

NOTICE UTILISATEUR DU DETECTEUR DE CO2 SPELEO

Version Décembre 2024



Joan ERRA
Spéléo Club de Toulon Leï Aragnous
Décembre2024

Contact :Joantoulon@gmail.com

Licence Creative Common 4.0 international.
attribution non commerciale



Sommaire interactif

INTRODUCTION	2
AVERTISSEMENTS.....	3
DESCRIPTION.....	3
CONSEILS D'UTILISATION SOUS TERRE	4
RECHARGE DE LA BATTERIE DU DETECTEUR.....	4
DUREE DE VIE DE LA BATTERIE INTERNE :	5
MODES DE MARCHE	5
SEUILS D'ALARME RETENUS.....	5
UTILISATION DOMESTIQUE	5
INDICATIONS FOURNIES PAR LE DETECTEUR.....	6
TAUX D'HUMIDITE.....	6
TAUX DE CO2	6
ALARME	6
TABLEAU RECAPITULATIF.....	6
AUTRES MESSAGES sur L'AFFICHEUR	6
MISE EN ROUTE DE L'APPAREIL	7
INFLUENCE DE L'ALTITUDE	7
ETALONNAGE DU DETECTEUR	8
AUTO-ETALONNAGE AUTOMATIQUE	8
ETALONNAGE SEMI-AUTOMATIQUE	8
RESTAURATION DE LA CONFIGURATION DE SORTIE USINE	9
SPECIFICATIONS	10

INTRODUCTION

Ce détecteur de CO₂ (dioxyde de carbone) a été conçu pour les spéléologues et est donc adapté à l'environnement souterrain. C'est l'augmentation de la présence de CO₂ dans de nombreuses cavités naturelles qui justifie l'intérêt d'un tel appareil.

J'ai développé cet appareil à partir d'un prototype conçu par **Alain Franco** spéléologue varois.

Il surveille en continu le dioxyde de carbone dans l'air ambiant. Par un signal lumineux et une alarme sonore, Il alerte l'utilisateur en cas de concentration potentiellement dangereuse ou dépassant les valeurs d'alarmes définies par le Spéléo Secours Français.

L'appareil mesure jusqu'à 4% de taux de CO₂, au-delà l'affichage est le suivant

☐ >4%☐; Son autonomie est de 32h environ et il réalise 2 mesures par minutes.

TABLEAU RECAPITULATIF

TAUX de CO ₂	ETAT de la LED TRICOLEURE	ETAT du BUZZER	MESSAGE AFFICHÉ	QUALITE DE L'AIR
0 à 0,18%	VERT	ETEINT	AUCUN	ACCEPTABLE
0,18% à 0,5%	ORANGE	ETEINT	AUCUN	MEDIOCRE
0,5% à 2%	ROUGE	ETEINT	AUCUN	MAUVAISE (limiter la durée d'exposition)
2% à 3%	ROUGE CLIGNOTEMENT LENT	BIP BIP LENT	«DANGER »	TRES MAUVAISE DANGER
3% et plus	ROUGE CLIGNOTEMENT RAPIDE	BIP BIP RAPIDE	«DANGER » « EVACUEZ »	

Ce détecteur affiche d'abord le taux d'humidité en %h et ensuite le taux de CO₂ en ppm puis en %CO₂.

