeur max 3m

II – Mesure CO2 dans l'air



II – Mesure CO2 dans l'air



ExplorIR-M-20 – GSS

240 €

Alimentation 5V



STC31 – Sensirion

85 €

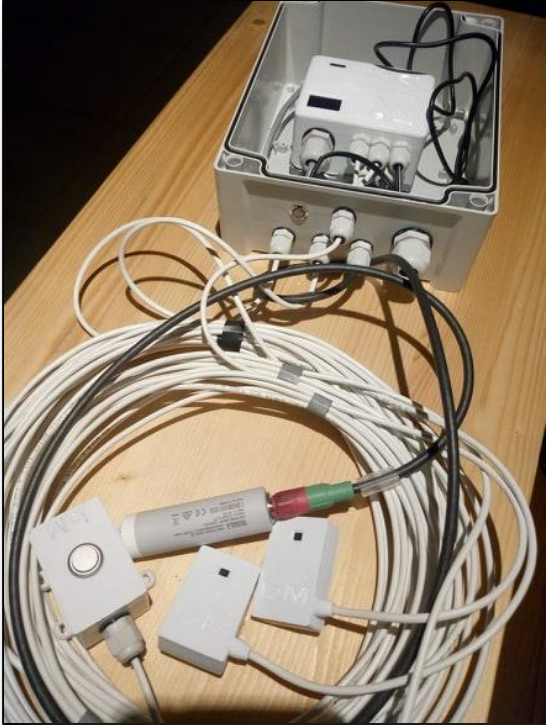
Alimentation 3.3V-5V

Principe de mesure par
conductivité thermique

1.1 Concentration¹

Parameter	Value	
	CO ₂ in N ₂ and CO ₂ in air ³	
Calibrated for ²		
Measurement range ⁴	0 to 25 vol%	0 to 100 vol%
Accuracy ⁵	0.5 vol% + 3% measured value	1 vol% + 3% measured value
Repeatability	0.2 vol%	
Temperature stability ⁶	0.025 vol% / °C	
Resolution	16 bit	

II – Mesure CO2 dans l'air



GMP251 – Vaisala

CAN 16 bits
Température
Bouton poussoir
Alimentation 12V



GMP251 – Vaisala

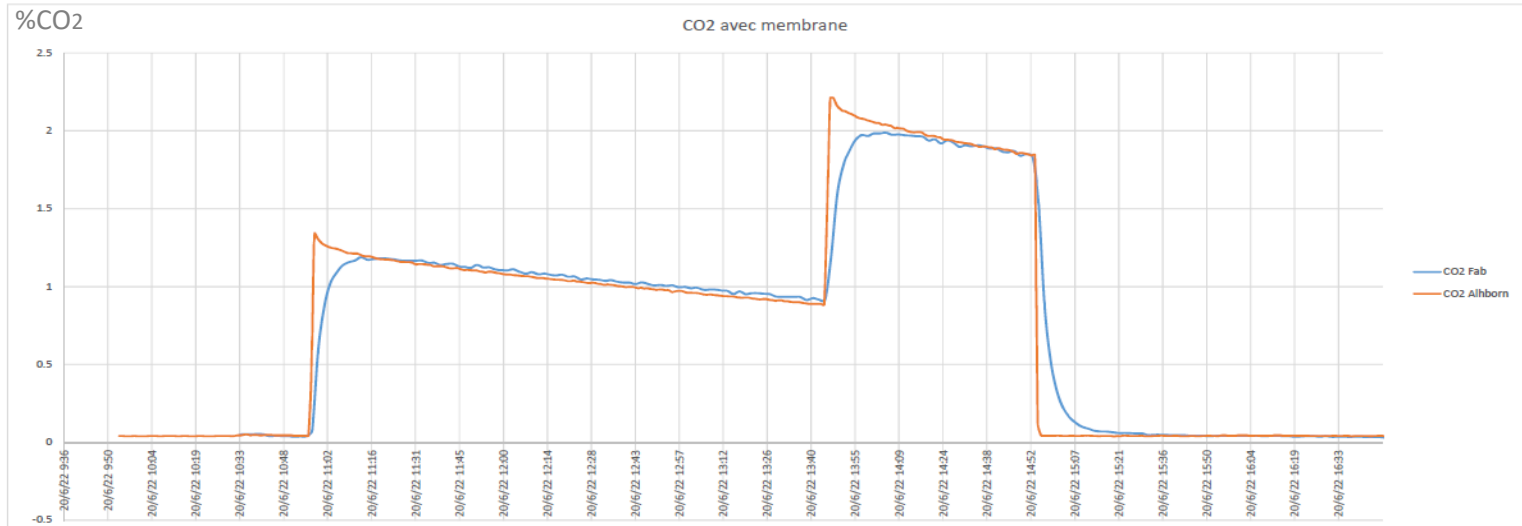
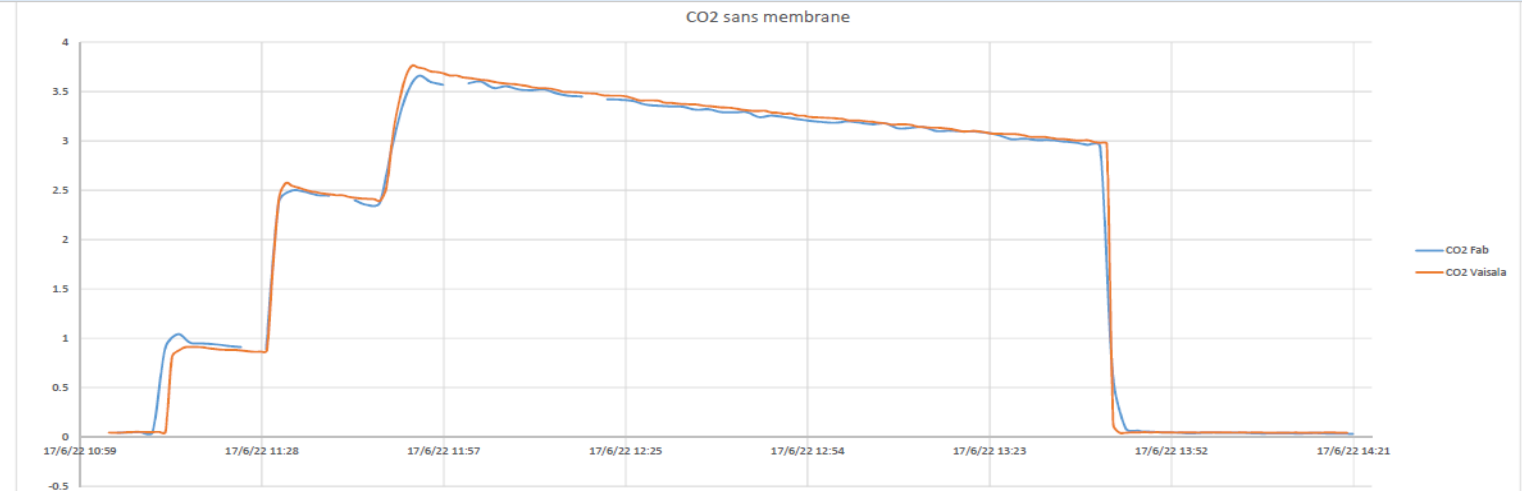
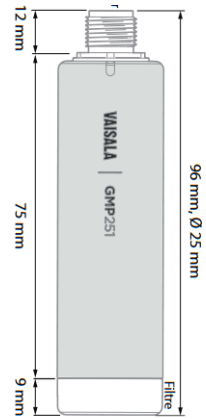
CAN 24 bits
Température pt100
Autonomie 2 mois



