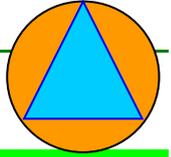




Fédération Française
de Spéléologie

Spéléo Secours Français
Equipe départementale des Bouches du Rhône
Agréée Sécurité Civile



Fédération Française de Spéléologie
Comité Départemental de Spéléologie 13



COMPTE RENDU D'INTERVENTION SSF13

Rédacteur : Alexis STEPANIAN, Conseiller Technique Départemental en Spéléologie

Lieu : Aven de la Gélade - Commune d'Aubagne

Date : 14/10/2023

Objet : Essai des moyens de ventilation du SSF13

Situation géographique : Aven de la Gélade – Aubagne / Camp militaire de Carpiagne

Personnels engagés Fédération Française de Spéléologie (FFS/SSF13) : 19

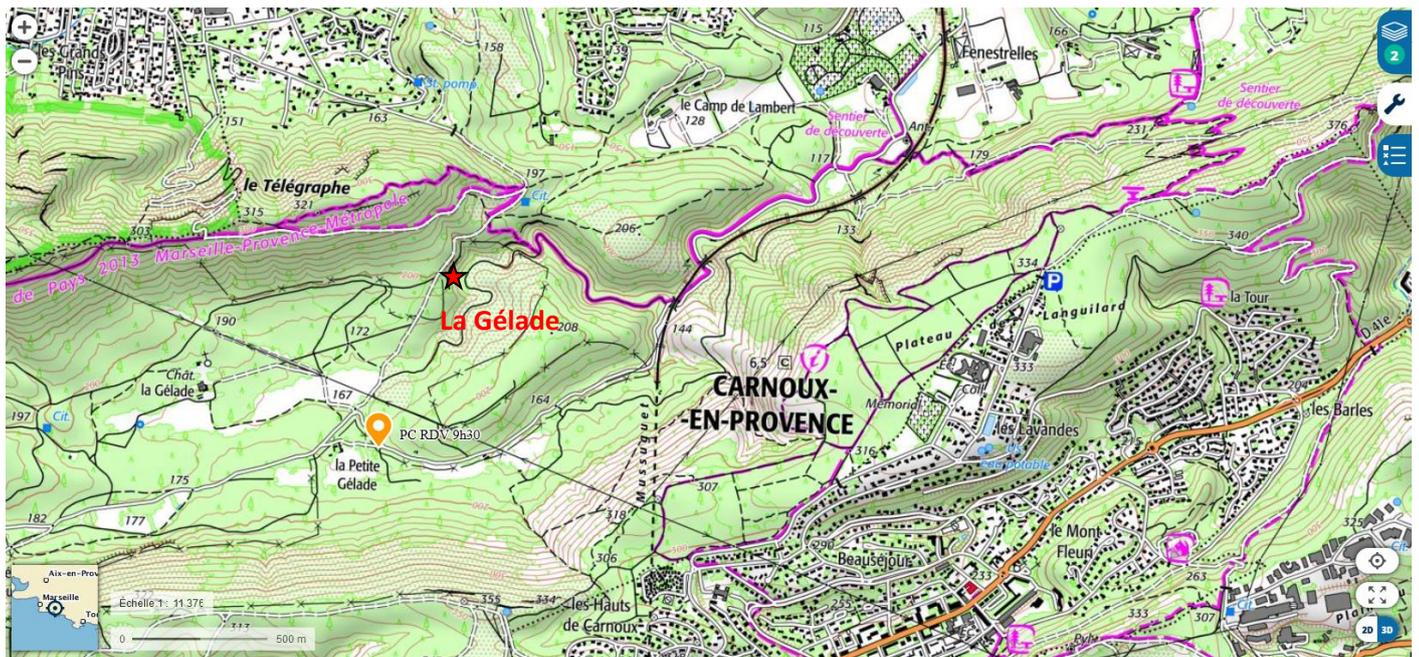
Moyens SSF13 engagés : 1 fourgon de 1ère intervention, 2 remorques SSF13, 1 remorque ventilation

