

Le projet CO₂-Vking : le suivi de la climatologie souterraine

Erik Van den Broeck, Nature-Témoin

Abstract (English)

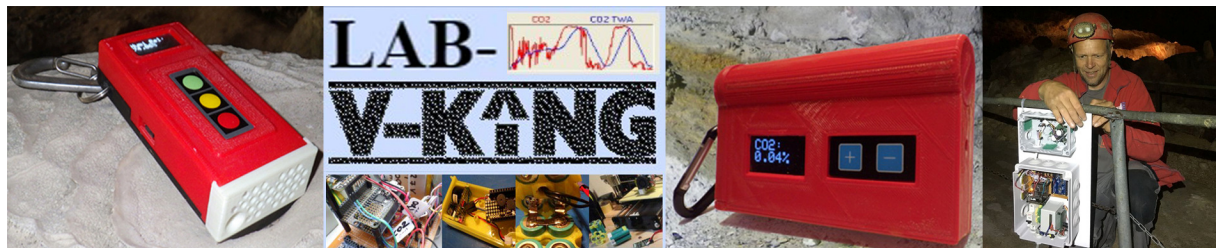
The CO₂-Vking project <http://co2.vking.earth> which is part of a scientific project carried out by the <http://nature-temoin.fr> Nature-Témoin association.

We have designed and built several fixed monitoring stations for underground climatology (CO₂, O₂, radioactivity, temperature, pressure, humidity,...) which are actually functioning in French caves in the departments of Gard and the Ardèche, as the Grotte de la Bartade (Saint-Remèze <http://www.labartade.fr>), l'Aven-Grotte de la Forestière (Labastide/Orgnac <http://www.avengrottelaforestiere.com>), and, most recently, in the l'Aven d'Orgnac Grand Site de France (<https://www.orgnac.com>).

We have also developed two portable instruments:

The Duo-Vking, a dual-gaz 5% or 20% CO₂ + 21.5% O₂ + temperature/humidity/pressure measuring instrument with Oled display and basic data-logging functions, in a 3D printed ABS housing with fluorecent bio-degradable filter cap;

The newest version of the CO₂-Vking, which is measuring only + temperature/humidity/pressure with Oled display. Its thick 4mm ABS housing is especially adapted to use in speleological caves.



Description

Le projet de mesure CO₂-Vking <http://co2.vking.earth> cadre dans un projet spéléologie scientifique <http://nature-temoin.fr> de l'association spéléologique Nature-Témoin. D'origine spéléologique, ses activités se concentrent ces dernières années dans le domaine de l'hydrogéologie, la cartographie et la climatologie souterraine.



Nous avons conçu des stations fixes de suivi climatologique souterraine (CO₂, O₂, radioactivité, température, pression, humidité, point de rosée,...) qui fonctionnent actuellement dans quelques cavités dans le Gard et en Ardèche. On peut les voir en visitant la Grotte de la Bartade (Saint-Remèze <http://www.labartade.fr>), l'Aven-Grotte de la Forestière (Labastide/Orgnac <http://www.avengrottelaforestiere.com>), et, depuis peu, à l'Aven d'Orgnac Grand Site de France (<https://www.ornac.com>).



La conception et la réalisation sur mesure de nos appareils de détection single- et multigaz (gaz carbonique, oxygène, radon, méthane, monoxydes,...) pour l'utilisation scientifique en grotte trouve ses origines en rencontrant de plus en plus de taux élevés de gaz carbonique dans les grottes de la région. Les appareils sur le marché sont peu adaptés à l'utilisation par des spéléologues: lourd, encombrant, sensible, et surtout... cher !

Nos spéléologues se baladent depuis 2007 avec des instruments portables dans les grottes, et en ont eu beaucoup sous les mains, afin de s'inspirer à développer des appareils de mesure spécifiques pour l'utilisation spéléo-scientifique. Nous avons testé plein de capteurs de gaz de toute classe et prix. Les détecteurs de CO₂ posaient, en plus, un problème de dérive, ce qui nécessitait régulièrement un étalonnage complexe.

