



**HAL**  
open science

## Exploseur à gaz pour le déclenchement des avalanches

Michel Gay, Saad Benharbit, Yves Tachker

► **To cite this version:**

Michel Gay, Saad Benharbit, Yves Tachker. Exploseur à gaz pour le déclenchement des avalanches. 1990. insu-00503996

**HAL Id: insu-00503996**

**<https://insu.hal.science/insu-00503996>**

Submitted on 19 Jul 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## EXPLOSEUR A GAZ POUR LE DECLENCHEMENT DES AVALANCHES

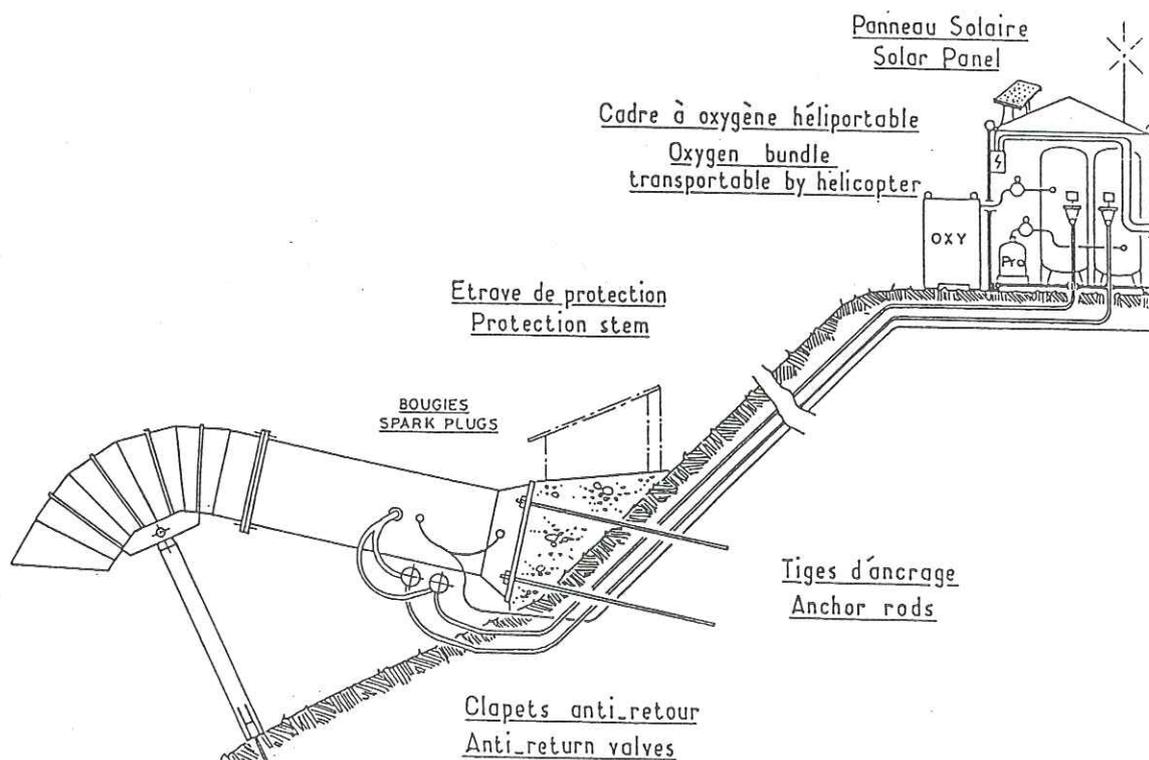
par Michel GAY\* , Saad BENHARBIT\* , et Yves TACHKER\*\*

La nécessité du déclenchement artificiel des avalanches sans utilisation d'explosif a conduit Mr. SCHIPPERS à inventer un nouveau procédé: le GAZEX.

### DESCRIPTION

Un tube ou "canon" est installé sur le site, relié par l'intermédiaire de tuyaux, à un abri contenant deux cuves tampons, alimentées en oxygène et propane dans la proportion respective de 82% et 18% (fig.1).

Fig.1-Schéma d'installation.



\* CEMAGREF 2, rue de la Papeterie 38402 ST. MARTIN D'HERES

\*\* RTM 42, av. Marcellin Berthelot 38100 GRRENOBLE

## PRINCIPE

Un système de commande permet, par ouverture d'électrovannes, l'injection des gaz des cuves tampons vers le canon. Le temps entre le début d'injection et l'allumage est contrôlé par une minuterie. Le mélange détonnant se fait à l'intérieur du canon. Deux allumeurs piézo-électriques permettent de déclencher l'explosion soit en fond de canon, soit au milieu. Cette explosion crée une surpression sur le manteau neigeux provoquant le départ de l'avalanche. Plusieurs modèles de canons ont été testés allant de 0,5 m<sup>3</sup> à 5 m<sup>3</sup> de gaz injecté.