ExplorIR-M-20 –GSS

Tx-Rx
Température/humidité SHT31
Autonomie 4 mois

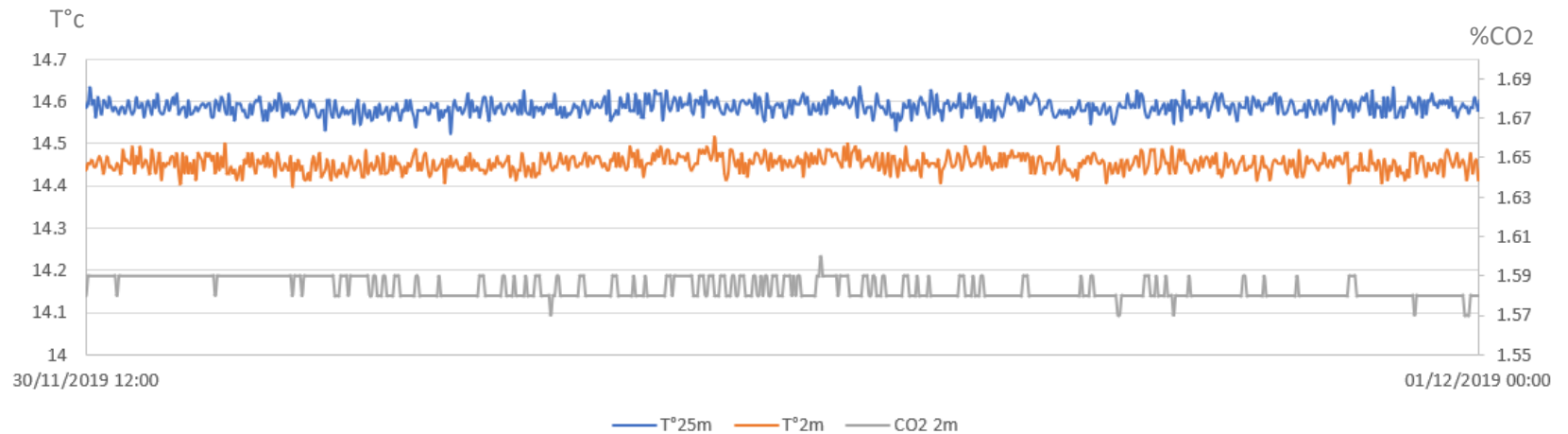
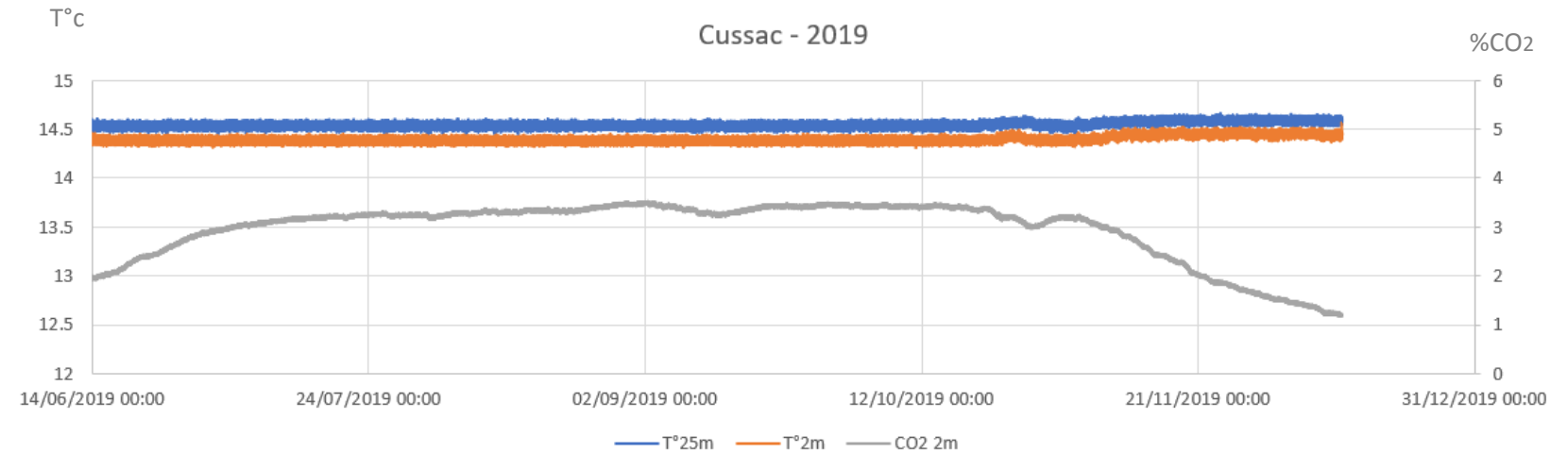
II – Mesure CO2 dans l'air



II – Mesure CO2 dans l'air



GMP251 – Vaisala
CAN 16 bits
Température ADT7410
16 bits 0,0078°C
Bouton poussoir
Alimentation 12V