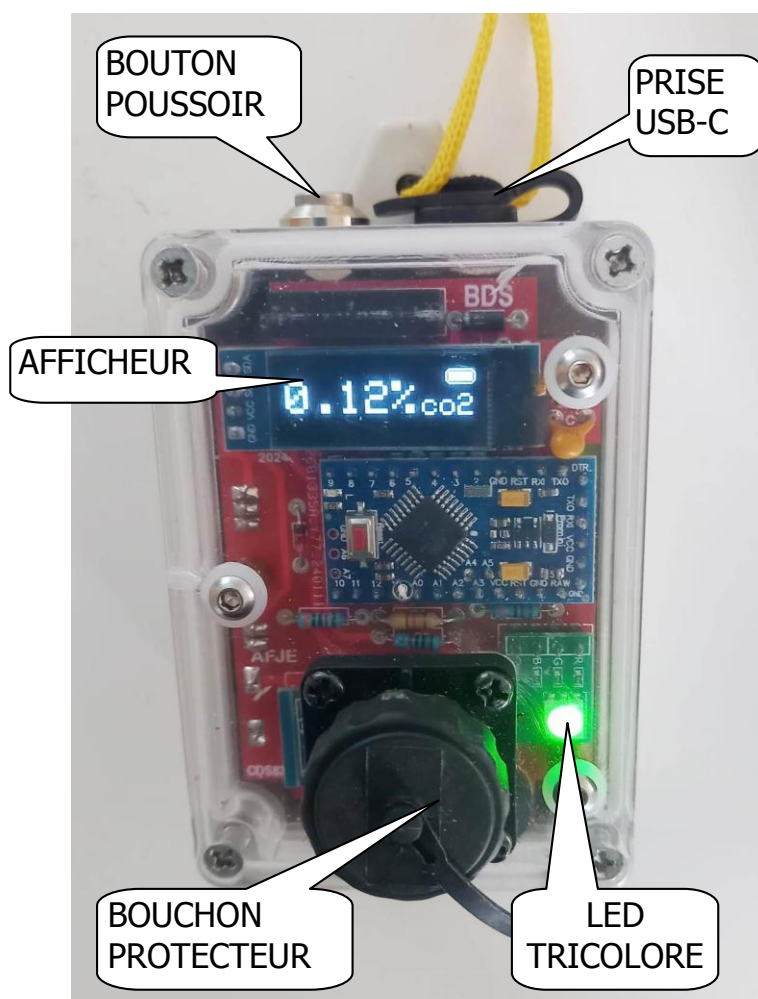
A savoir :

- La concentration ou taux de CO₂ peut s'exprimer en % ou en ppm (partie par million), sachant qu'1%=10000ppm.
- En 2024, le taux moyen de CO₂ dans l'atmosphère est d'environ 0,042% (420ppm). Il augmente d'année en année du fait de la pollution et contribue fortement au réchauffement climatique.
- En France en milieu professionnel :
 - la Valeur Moyenne d'Exposition (VME) sur 8h au CO₂ d'une personne doit être inférieure à 0,5% (5000ppm).
 - La Valeur Limite d'Exposition de Court Terme (VLCT) sur 15mn doit être inférieure à 2,5%.

AVERTISSEMENTS

- Cet appareil ne dispose d'aucune homologation ou certification. Le taux de CO2 qu'il affiche doit être considéré comme une simple indication. Ce n'est donc pas un appareil de mesure de sécurité, mais un détecteur indicateur à titre consultatif.
- **Le fabricant et le fournisseur ne peuvent donc pas être tenus pour responsable, en cas d'information erronée de l'appareil.**
- L'appareil peut donner un taux de CO2 erroné en cas de dommages visibles ou non en particulier sur le capteur. Exemples de dommages : Vibrations violentes, chocs, présence d'eau ou de boue dans le logement du capteur de CO2 etc.
- Il convient donc de tester l'appareil à l'extérieur en surface avant de l'utiliser sous terre.
- Ne pas exposer le détecteur en plein soleil
- Lorsqu'on tient l'appareil face au visage pour lire les mesures, l'air expulsé par notre respiration peut fausser la mesure de 0,1%. Ce n'est pas gênant sauf si on veut vraiment mesurer précisément le taux de CO2, dans ce cas il suffit de tenir le détecteur à bout de bras.

DESCRIPTION



- Un bouchon vissé protégera le capteur de CO2 pendant le transport. En effet, mouillé ou sali par la boue ou les poussières, le capteur indiquera des valeurs erronées et pourra subir des dommages irréversibles.

- Le bouton poussoir permet la mise en marche, le choix du mode de marche et l'arrêt de l'appareil. Il permettra aussi l'étalonnage semi-automatique.
- L'afficheur indique les mesures et des informations
 - Mesures :taux de CO2 en ppm puis en % puis l'hygrométrie en %
 - Informations : jauge batterie, messages d'alertes, mode de fonctionnement Normal ou Continu
- Une LED tricolore qui change de couleur (Vert, Orange ou Rouge) suivant le taux de CO2.
- Un buzzer et un clignotement de la led en rouge alertent le spéléo du dépassement des seuils d'alarme.

Une prise USB C pour le recharger la batterie. Un bouchon permet de protéger les contacts de la poussière.

- L'étui, indispensable sous terre, permet de protéger le détecteur sous terre.