Durée de l'intervention : 8h00

1 – Contexte général

Objectif de l'exercice

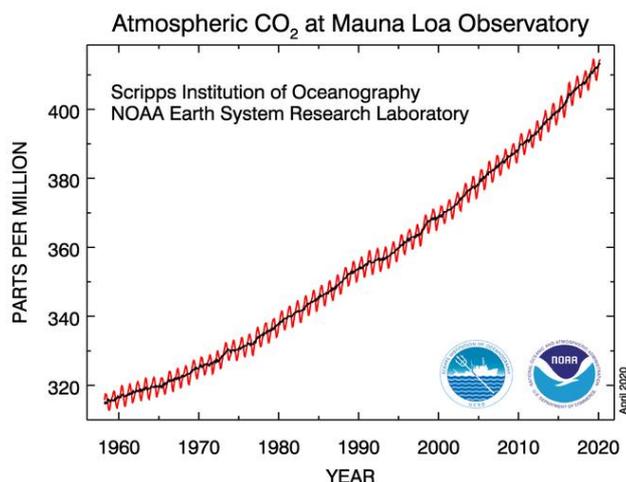
- L'objectif est de tester les nouveaux moyens de ventilation du SSF13 dans une cavité riche en CO₂.
- L'aven de la Gélade à Aubagne, bordure du camp militaire de Carpiagne (Figure ci-dessus) est une cavité constituée de 3 puits (P20, P10) et est connue pour présenter fréquemment des poches de CO₂.



- C'est une excellente candidate pour travailler sur la ventilation artificielle d'une cavité à l'atmosphère naturellement riche en gaz et/ou à l'atmosphère viciée par des opérations de désobstruction souterraine en cours de secours-spéléo.

Rappels théoriques pour une lecture profitable

- L'atmosphère terrestre (à l'échelle de troposphère) est constituée d'azote (N_2 – 78%), d'oxygène (O_2 – 21%) et de gaz secondaires, dont le dioxyde de carbone (CO_2 – 0,04% soit 400 ppm).
- La composition de l'air des grottes bien ventilées est similaire à celle de l'air ambiant en surface.
- Dans l'atmosphère, la teneur moyenne globale en CO_2 à tendance à augmenter depuis les premières mesures réalisées à Hawaï au sommet du Mauna Loa à partir de la fin des années 50 (Figure ci-dessous).



- En 2019, la teneur en CO_2 était de 412 ppm ce qui était considéré comme un record géologique ¹, record battu en 2021 (417 ppm).
- Le CO_2 est un gaz à effet de serre dont l'impact direct sur le réchauffement climatique global est largement démontré, n'en déplaise aux climato-sceptiques.
- D'ailleurs, être climato-sceptique, ce n'est pas une opinion politique, religieuse ou une position rhétorique, c'est simplement commettre, consciemment ou inconsciemment, une erreur de raisonnement.
- Mais « *Tout cela n'a rien à voir avec la Gélade !* », allons-nous entendre ! Que nenni ! et nous allons le démontrer.

Matériel employé

En 2022, le SF13 a acheté des moyens de ventilation importants avec :

- un groupe 380 V de puissance 6.5 KW, à démarreur électrique ;



¹ <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2019/04/le-niveau-de-co2-dans-latmosphere-bat-un-record-vieux-de-3-millions-dannees>

- une turbine de marque TROTEC² et de puissance 2.2 KW triphasé avec débit de pointe de 3700 m³/h;



- 60 m de fils électriques d'alimentation en triphasé 2.5² ;
- 60 m de gaines de ventilation de Ø30 cm de diamètre de type gaine souple industrielle orange ;
- 50 m de gaines de ventilation de Ø10 cm de diamètre de type grise industrielle ;



- une remorque dédiée aux moyens de ventilation / pompage (tractée par un Duster customisé).



² <https://fr.trotec.com/produits-et-services/machines-high-performance/la-ventilation/ventilateurs-radiaux-de-la-serie-tfv/tfv-100/>
<https://fr.trotec.com/shop/ventilateur-hautes-performances-tfv-100.html>

2 – Personnels engagés

Engagés sur les opérations techniques dans la cavité et en surface : 14

En gestion de sauvetage en surface : 2

Cellule de pilotage décisionnelle : 2 CTDS/A 13

Audit et consulting de niveau 2 : 1 CTH

SPELEO SECOURS FRANÇAIS			PLANNING		DATE : 14/10/2023 CAVITE : AVEN DE LA GÉLADÉ													
Heures			10h	11h	12h	13h	14h	15h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
N°	Noms	Dpt	Spécial.															
1	STEFANIAN Flexio		CT															
2	DECANIS Marc																	
3	COUDERC Justin																	
4	BASCIANO Amélie																	
5	PETRASINO Pierre		ASV															
6	MAURICE J. Mary																	
7	CABANEL Patrice																	
8	COUDERC Remy		Adj.															
9	COUDERC Chantal		CT															
10	CASINI Jean-Charles																	
11	MARTINEZ David		CT															
12	DUVAL Christophe		CE															
13	CANTON Daniel		Comm.															
14	CHEVIER Sidonie																	
15	LUSCHÉVICI Olivia		GT															
16	GARCIA Jean-Paul		CT															
17	MITTEER Laurence		GT															
18	LEDICES Antoine																	
19	PLANQUART Didier		ASV															
0																		