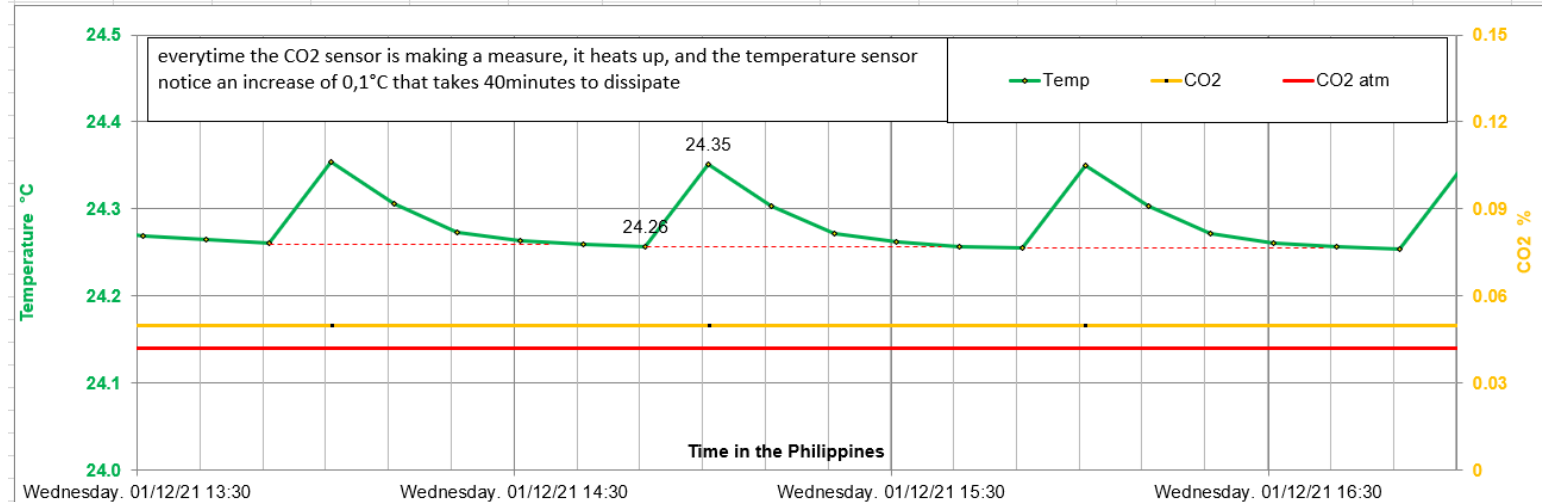
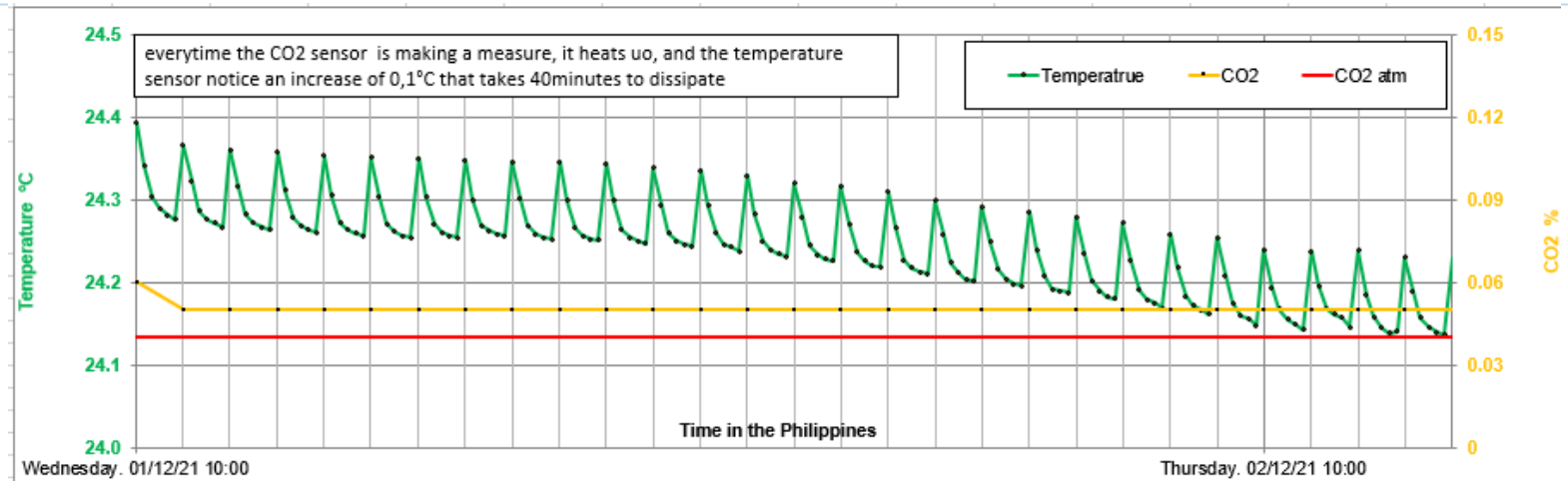


II – Mesure CO2 dans l'air



GMP251 – Vaisala
CAN 24 bits
Température pt100
Autonomie 1 mois

Vue 3D ++



II – Mesure CO2 dans l'air et dans l'eau



Et
dans
l'eau ?

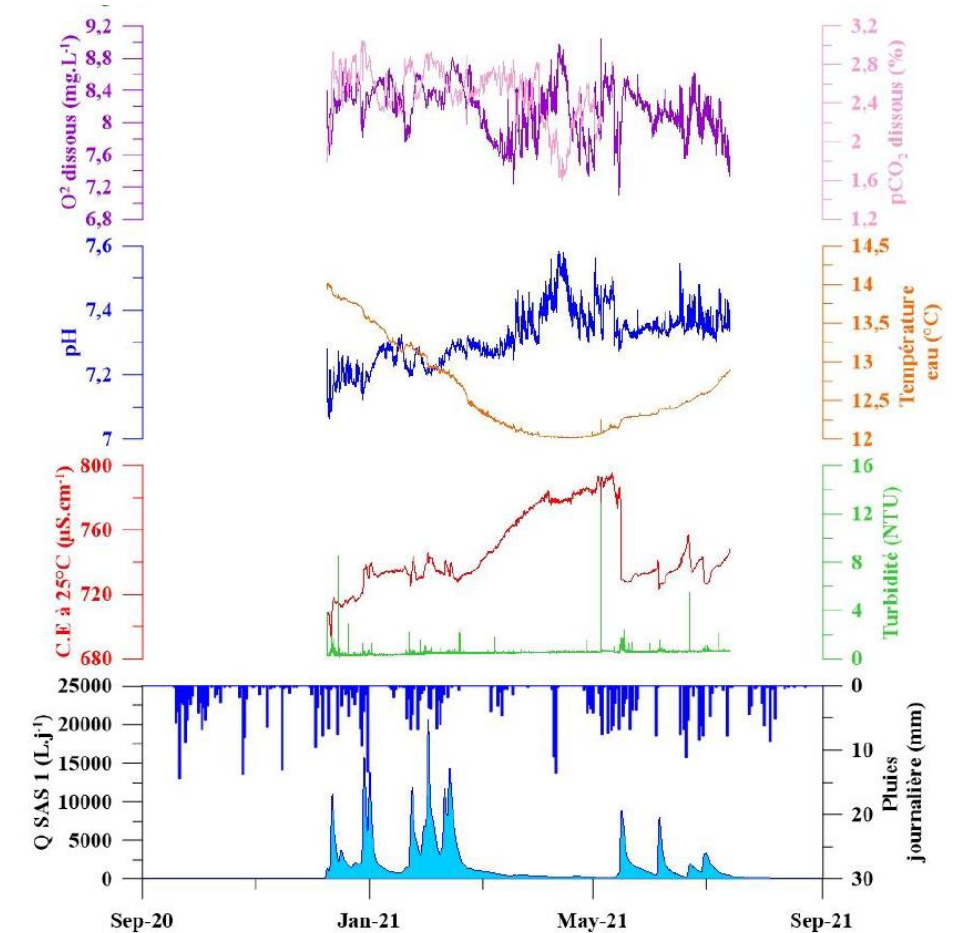
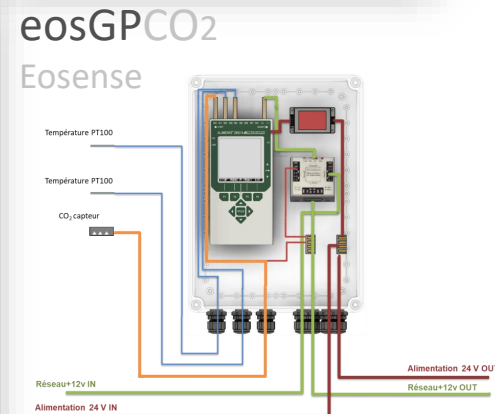


Figure 28 : Évolution des paramètres physico-chimiques de l'émergence épikarstique enregistrés en continu au cours du cycle d'écoulement 2020-2021.