CONSEILS D'UTILISATION SOUS TERRE

- **Il faut toujours tester l'appareil en extérieur avant d'entrer dans la cavité. Le test doit être effectué à l'abri du vent et du soleil, de préférence à une température comprise entre 5°C et 40°C.**
- Sous terre, le détecteur doit être transporté dans son étui.
- Eviter le contact avec la boue, ce qui pourrait rayer le couvercle en plexiglas et rendrait la lecture de l'affichage difficile.
- Bouchon vissé, le détecteur est étanche aux éclaboussures. Par contre il ne doit pas être immergé. Si tel est le cas, et qu'on soupçonne la présence d'eau à l'intérieur, de retour à la maison, il est conseillé de l'ouvrir en dévissant les 4 vis cruciformes, de débrancher les 2 connecteurs pour séparer le couvercle. Ne dévisser aucune autre vis. On secouera modérément le boîtier puis le couvercle pour en chasser l'eau, puis on le séchera l'intérieur avec un chiffon avant remontage.
- Lors de passages où l'appareil risque d'être immergé, équipé de son étui, il sera alors placé dans un bidon étanche.
- Quand il n'y a pas de risque d'immersion, le détecteur peut être transporté en bandoulière dans son étui, bouchon enlevé. Il indiquera alors le taux de CO2 en temps réel.

RECHARGE DE LA BATTERIE DU DETECTEUR

- L'appareil, se recharge comme un Smartphone via la prise USB C.
- Recharger appareil éteint, pour que la charge soit plus rapide.
- Un voyant vert spécifique, visible sur le flanc gauche de l'appareil, clignote quand la charge s'effectue, quand il arrête de clignoter la charge complète est terminée.
- La durée de la charge peut atteindre 4 à 5h, l'autonomie est, batterie neuve, d'environ 32h.

DUREE DE VIE DE LA BATTERIE INTERNE :

Ce détecteur aura certainement une utilisation occasionnelle, il se peut qu'il dorme inutilisé dans le local d'un club plusieurs mois, voir une année. Dans ces conditions, certaines dispositions doivent être prises, pour assurer à la batterie une durée de vie maximale.

- **On ne doit jamais stocker le détecteur batterie déchargée**, car cela réduira de beaucoup la durée de vie de la batterie.

Pour avoir une grande durée de vie de la batterie :

- **Lors d'un stockage sans utilisation de plusieurs mois ou plus, il est préférable que la batterie soit en charge partielle.**
 - Si la batterie est initialement déchargée, on la rechargera appareil allumé en Mode CONTINU afin de surveiller la jauge. Lorsqu'elle atteindra **deux tiers**, au bout d'environ 2h ; on arrêtera la charge, en débranchant le cordon USB et éteindra l'appareil.
 - Si la batterie est initialement chargée à bloc, la décharger en allumant l'appareil en Mode CONTINU. Le mettre hors tension lorsque la jauge tombera à la **moitié**, c'est-à-dire souvent au bout de quelques heures.
- Pour un stockage plus court de moins de 3 mois, on pourra laisser la batterie chargée à bloc.
- Stocker le détecteur au sec entre 5°C et 27°C.

MODES DE MARCHE

Il existe 2 modes de marche NORMAL ou CONTINU.

- En mode Normal, c'est le mode par défaut. L'appareil s'éteint automatiquement au bout de 15mn. Il évite ainsi la décharge de la batterie en cas d'oubli d'extinction par l'utilisateur.
- En Mode Continu l'appareil ne pourra être éteint que par un appui long sur le bouton poussoir.

Le Mode Continu ne peut s'obtenir qu'à la mise en route de l'appareil. Il suffit alors de maintenir appuyé le bouton 9 secondes jusqu'à l'apparition du message « MODE CONTINU ».

SEUILS D'ALARMES RETENUS

Ce sont ceux définis par le Spéléo Secours Français :

Première alarme à 2% et seconde alarme à 3%.

UTILISATION DOMESTIQUE

Ce détecteur peut être utilisé pour mesurer le taux de CO2 dans un logement ou un lieu travail fermé. Ainsi, il est conseillé d'avoir la led tricolore au vert c'est-à-dire un taux qui ne dépasse pas 1800ppm. Si la led tricolore passe à l'orange ou au rouge, la pièce doit être aérée.




INDICATIONS FOURNIES PAR LE DETECTEUR

TAUX D'HUMIDITE

L'afficheur indique en premier le taux d'humidité relative en %h.