## LES MESURES

Plusieurs séries de mesures ont été effectuées afin de connaître la pression à l'intérieur du canon, la surpression à l'extérieur et permettre ainsi sa validation à plusieurs niveaux.

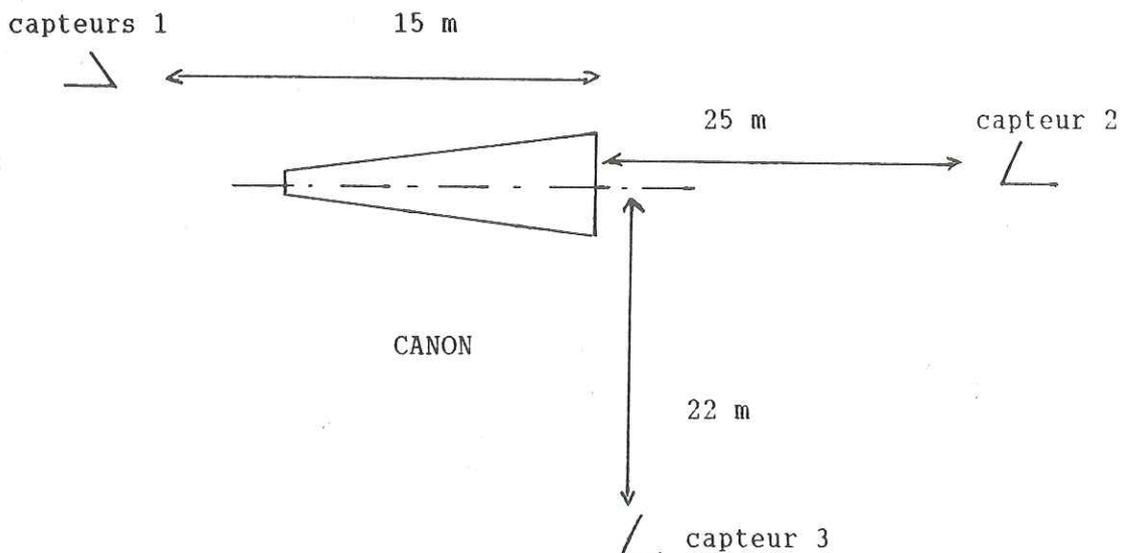
## LES RESULTATS

Ils ont été testés sur site expérimental (Le Touvet), les surpressions enregistrées à 25 m sont de l'ordre de 40 mb; le champ de surpression est étendu, jusqu'à 90° par rapport à l'axe du canon on note une faible atténuation. A l'intérieur du canon, nous avons enregistré des valeurs de 60 à 70 bars.

La figure 2 montre la disposition des capteurs extérieur par rapport au canon.

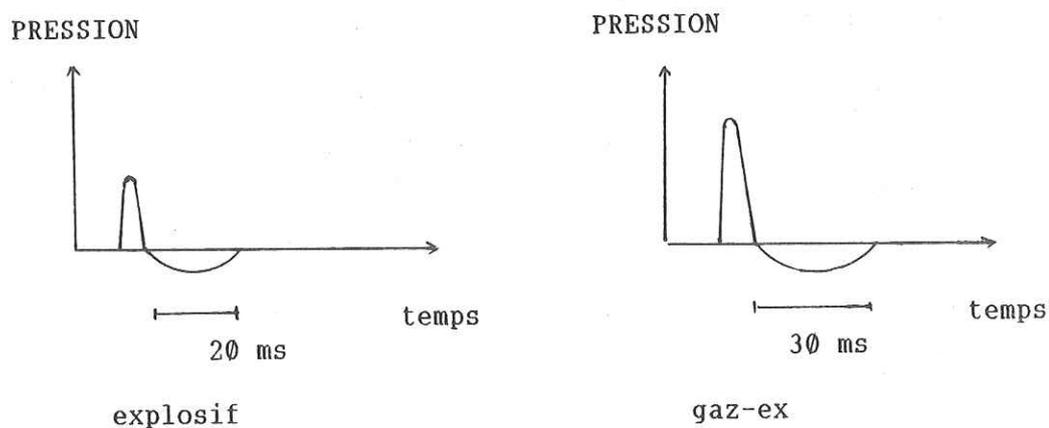
Sur site réel (Les Ménuires), les valeurs obtenues à 50 m sont de 33 mb avec le GAZ-EX et de 15 mb avec 2,5 kg d'explosif sofranex.

Fig.2-Disposition des capteurs.



La forme des ondes de détonation est donnée par la figure 3. On remarque que la dépression qui suit le pic de pression dure plus longtemps dans le cas du GAZ-EX qu'avec de l'explosif.

Fig.3-Forme des ondes de détonation:



### ETUDE NUMERIQUE

L'étude numérique consiste à simuler l'explosion dans le canon, pour mesurer le champ de surpression au voisinage de celui-ci. L'étude est réalisée en partant des données fournies par le constructeur. Ces données concernent la taille du canon et le volume du gaz à brûler.