II – Mesure CO2 dans l'air et dans l'eau



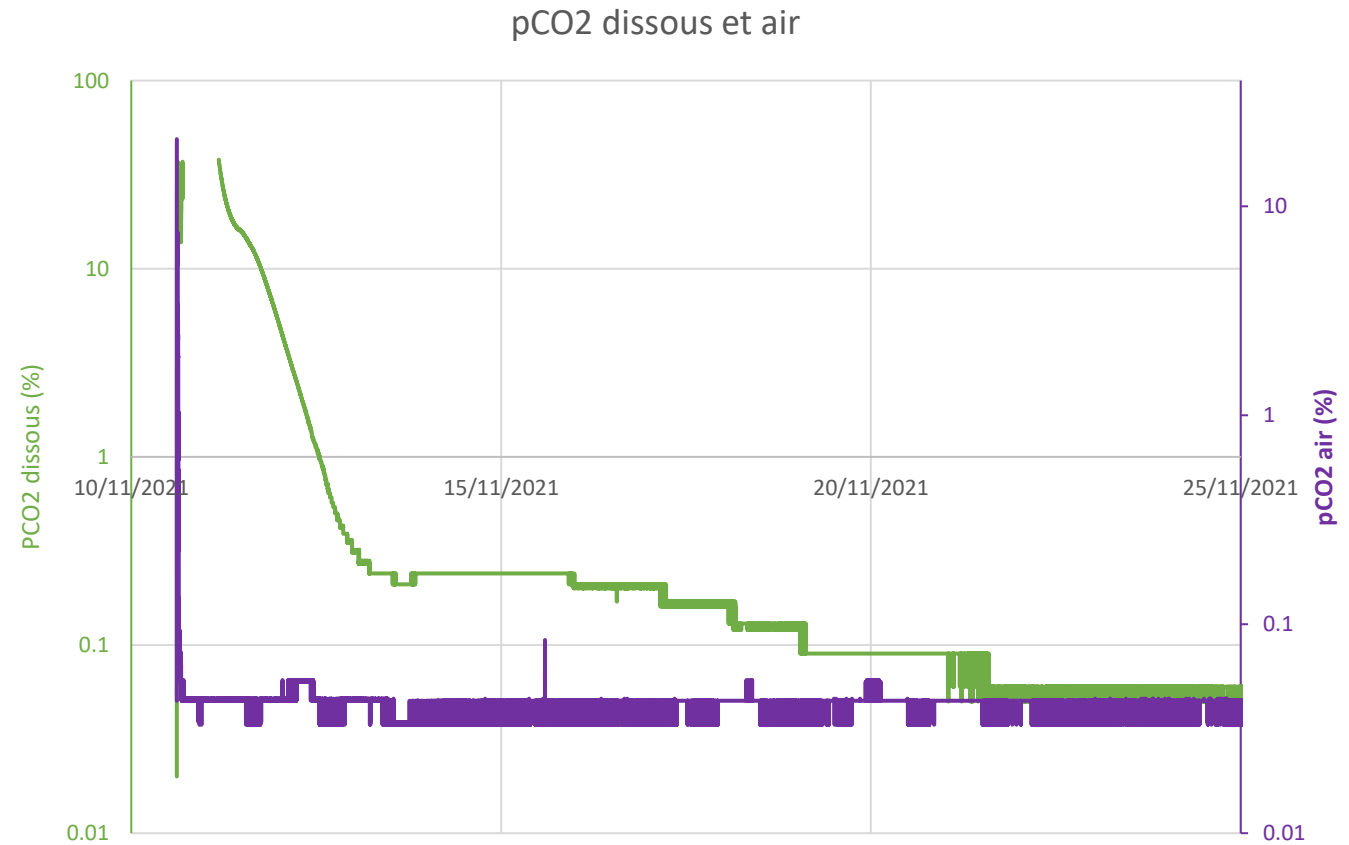
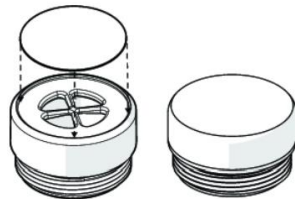
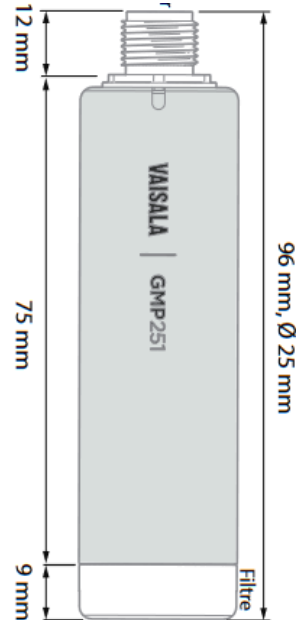
Pièces de rechange et accessoires

Filtre à membrane standard

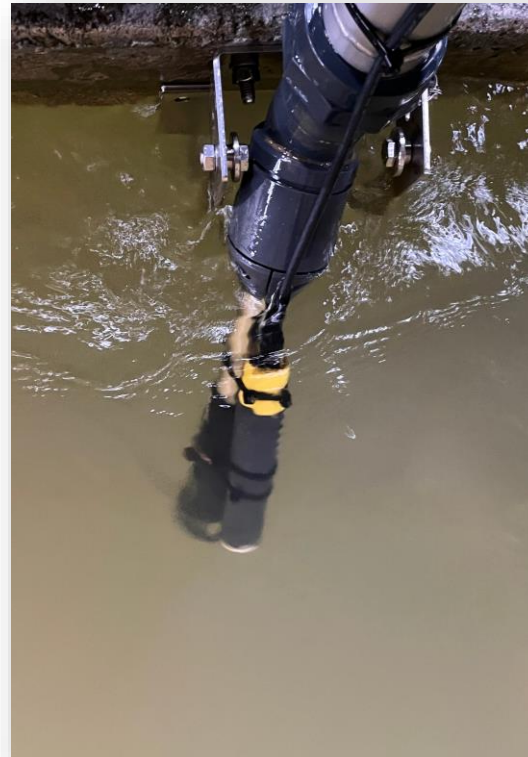
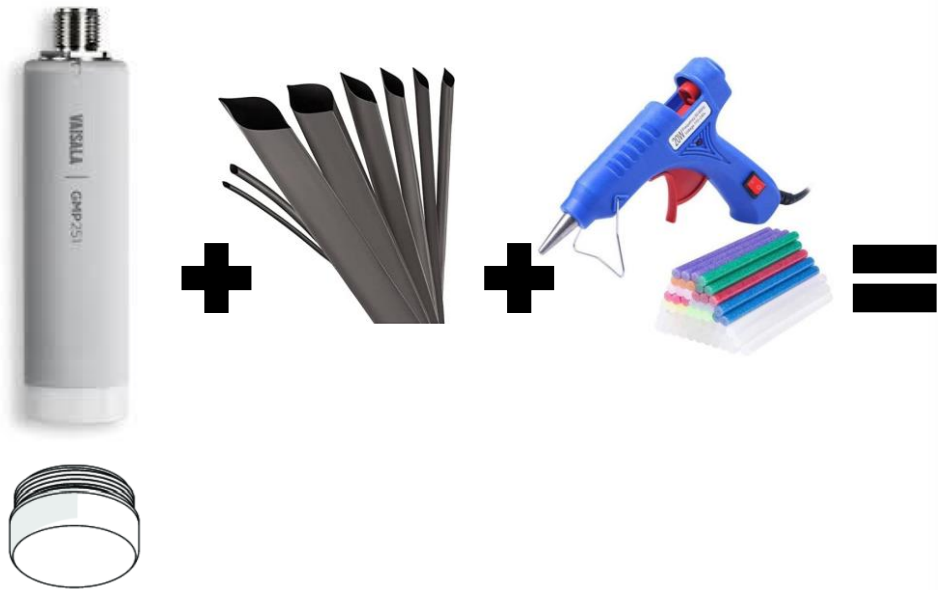
ASM211650SP

