

ONDES de CHOC & manteau neigeux

Bilan campagnes expérimentales dans l'air et sur neige – AG ADSP 29/09/2021



Contexte:

→ Des questions initiales:

- “Intérêt/nécessité des charges de 1.9 kg par rapport à 1.4 kg...”
- “Possibilité de hauteurs de tirs plus importantes sous CATEX ...?”

→ (co)-Financement/impulsion : ADSP

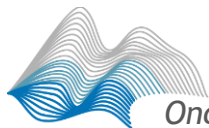
→ Co-coordination /analyse / bibliographie: Engineerisk

→ 1^{ère} campagne expérimentale dans l’air le 16/06/2020 (CF dernière AG)

→ 2^{ème} campagne expérimentale dans l’air et sur neige le 16/04/2021

→ Réunion groupe de travail le 24/09/2021:

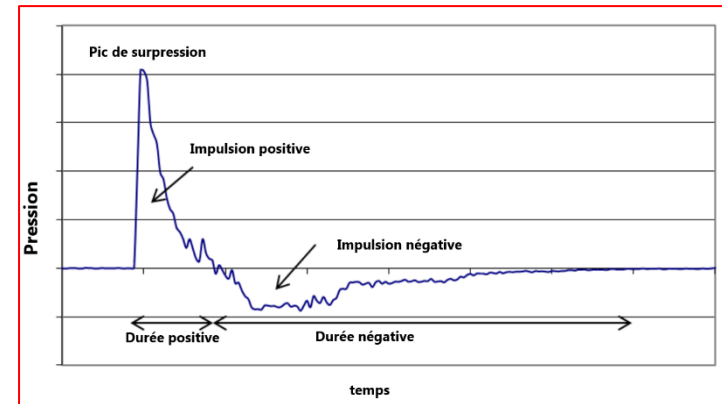
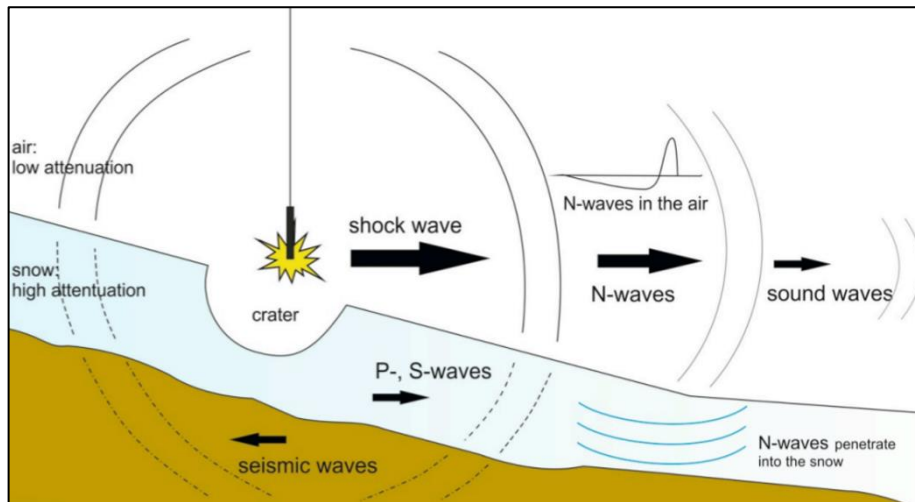
- Site/matière première/opérateurs: Flègère/CMB
- Matériels mesures complémentaires: NERYS, INSA & UGE, TAS, Avaroc



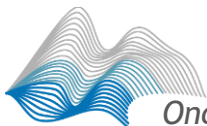
Rappels:

- Déflagration (de “brûler” en latin) : vitesse de réaction < 1000 m/s
- Détonation : vitesse de réaction > 1000 m/s