3 – Main courante opérationnelle - 14/10/2023

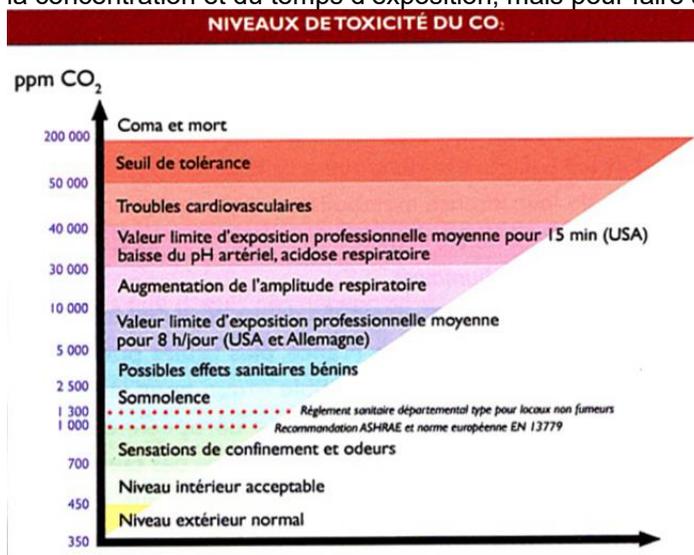
09h30	RDV fixé au Village de Combat du Camp de Carpiagne, à 400 m de la cavité Installation du PC
10h00	Arrivée de tous les sauveteurs et des remorques SSF13 DEBEX Installation du PCA à l'entrée de la cavité Transfert de la remorque ventilation sur la piste à proximité de la cavité
10h45	Equipe 1 à l'entrée de la cavité Mission : équipement de la cavité, mesures des gaz en descendant avec un Draeger 4 gaz, installation fil téléphone, rendre compte au PC des mesures réalisées L'équipe 1 descend avec 2 ARI (Appareil Respiratoire Isolant) au cas où....
10h50	Visite au PC du Lieutenant-Colonel Sacchi commandant en second du 1 ^{er} Régiment Etranger de Cavalerie
10h55	Equipe 1 à -10 (moitié du P20) – O ₂ 17% Difficulté pour respirer
11h10	Equipe 1 en bas du P20 - O ₂ 16.8%
11h10	Ordre de préparer un 3 ^{eme} ARI
11h23	Equipe 1 au complet en bas du puits - O ₂ 16.7% / CO ₂ 4.6 % Christophe Duval sous ARI
11h29	Ordre de remonter à l'Equipe 1 après avoir laissé le capteur de gaz Draeger 4 gaz en bas du P20
11h40	Equipe 1 : O ₂ 17.2% / CO ₂ 4.25 % Christophe Duval est sorti
11h47	Début de ventilation – gaine Ø 30cm orange en bas du P20 Patrice Cabanel est sorti Visite au PCA du Capitaine Desvergnès officier sécurité de garde du 1 ^{er} REC