Filtre PTFE poreux fritté (protection supplémentaire)

DRW243649SP

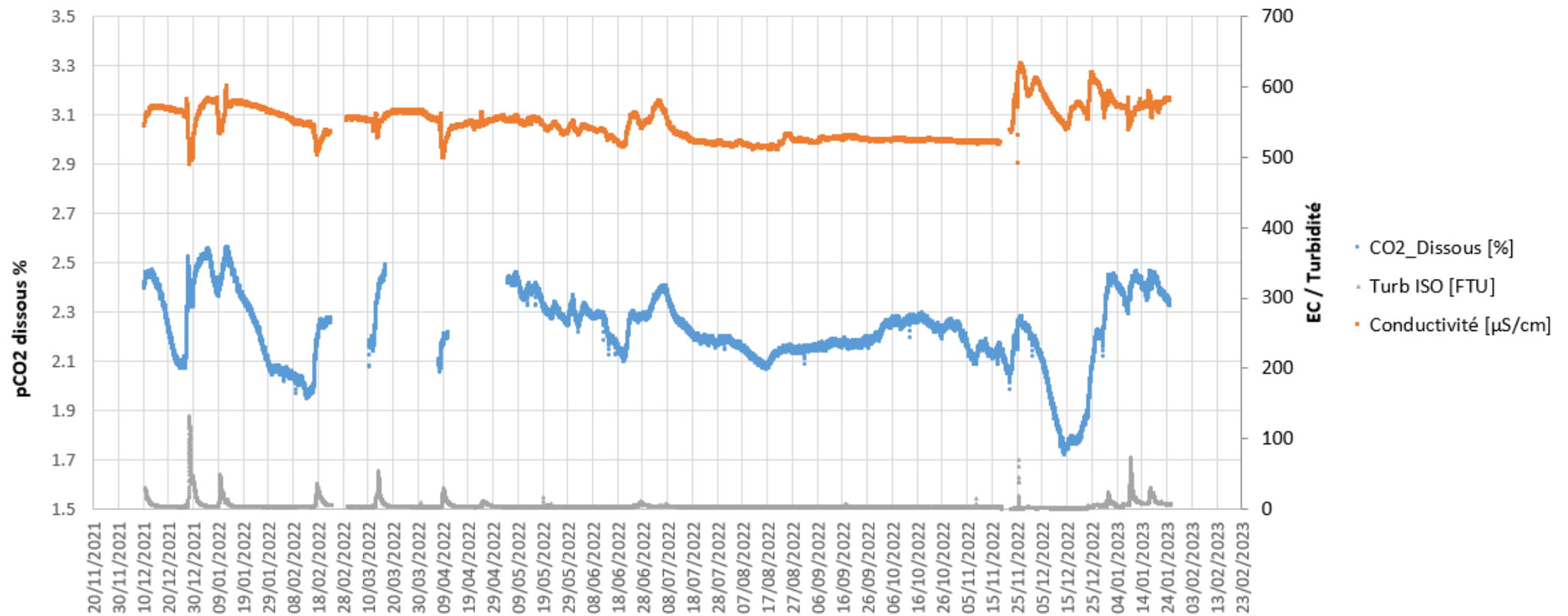


II – Mesure CO2 dans l'air et dans l'eau



Installation CO2 dissous – 2021 – Glane (24)

II – Mesure CO2 dans l'air et dans l'eau



II – Mesure CO2 dans l'air et dans l'eau



- Plage de mesure 0 ... 20 %CO₂ et programmable
- Sorties analogiques et numériques
- Compensations en température et en pression
- Tête du capteur chauffée pour empêcher la condensation
- Stabilité a long terme supérieure
- Fiabilité et précision
- Certificat d'étalonnage inclus
- Prix

III – Développement en cours sur le Radon 222



RadonEye RD200 +2

404,00€

Type de capteur : chambre
d'ionisation pulsée

Alimentation 12V

Précision : 10%

Sensibilité : 81 CPH

Plage : 0 à 9.435 Bq/m³



AlphaE Bertin

1650,00 €

Type de capteur : Chambre de diffusion
avec diode en silicium

Alimentation 5V (6 mois autonomie)