TAUX DE CO2

Afficheur :

- Indique ensuite le taux de CO2 en ppm et en %CO₂,
- **La led tricolore :**
 - Est verte pour des taux inférieurs à 1800ppm (0,18%) 
 - Est orange pour des taux compris entre 0,18% et 0,5% 
 - Est rouge pour des taux supérieurs à 2% 

ALARMES

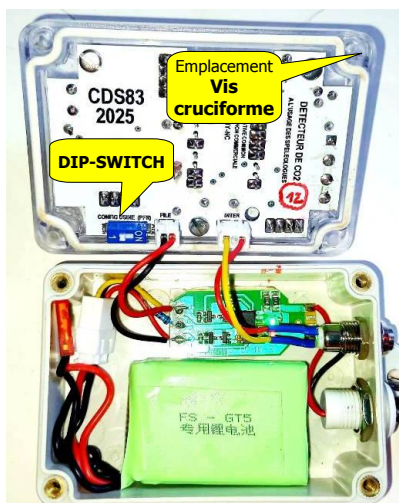
Afficheur :

- Entre 2 et 3% le message, affichage du message «**DANGER**»
- Au-delà de 3%, affichage des messages «**DANGER**» et «**EVACUEZ**».

Alarme visuelle : led tricolore

- En rouge à clignotement lent entre 2% et 3% de CO₂.
- En rouge à clignotement rapide pour des taux supérieurs à 3%

Alarme sonore (buzzer) :



On aura :

- Un Bip-bip lent entre 2% et 3% de CO₂, qu'on pourra éteindre par une brève impulsion sur le bouton poussoir.
- Un Bip-bip rapide pour des taux supérieurs à 3% qu'on ne pourra pas éteindre.

On pourra désactiver totalement l'alarme sonore, grâce à l'interrupteur « dip-switch » situé dans le boîtier. Pour cela, il faut ouvrir le boîtier en dévissant les 4 cruciformes, et positionner le **dip-switch sur « on »**.

TABLEAU DE FONCTIONNEMENT

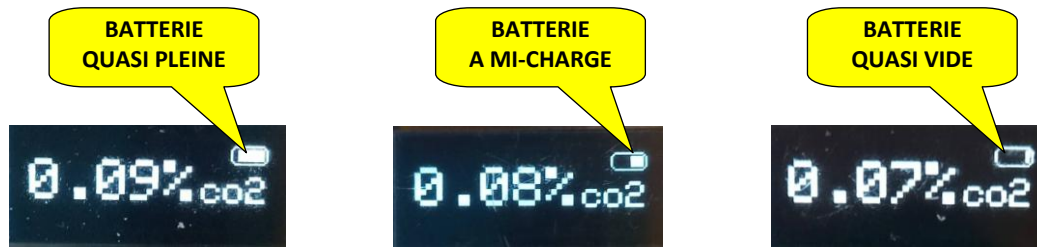
VOIR PAGE 2

AUTRES MESSAGES sur L'AFFICHEUR

- Lors de l'affichage des mesures de l'hygrométrie, l'indication du mode en cours apparaît sous forme d'un petit cercle qui contient la lettre **C** si on est en mode Continu et la lettre **N** si on est en mode Normal



- La jauge de la batterie est constituée d'un petit rectangle blanc, qui se vide quand la batterie se décharge. Complètement déchargé le rectangle est vide et noir.



- Un message d'alerte « **RECHARGEZ BATTERIE** » quand il reste environ 20mn d'autonomie.
- Le message « **BATTERIE VIDE** » précède de quelques secondes l'extinction automatique du détecteur.

MISE EN ROUTE DE L'APPAREIL

- Dévisser le bouchon pour mettre le capteur à l'air ambiant.
- Appuyer sur le bouton poussoir **3 secondes** jusqu'à entendre un bip avant de le relâcher.
- Les différentes couleurs de la led tricolore apparaissent, ce qui permet de vérifier son bon fonctionnement.
- Au passage, l'afficheur indique « **MODE NORMAL** » qui est le mode par défaut, et pour lequel l'appareil s'arrête automatiquement au bout de 15mn. Le Mode continu ne peut s'obtenir qu'à la mise en route de l'appareil. Il suffit alors de maintenir appuyé le bouton au moins **9 secondes** jusqu'à l'apparition du message « **MODE CONTINU** ».
- Les mesures apparaissent et défilent, d'abord l'humidité en %h puis le taux de CO2 d'abord en ppm et ensuite en %CO₂. L'appareil effectue 2 mesures par minute.
- Après avoir enlevé le bouchon, il faut attendre plusieurs minutes pour que l'air se renouvelle dans le capteur et que les mesures se stabilisent et soient valables.
- A tout moment on pourra éteindre l'appareil par un nouvel appui long de 3 secondes sur le bouton poussoir.