La simulation est réalisée à l'aide d'un code numérique qui traite les équations de la dynamique des gaz parfaits polytropiques (les gaz expérimentaux sont donc assimilés à des gaz parfaits). Ces équations sont écrites en coordonnées cylindriques pour tenir compte de la symétrie cylindrique autour de l'axe du canon et par la suite d'utiliser un programme bidimensionnel pour résoudre un problème tridimensionnel.

Le schéma utilisé est un schéma de type volumes finis d'ordre deux en espace (schéma de VANLEER)

INITIALISATION DU CODE: PROBLEME DES CONDITIONS AUX LIMITES A LA SORTIE DU CANON:

L'initialisation du code nécessite la connaissance des courbes de PRESSION et de VITESSE en fonction du temps à la sortie du canon, pendant la durée de l'explosion.

Ces courbes ont été déterminées à l'aide des mesures effectuées sur le terrain, et de quelques formules approchées de LA THEORIE DE LA DETONATION.

Soient les notations suivantes:

- D: vitesse de détonation ( $D=2500$  m/s),
- V1 et V2 respectivement les volumes spécifiques du gaz brûlé (inverses des densités).
- remarque: V1 est constant
- W: la vitesse des gaz brûlés,
- S: surface de la bouche du canon,
- Vi: volume du gaz à brûler.

On a alors les formules approchées suivantes:

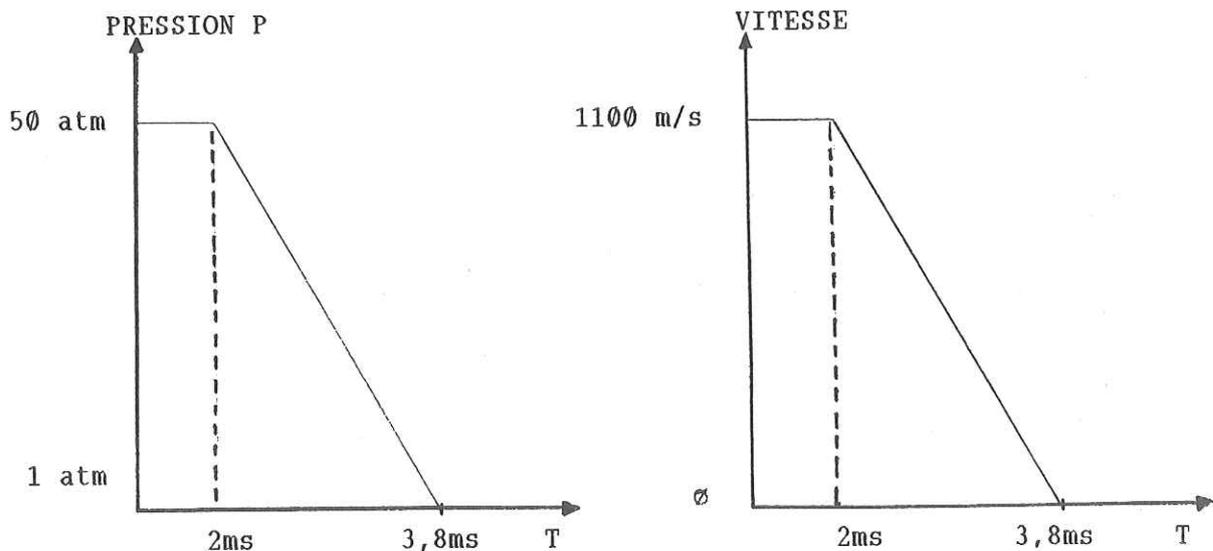
$V1/V2 = 1.8 \Rightarrow$  la densité du gaz à la sortie du canon est constante,  
 $W/D = 0.44$   
 D est une fonction constante du temps,  
 T: durée de l'explosion.

T est déterminée par la formule de conversion de masse:

$$S \int_0^T (t) W dt = M \quad (M \text{ étant la masse initiale de l'explosif}).$$

$$T = (V2 / V1) * (Vi / W S)$$

Les courbes de pression et de vitesse en fonction du temps à la sortie du canon ont l'allure suivante:



L'étude numérique est finalement illustrée par une représentation graphique de l'enveloppe de pression, c'est à dire la distribution spatiale des pressions maximales atteintes au bout d'une durée de 30 ms, l'onde ayant parcourue 15 mètres (voir page suivante).

### CONCLUSION

L'ensemble des résultats nous indiquent que ce type de déclenchement est performant; la valeur théorique à partir de laquelle on considère qu'il peut y avoir déclenchement d'avalanche est de 10 mb. Cet appareillage complète les méthodes de déclenchement artificiel. Son utilisation, sans maniement de matières dangereuses, lui promet un avenir intéressant.

# ENVELOPPE DE PRESSION AU BOUT DE 30 ms