11h50	Equipe 1 : O ₂ 18.7% / CO ₂ 2.95 % Rémy Couderc remonte
12h00	Toute l'équipe 1 est dehors 3 ^{ème} ARI arrivé au PCA
12h16	Autorisation des CTDS pour redescente de l'Equipe 1 et évaluation de l'efficacité de la ventilation Descente du 3eme ARI en bas du P20
12h18	1 ^{er} membre de l'équipe 1 en bas du P20 O ₂ 21.4% / CO ₂ 0.5 % Ventilation très efficace : poursuite de l'opération sur deuxième puits P10 Sécurisation de la cavité et équipement du P10
12h30	Equipe 1 en bas du P20 : O ₂ 20.8% / CO ₂ 0.08 %
12h33	Descente dans le P10 avec un ARI
12h41	Patrice Cabanel en bas du P10 avec le Draeger 4 gaz : O ₂ 16.4% / CO ₂ 5 % Rémy Couderc en haut du P10 avec capteurs SSF : O ₂ 20% / CO ₂ 0.5 %
12h46	Descente de la gaine sur 5 m dans le P10 En bas du P10 : O ₂ 16% / CO ₂ 5 % Patrice remonte en haut du P10 en laissant le Draeger 4 gaz attaché en bout de corde
12h53	Rémy Couderc en haut du P10 avec capteurs SSF13 : O ₂ 20.7% / CO ₂ 0.7 % Regroupement de l'équipe en haut du P10 Mise en sécurité des capteurs et ARI en haut du P10 Début de remontée de l'Equipe 1 et de la gaine de Ø30 cm
13h03	La gaine est sortie Fin de ventilation
13h30	Tout le monde est sorti Elaboration de la prochaine expérience de ventilation avec gaine de diamètre inférieure Descente de la gaine de Ø10 cm au bas du P10 L'Equipe 2 descendra avec un autre tronçon en bas du P20
13h35 14h10	Pause opérationnelle méridienne au soleil (78% N ₂ , 21% O ₂ , 1% autres, dont 0.0417% de CO ₂)
14h14	Redémarrage de ventilation Equipe 2 : Decanis Marc, Planquart Didier, Justin Couderc entament la descente
14h15	Marc Decanis est en bas du P20 : O ₂ 20.8% / CO ₂ 1.2 %
14h28	Décision de stopper l'expérience parce que bon, ça marche !
14h40	Evacuation des ARI en surface
14h50	Pose du Draeger 4 gaz au niveau du bas du P20
15h10	Bas du P20 : O ₂ 20.9% / CO ₂ 0.1 %
15h12	Ordre de remontée pour tout le monde sauf Marc Decanis qui reste en bas du P20 sans ventilation pour observer et rendre compte de la dynamique de baisse des concentrations en O ₂
15h24	Coupure de la ventilation Bas du P20 : O ₂ 20.9% / CO ₂ 0.08 %

15h28	Equipe 2 sortie sauf Marc Decanis Marc / bas du P20 : O ₂ 20.9% / CO ₂ 0.1 %
15h33	Marc / bas du P20 : O ₂ 20.9% / CO ₂ 0.1 % Début de remontée en déséquipant et démontage du fil téléphone
15h40	Sortie de Marc Decanis Démontage de la ventilation
15h55	Démontage du PCA
16h15	Retour PC
16h15 - 17h00	Tests complémentaires pour évaluation de la dextérité et de l'imagination des sauveteurs SSF13 en contexte psychologique dégradé : épreuve chronométrée d'ouverture d'une voiture avec portes fermées/verrouillées pour récupérer les clés sur contact, laissées par un sauveteur-varois-SSF13-plongeur inattentif probablement en raison de son exposition à des teneurs significatives en CO ₂ ³ . L'option crochetage de la poignée intérieure avec un fil de fer rigide trouvé près d'un AMX30 a eu le prix de « la plus élégante » (Decanis, Garcia, Maurice). L'option crochetage de la tringlerie, avec une tige de cantine ou un balai d'essuie-glace, après démontage du joint de vitre a été jugée « la plus rustique » (Couderc, Stéphanian). Le « prix de l'efficacité » revient à l'équipe Canton/Duval pour l'option démontage de la serrure du coffre, qui a été la plus rapide, et à peine destructrice.
17h05	FINEX

4 – Conclusions

- C'est un exercice technique simple sur le papier mais qui a permis de travailler la gestion et la communication Cavitité-PCA-PC.
- Au niveau ventilation, les moyens matériels fonctionnent, les choix technologiques ont été les bons, et on arrive à faire chuter rapidement les taux de CO₂. L'efficacité est forcément dépendante du volume de la cavité.
- Il faut travailler des notices de fonctionnement simples et opérationnelles pour la mise en œuvre par tous les sauveteurs SSF13.
- Des tests à plus grande profondeur, avec plus de longueur de gaine, sont nécessaires pour évaluer les pertes de charge (en plus des données constructeurs / ci-dessous).
- En raison des teneurs importantes en CO₂, les ARI étaient indispensables sur cette opération. Merci à Rémy Couderc et à Michel Philips pour la fourniture des masques et des bouteilles. Le SSF13 doit disposer d'un lot de ce type de matériels, malgré les contraintes de leur entretien annuel (EPI) et prévoit leur achat.
- La toxicité du CO₂ dépend de la concentration et du temps d'exposition, mais pour faire simple :