Précision : 10%

Sensibilité : 3 cph à 100 Bq/m³

Plage : 20 Bq/m³ à 10 MBq/m³



Radhome

~5000€

Type de capteur : Spectromètre alpha

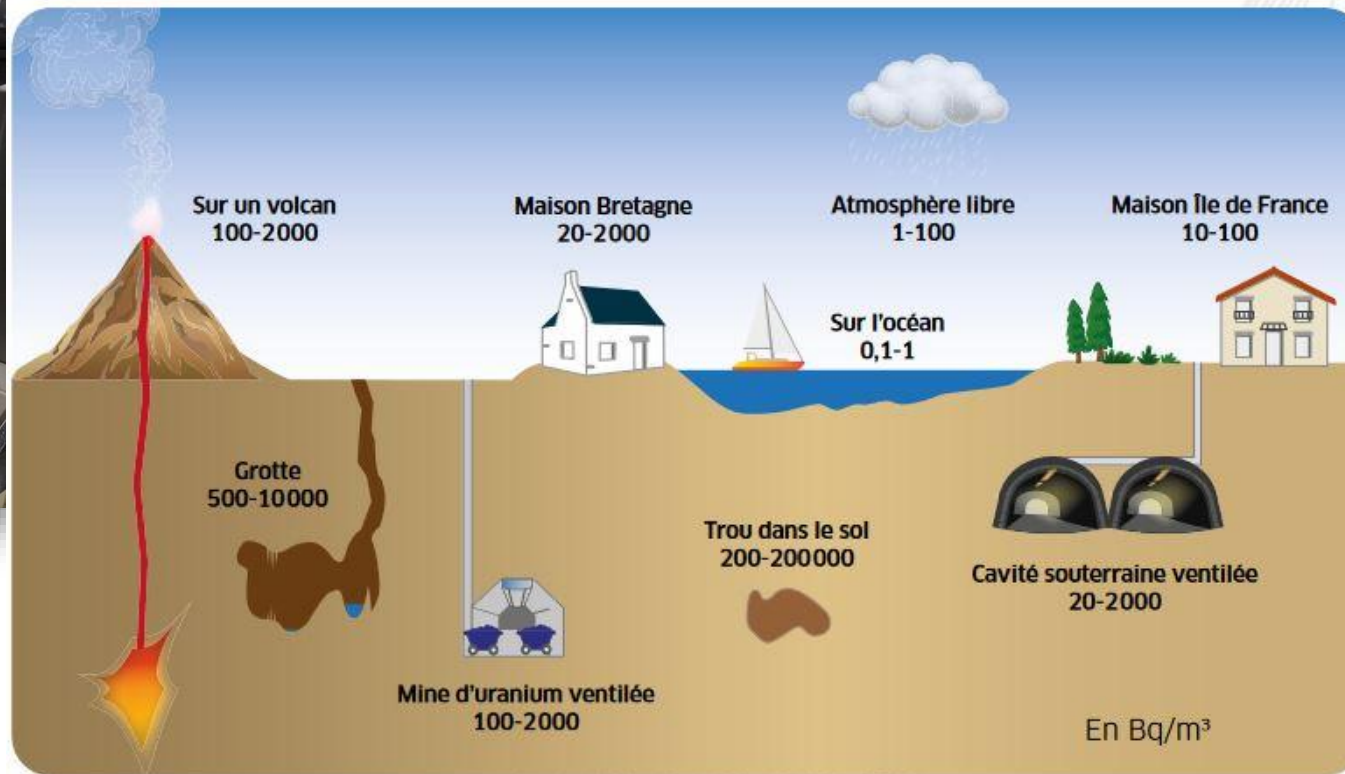
Alimentation 230V

Précision : 10%/20%

Sensibilité : ---

Plage : 4 Bq/m³ à 1 MBq/m³

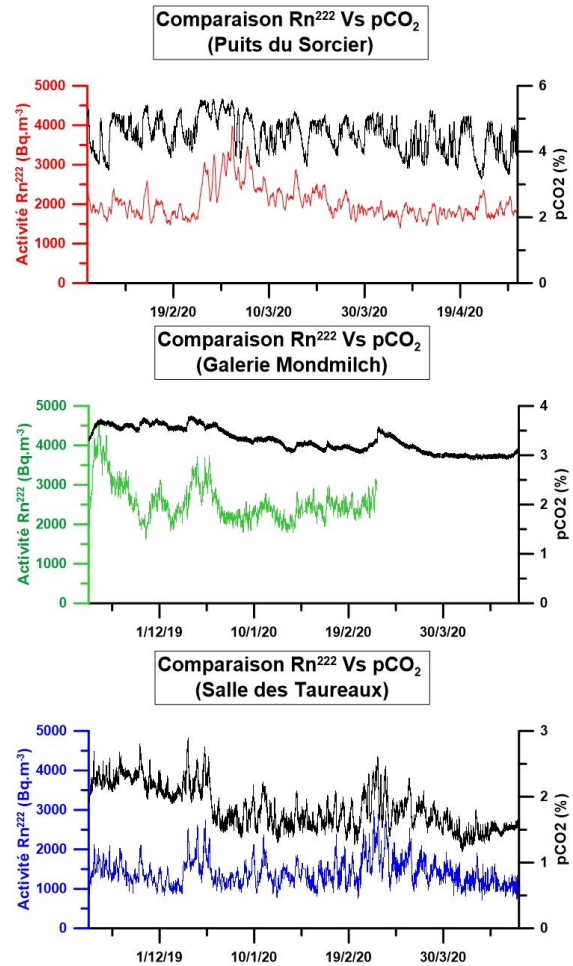
III – Développement en cours sur le Radon 222



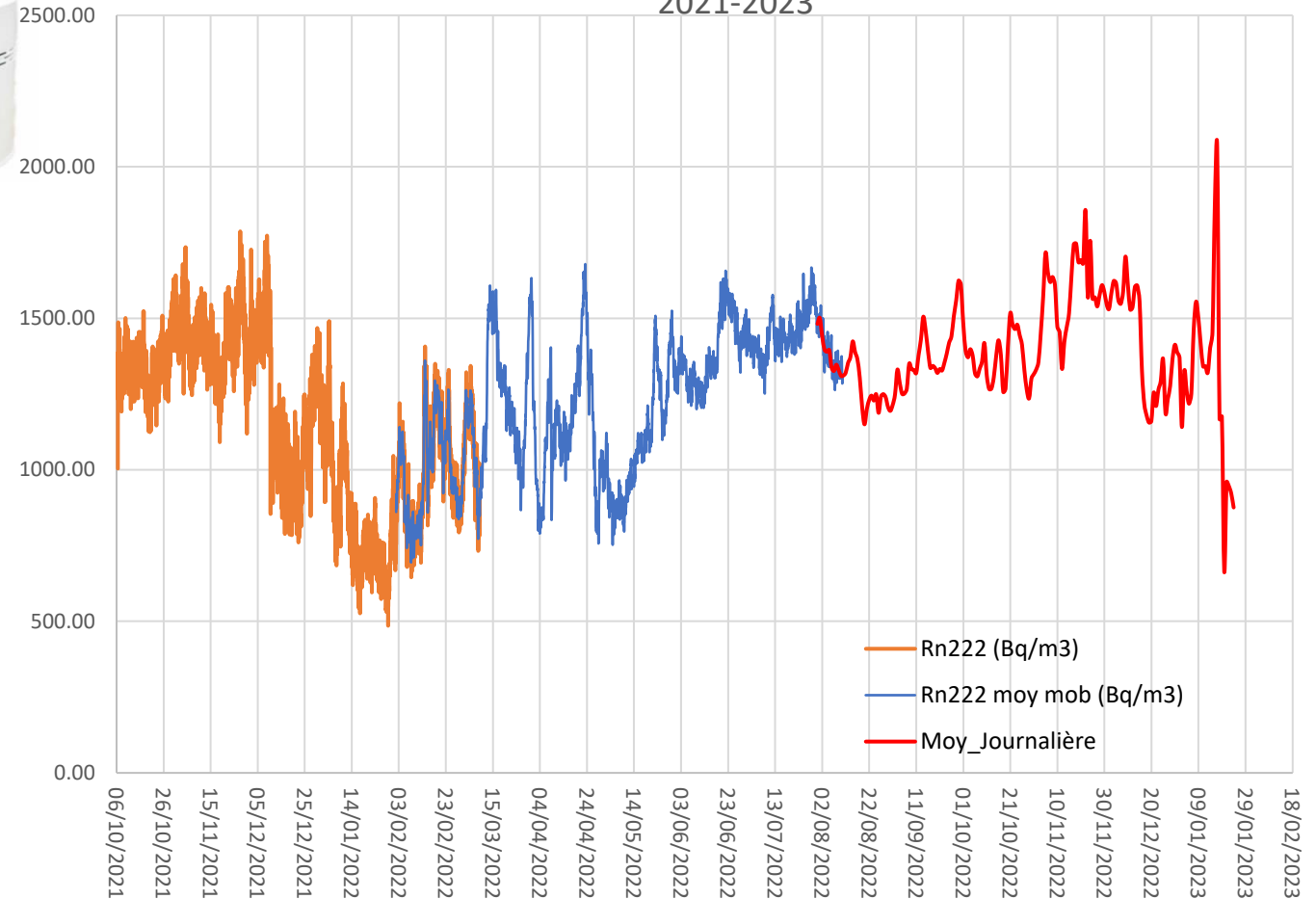
Ordres de grandeurs de la concentration dans différents lieux

- Le niveau de référence fixé à 300 Bq/m³ en moyenne annuelle.