INFLUENCE DE L'ALTITUDE

L'appareil est livré étalonné d'usine au niveau de la mer et n'est pas compensé en fonction de l'altitude. Il existe donc une erreur qui augmente avec l'altitude, mais qui reste inférieure à 0,1% de à 2000m d'altitude. Ainsi à cette altitude si on lit 1% de CO₂, la valeur réelle sera à 1,1%. Cette erreur est donc négligeable dans le cadre de l'utilisation prévue pour ce détecteur.

ETALONNAGE DU DETECTEUR

Le capteur de ce détecteur est livré étalonné en usine.

Du fait des différentes contraintes subies par le capteur, il se peut qu'à la longue, apparaissent de petites dérives des mesures de quelques dizaines ou centaines de ppm, donc inférieure à 0,1% (0,1%=1000ppm). Ce détecteur ayant pour vocation de renseigner le spéléologue sur la dangerosité du taux de CO₂, une erreur de mesure de 0,1% n'est pas gênante. En effet qu'on lise 3% alors que la valeur réelle est 2,9% ou bien 3,1% n'a dans ce cas pas d'importance et ré-étalonner le détecteur est inutile.

Cependant un nouvel étalonnage sera nécessaire si on souhaite mesurer avec précision des taux de CO₂ faibles, comme ceux rencontrés dans une habitation ou en extérieur c'est-à-dire bien inférieurs à 1%.

Ce détecteur dispose de 2 modes d'étalonnage : le mode « auto étalonnage automatique » et le mode « étalonnage semi automatique ».

Les 2 types sont basés sur la correction d'un écart entre la mesure et une valeur de référence connue. A priori cette correction est similaire au réglage de zéro d'une balance (tarage), elle ne corrige donc pas une erreur possible sur le facteur d'échelle ou sensibilité.

La valeur de référence utilisée pour les 2 types d'étalonnage est la concentration en CO₂ de l'atmosphère terrestre. Hors région très polluée, celle-ci est à peu près la même partout sur terre et actuellement en moyenne à 420ppm.

La plupart des détecteurs commerciaux proposent un étalonnage avec comme référence ce taux atmosphérique.

AUTO-ETALONNAGE AUTOMATIQUE

Il peut être facilement mis en œuvre par l'utilisateur, sans matériel spécifique ni intervention.

La condition est qu'après une mise sous tension, sur une durée de 7 jours, la concentration minimale à laquelle est exposé le capteur correspond à celle connue de l'atmosphère. Si par exemple, sur ces 7 jours, la valeur minimale mesurée par l'appareil est 520ppm, au lieu des 420ppm attendus, il va donc corriger les mesures ultérieures en soustrayant 100ppm.

Procédure

Il suffira de placer détecteur, durant au moins 7 jours, **à l'extérieur** dans un endroit aéré mais abrité de la pluie, du soleil et du vent et à une température comprise entre 5°C et 40°C. Par ailleurs, pour que l'auto étalonnage fonctionne le détecteur doit être alimenté en continu durant ces 7 jours, on n'oubliera donc pas de passer en MODE CONTINU à la mise sous tension, en maintenant le bouton poussoir 9s. La batterie n'ayant pas une autonomie suffisante, on alimentera le détecteur par sa prise USB C.

ETALONNAGE SEMI-AUTOMATIQUE

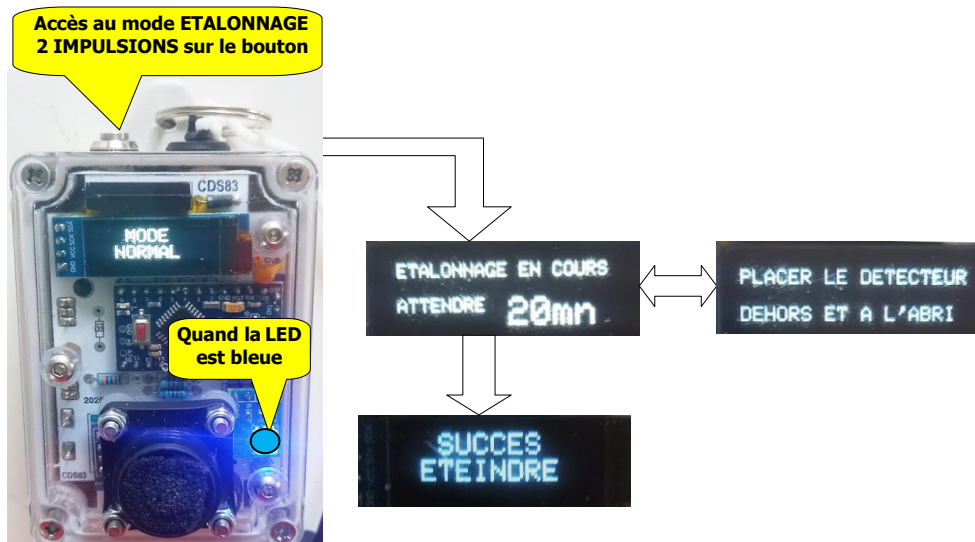
Ce mode d'étalonnage, beaucoup plus rapide que l'auto étalonnage automatique sera à préférer si on a peu de temps.