→ Diffusion d'une onde de choc



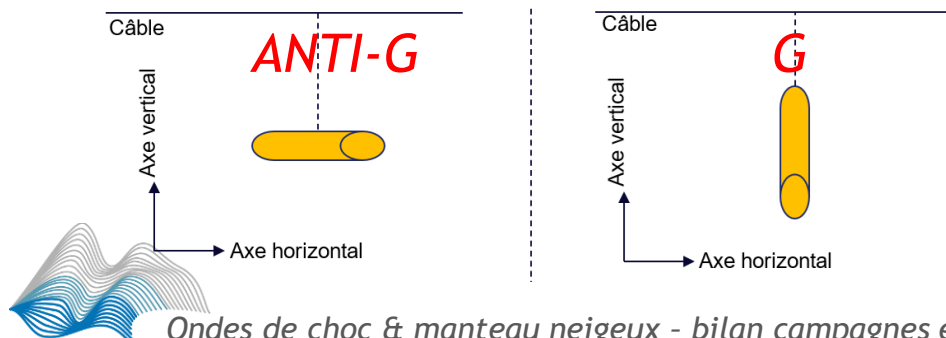
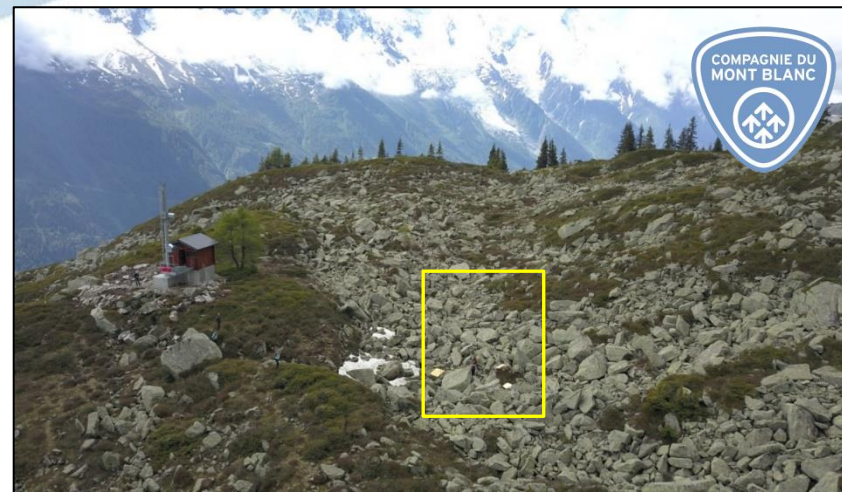
*Mesure de la seule
onde aérienne
incidente directe:
“simple” !*



Campagne d'essais:

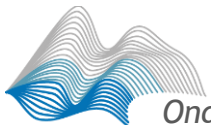
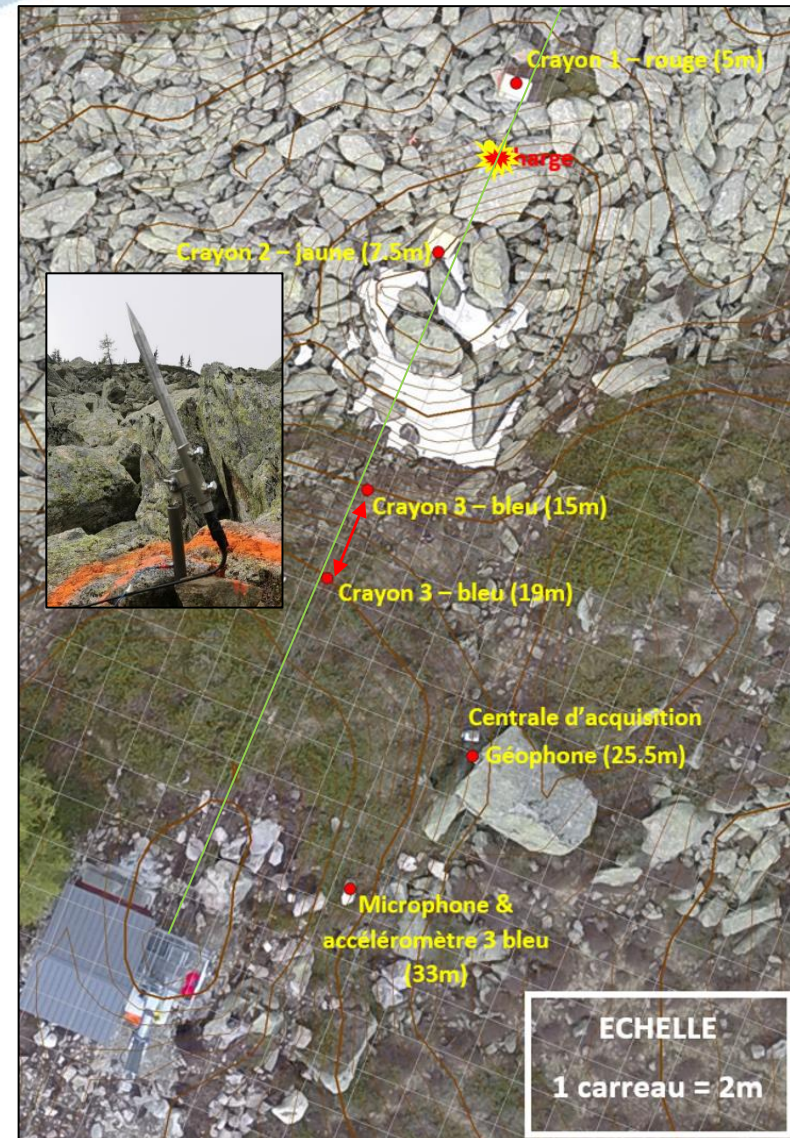
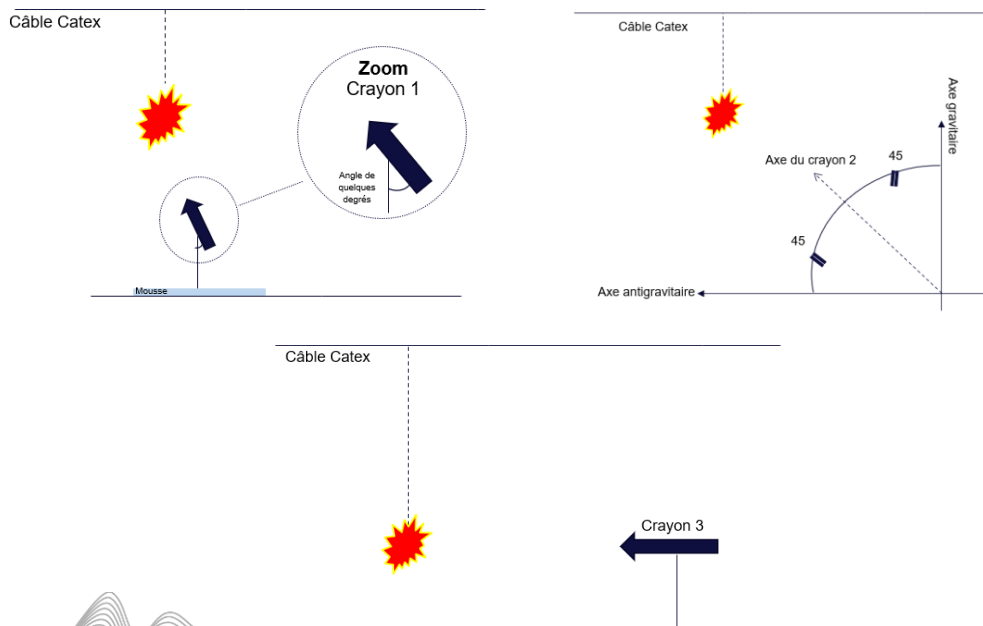
- Suspension à la 1^{ère} travée du Catex du Pic Janvier à la Flégère (RQ: flexibilité câble)
- Cartouches Emulstar M40 + Sécubex
- Tous tirs mèche lente
- 2 positions. Mèche toujours à l'opposé des principaux capteurs

N° essai 16/06/2020 (reproduits le 16/04/2021)	masse (kg) exacte	orientation	Nb de charges	Distance capteur 3
1	1.915	G	1	19m
2	1.859	G	1	15m
3	1.400	G	1	19m
4	2.78	G	2	19m
5	3.309	G	2	19m
6	3.841	G	2	19m
7	1.406	anti-G	1	19m
8	1.917	anti-G	1	15m
9	3.32	anti-G	2	19m
10	4.792	G	3	19m
11	Sécubex	G	1	19m
12	Sécubex	G	1	15m