III – Développement en cours sur le Radon 222



Rn222 (Bq.m3)



III – Développement en cours sur le Radon 222



Photographie du système de mesure du radon dissous dans l'émergence épikarstique du SAS1 de la Grotte de Lascaux.

Et
dans
l'eau ?

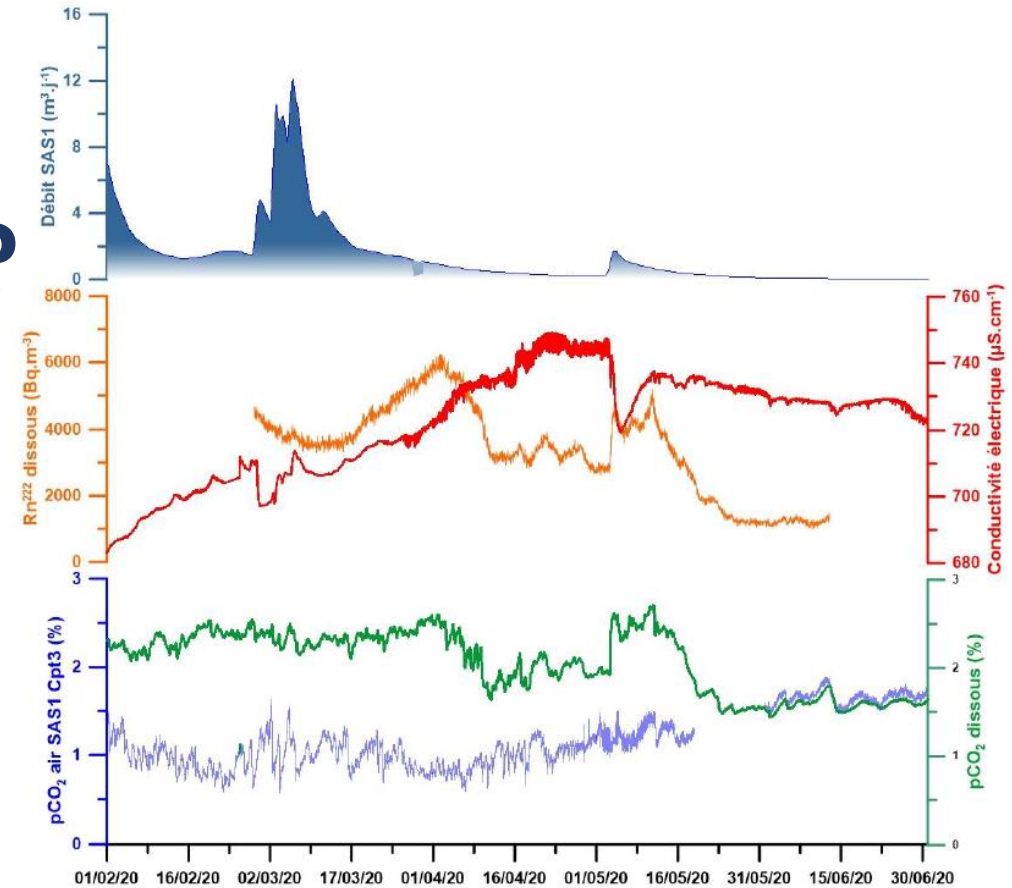


Figure 10 : Evolution du débit de l'émergence épikarstique du SAS1, de la conductivité électrique de l'eau, du radon dissous, de la $p\text{CO}_2$ de l'air du SAS1 et de la $p\text{CO}_2$ dissoute de l'eau de l'émergence épikarstique.

III – Développement en cours sur le Radon 222



Photographie du système de mesure du radon dissous dans l'émergence épikarstique du SAS1 de la Grotte de Lascaux.

Et
dans
l'eau ?