Placer d'abord le détecteur à l'extérieur à l'abri du vent et du soleil, de préférence à une température comprise entre 5°C et 40°C.

Pour lancer ce mode, il faut donner 2 impulsions brèves sur le bouton poussoir, pendant la séquence de démarrage quand la led tricolore passe au bleu .
L'afficheur indique alors un compte-rebours de 20mn. S'éloigner le l'appareil pour ne pas le perturber avec la respiration.

Tant que le compte à rebours n'est pas terminé, on peut annuler l'opération en éteignant l'appareil.

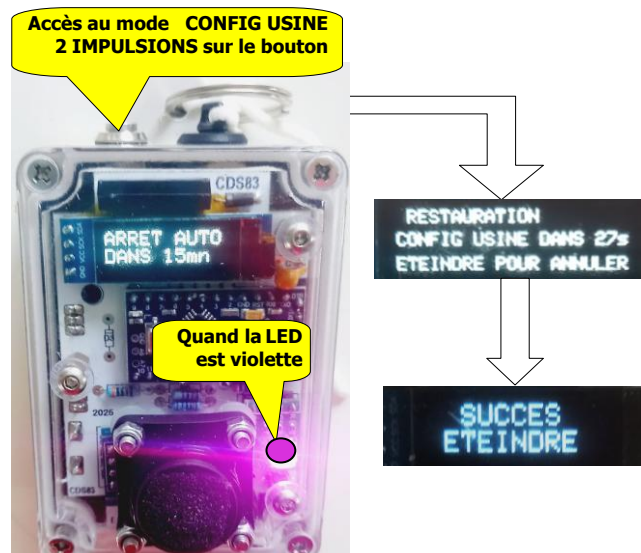
Au terme de ces 20mn l'afficheur indique la fin de l'étalonnage, il faut alors éteindre le détecteur.



RESTAURATION DE LA CONFIGURATION DE SORTIE USINE

Cette opération permet, de récupérer les paramètres d'usine, en particulier la valeur d'étalonnage capteur neuf.

Pour lancer la restauration, il faut donner 2 impulsions brèves sur le bouton poussoir, pendant la séquence de démarrage quand la led tricolore passe au violette.
L'afficheur indique alors un compte-rebours de 30s, ce qui permet éventuellement d'annuler cette restauration avant qu'elle n'ait lieu, en éteignant le détecteur.



SPECIFICATIONS

PARAMETRES		VALEURS
Gamme d'indication	Taux de CO2	de 0 à 40000ppm (4%)
Précision	jusqu'à 5000ppm (0,5%)	±(50ppm+5% de la valeur lue)
	au delà de 5000ppm (0,5%)	non spécifiée
Rythme des mesures		2 mesures par minute
Seuils d'alarmes sonore et visuelle	Niveau 0 Led tricolore au rouge fixe	0,05% < Taux < 2% (0,05%=5000ppm/ 2%=20000ppm)
	Niveau 1 Led tricolore au rouge et buzzer clignotent lentement	2% ≤ Taux < 3% Niveau 1 du Spéléo Secours Français (2%=20000ppm)
	Niveau 2 Led tricolore au rouge et buzzer clignotent rapidement	Taux ≥ 3% Niveau 2 du Spéléo Secours Français
Autonomie	Modèle à batterie LiPo	32 heures
Indice de protection	IP55	Protection contre les poussières et la pluie
Mode de charge	Par prise USB-C	Idem chargeur de smartphone
Modes de marche	Normal	arrêt auto au bout de 15mn
	Continu	Pas d'arrêt automatique
Ré_étalonnage	Possible par l'utilisateur en Mode continu	Auto étalonnage automatique
Dimensions	Hors Oreille	83x58x33
	Hors tout	98x58x50
Poids	Modèle à batterie LiPo	160g sans la housse