A partir de 2016, dans nos prototypes, nous avons choisi de travailler avec deux entreprises 'Scottish technology' pour les capteurs de gaz carbonique et d'oxygène, ainsi que les modules de climatologie Bosch.

Les capteurs d'oxygène se basent sur le principe de fluorescence des ultraviolets. Les capteurs CO₂ mesurent l'absorption des infrarouges à bande étroite 4.26 µm. Non seulement sont-ils très précis, compensés en température et pression, consommant très peu d'énergie, mais ce type de capteurs bénéficie d'avantages supplémentaires par rapport aux capteurs traditionnels. Cette technologie les rend insensibles au réchauffement, ni aux interférences d'autres gaz ou à la vapeur d'eau, ce qui rend l'étalonnage très simple, et permet un fonctionnement avec une bonne linéarité sur toute la plage de mesure, pendant tout le cycle de vie du capteur.

La calibration est effectuée chez le fabricant, à plusieurs températures et pressions atmosphériques, dont les courbes sont stockées dans une puce-mémoire à l'intérieur des capteurs même.

Cette calibration à l'usine permet de conserver un étalonnage parfait, mais il est conseillé d'étalonner de temps en temps le point bas du capteur de CO₂ par rapport à la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère extérieure, qui monte un peu chaque année, et qui est actuellement 410 ppm (2018).

Nous avons conçu deux modèles d'appareils portables:

Le Duo-Vking, un dual-gaz 5% ou 20% CO₂ + 21.5% O₂ + temp/hum/pression avec afficheur Oled et des fonctions basiques de data-logueur sur carte micro-SD, dans un boîtier ABS imprimé en 3D avec filtre de poussières en PLA-biodégradable fluorescent;

Le CO₂-Vking, un appareil de mesure qui affiche sur Oled de 0 - 5% ou 20% CO₂ + temp/hum/pression, dans un boîtier ABS imprimé en 3D avec filtre de poussières en PLA-biodégradable fluorescent. Sa conception est très adaptée à l'usage spéléo, comme l'épaisseur de la coque est de 4mm.

Spécifications :

Résolution, précision (capteurs en équilibre avec avec le milieu ambiant):

Temp: -15...+40°C (résolution 0.01°C, précision 0.5°@25°C, après équilibrage de 60 min)

Humidité relative: 0...100% (résolution 0.1%, précision 3%)

Pression atmosphérique: 850-1200 hPa (précision 0,12 hPa, compensé en t° 1.5 Pa/°K)

CO2: plage de 400... 50.000 ppm ou 200.000 ppm (résolution 10 ppm; précision +-70 ppm, linéarité <3% pleine échelle, compensé en t° et Pr)

Oxygène: 0...25% (résolution 0,01%, précision <2% pleine échelle, compensé en t° et Pr)

Données, options:

Selon la configuration, stockage intermédiaire sur flash-RAM, puis transfert régulier des données sur carte SD

Option de transfert des données par bluetooth, sur tablette ou smartphone, lors des relevés (en développement)

Option de transfert des données par câble via RS-485 (1 km maxi, ou plus avec amplis)

Option de transfert des données pour les appareils d'acquisition analogique 4-20 mA ou 0-10 V

Option de transfert sans fil des données à distance (possibilité de couplage au TPS sous terre ou radio à l'extérieur - en développement)

Option de signalisation ou alerte à distance possible, si infrastructure optionnelle de transfert des données est présente

Possibilité de rajouter des capteurs pour d'autres gaz (méthane, monoxides de carbone, radon,...) sachant qu'il s'agit souvent de capteurs électrochimiques qui ont une durée de vie limitée et augmentent la consommation

Selon la configuration, les circonstances et les souhaits, les options sont oui ou non possibles, et nécessitent plus d'énergie...