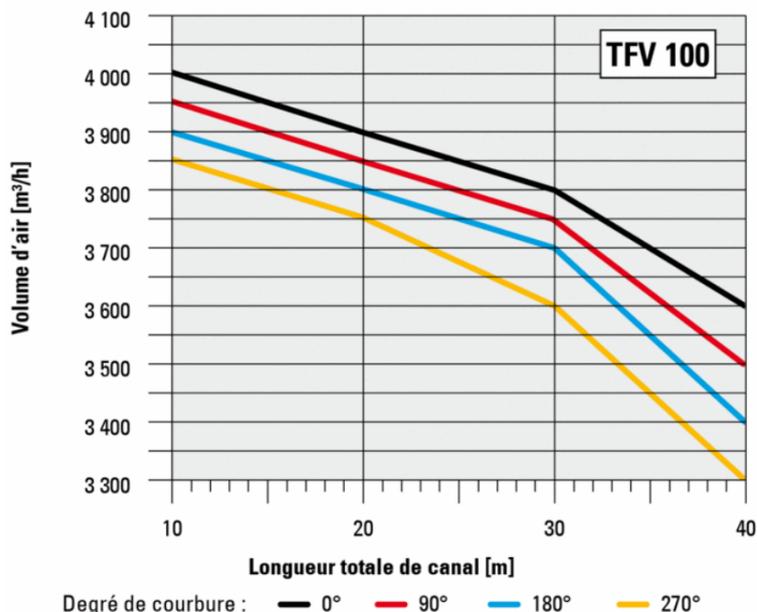


³ <https://www.atmosud.org/actualite/rentree-scolaire-pourquoi-faut-il-aerer-les-classes>

- au-delà de 1.5% de CO₂ (15 000 ppm), les premiers effets se font ressentir (dont visiblement apathie, sensation de soif, dyslexie faciale, jugement altéré pour choix techniques discutables – cf. photos en page 8) ;
 - au-delà de 4% (40 000 ppm), dans un contexte professionnel, c'est l'évacuation immédiate qui est obligatoire ;
 - Pour en savoir plus, consultez le dossier INRS en PJ.
- Il faut noter que les effets secondaires peu spécifiques à moins de 7% de CO₂ prennent une tout autre dimension dans une pratique spéléologique, même peu engagée en profondeur.
 - Le capteur Draeger 4 gaz a été laissé en bas du P20 pour une récupération la semaine suivante par Alexandre Zappelli. Les données seront utilisées et valorisées par la commission scientifique du CDSC13.
 - Pourquoi du CO₂, et de plus en plus, dans les cavités du massif des Calanques ? Nous vous renvoyons vers l'excellent travail de la Commission scientifique du CDSC13 qui va analyser les données recueillies.
 - Cet exercice a également permis d'initier de très bons contacts avec le commandement du camp de Carpiagne, où il y a quelques gouffres d'intérêts spéléologiques, scientifiques et environnementaux.
 - Merci enfin au SDIS13 pour la mise à disposition des remorques tractées par Didier SMPM/SSF13 (qui a frotté un peu à la descente).

5 – Documents

Abaque des pertes de charge théoriques en fonction de la longueur de gaine de la TROTEC TPV 100 (données constructeurs)



Dossier Intoxications au CO₂ – INRS Médecine du Travail - 1999



Une intoxication collective au dioxyde de carbone (CO₂) survenue dans un atelier de rénovation textile de Gisors (Eure) est l'occasion de rappeler la nécessité d'être vigilant en ce qui concerne l'air d'été. La reconnaissance de ce risque pour les lieux aux personnes exposées, celle de la situation dans laquelle elle se produit et l'impact sur l'air en milieu professionnel ont conduit à ce dossier.

1. Toxicité du CO₂

Caractéristiques physico-chimiques du dioxyde de carbone

Formule chimique	CO ₂
Poids moléculaire	44 g/mol
Densité (à 20 °C)	1,977 g/l
Point de fusion	-78,5 °C
Point d'ébullition	-31,1 °C
Pression de vapeur (à 20 °C)	0,000125 Pa
Solubilité dans l'eau	1,71 g/l
Stabilité	Stable
Produit de combustion	CO ₂
Produit de réduction	CO
Produit de décomposition thermique	CO + C

1.1. Toxicité du CO₂

La toxicité du CO₂ est due à son effet asphyxiant. À l'état normal, le CO₂ est présent dans l'air à une concentration de 0,04%. Une augmentation de sa concentration entraîne une hypoxémie et une acidose métabolique. Les symptômes sont dus à l'augmentation de la pression partielle de CO₂ dans le sang.



tc74.pdf

5 – Photographies

<https://www.facebook.com/speleocanyon13>