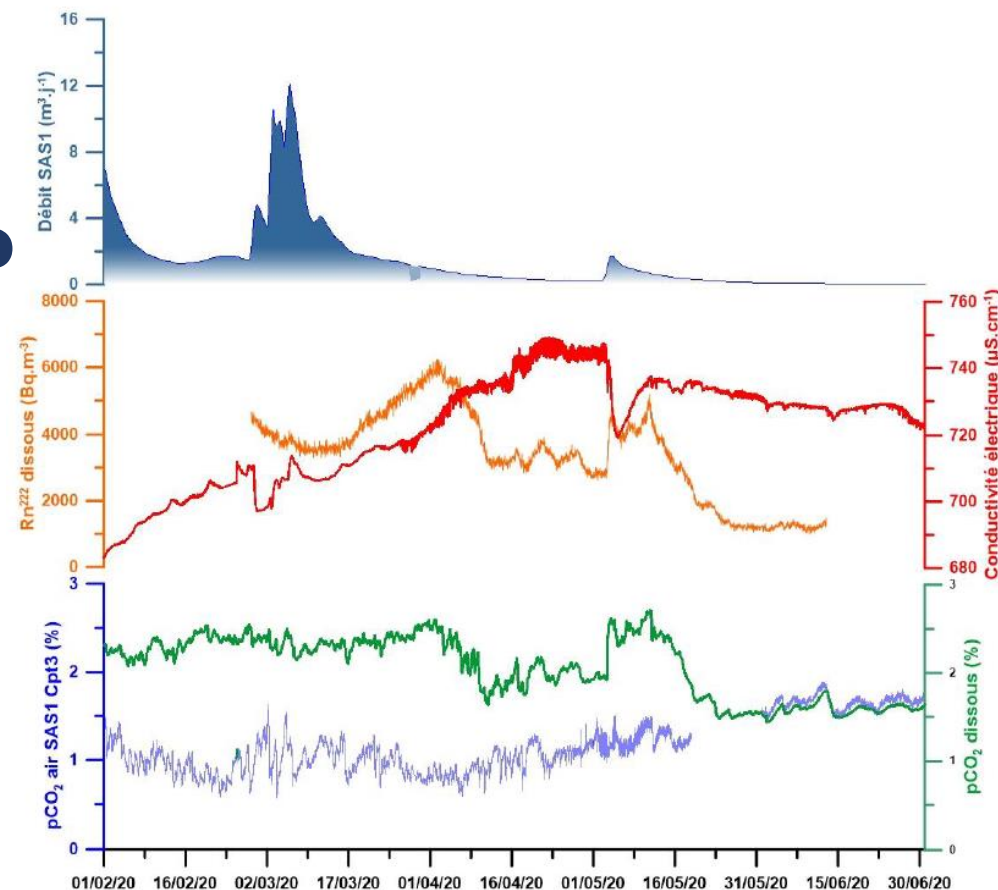
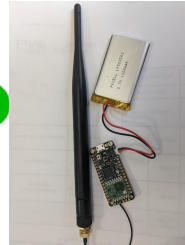
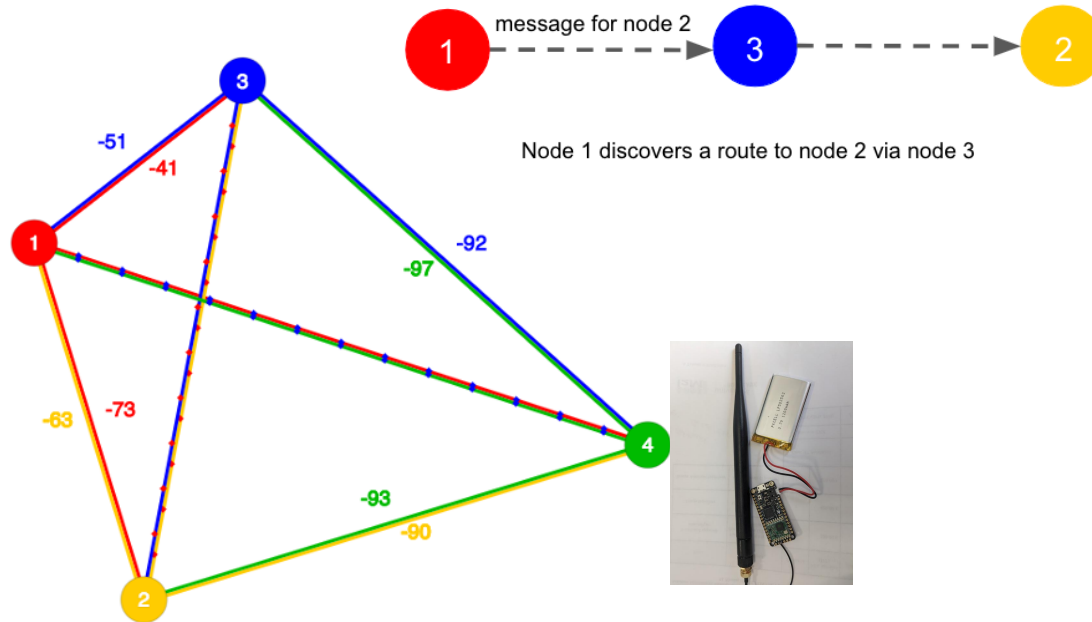
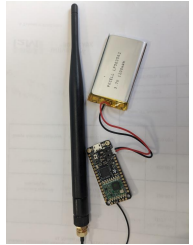


Figure 10 : Evolution du débit de l'émergence épikarstique du SAS1, de la conductivité électrique de l'eau, du radon dissous, de la pCO₂ de l'air du SAS1 et de la pCO₂ dissoute de l'eau de l'émergence épikarstique.

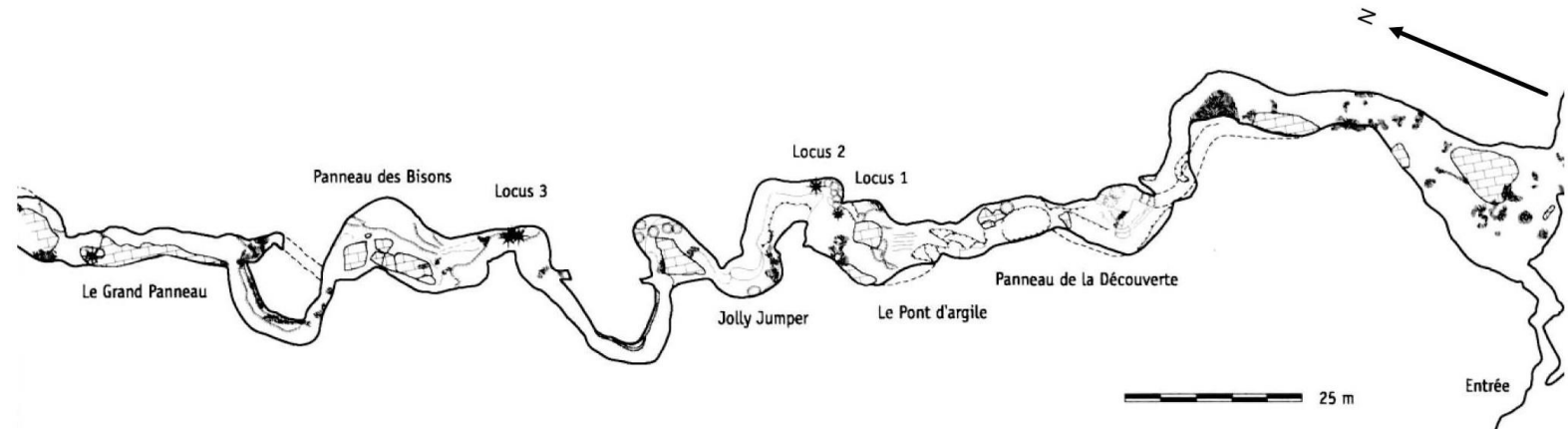
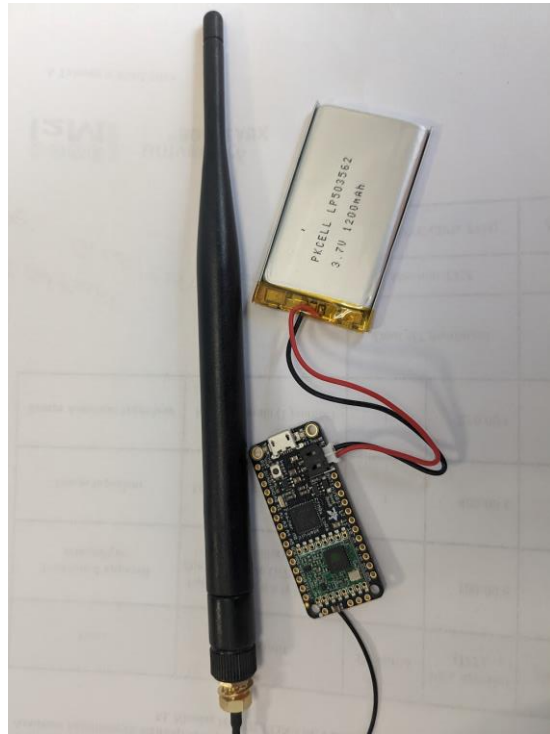
IV – Développer et à terme être maître de son propre système d'acquisition - LoRa

LoRa Mesh Networking with Simple Arduino-Based Modules

<https://nootropicdesign.com/projectlab/2018/10/20/lora-mesh-networking/>



IV – Développer et à terme être maître de son propre système d'acquisition - LoRa



FIN

Merci de votre attention