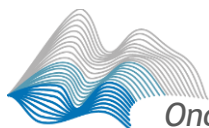
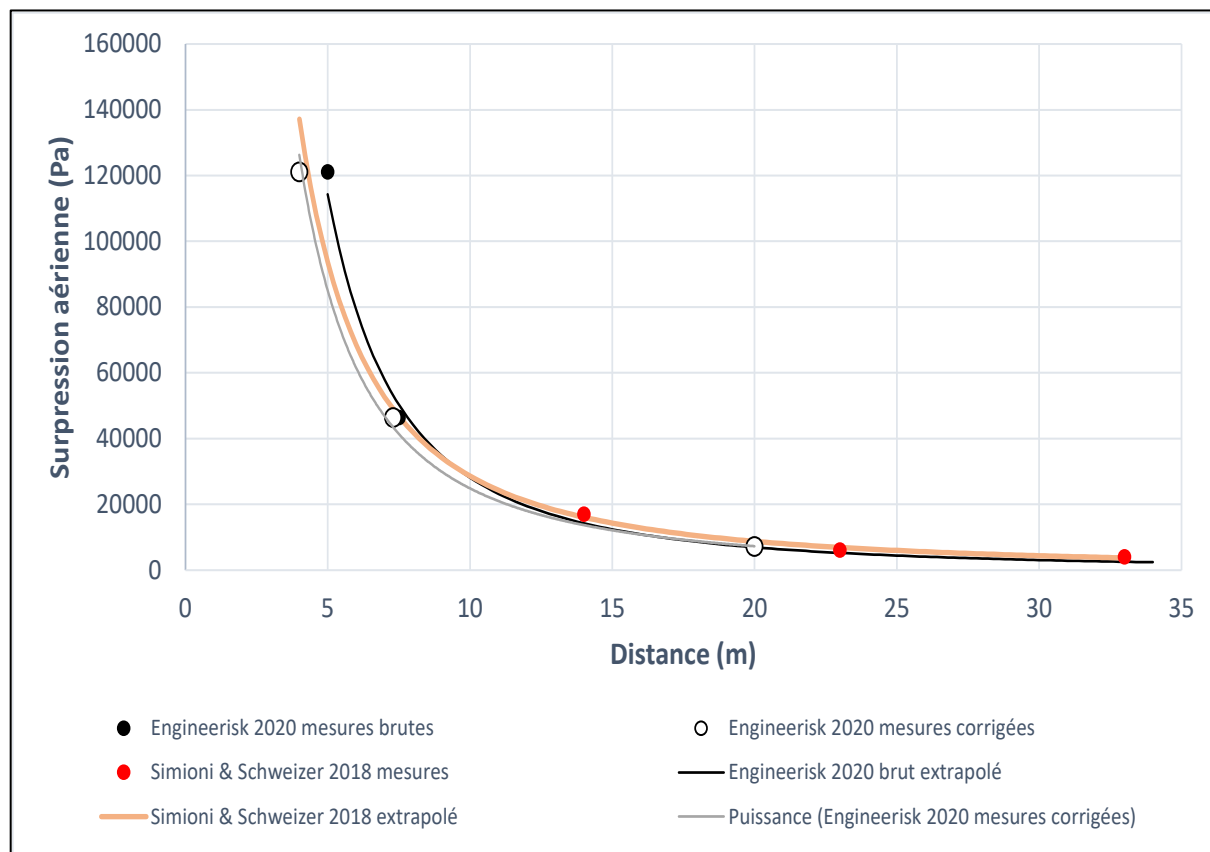
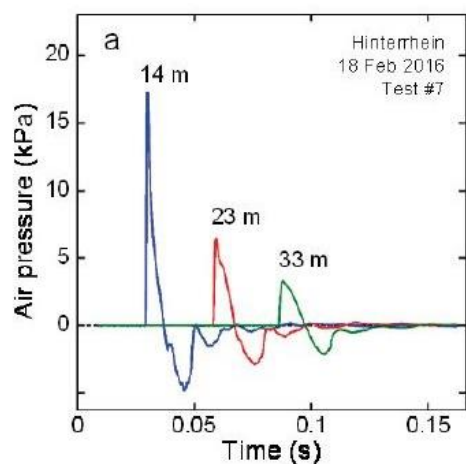
Instrumentation:

- Principalement capteurs de suppression aérienne PCB 137B21B (+ accéléromètres, microphone, géophone)
- Fréquence d'acquisition : 10 kHz = 10 000 mesures par seconde et par capteur
- Optimisation des positions pour multiples interprétations et vérification cohérences
- 16/04: nouvelles mesures intermédiaires



Cohérence des mesures:

Comparaison de la plus grosse explosion (4.8 kg) avec données récentes: Simioni S., Schweizer J. Comparing two methods of artificial avalanche triggering: gas vs solid explosives, Proceedings, International Snow Science Workshop, Innsbruck, Austria 2018

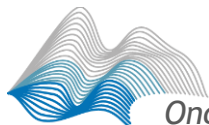
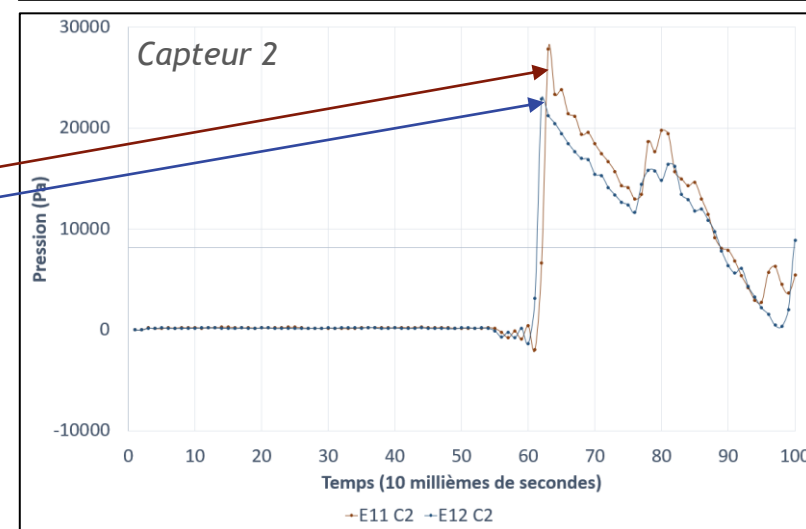
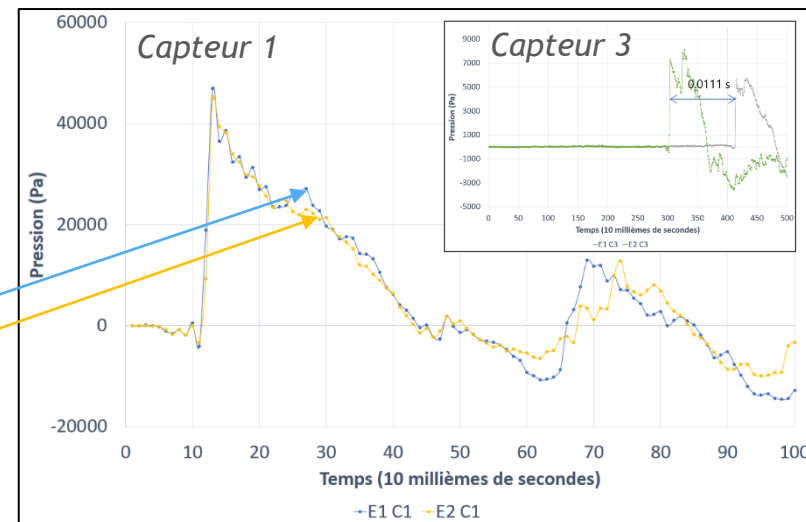


Cohérence des mesures:

Comparaison de tirs de charges identiques:

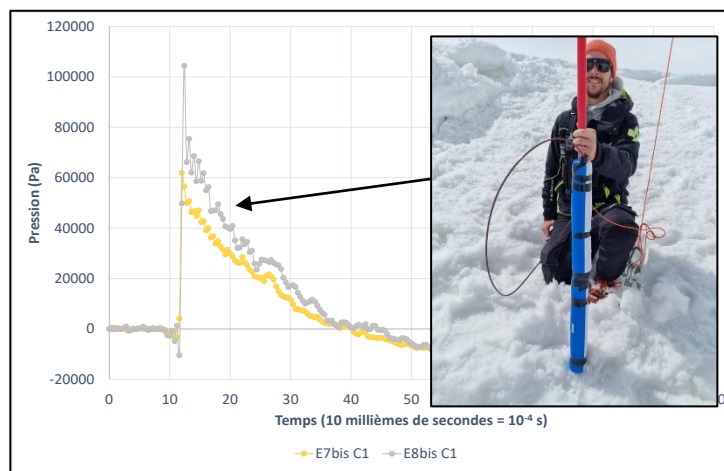
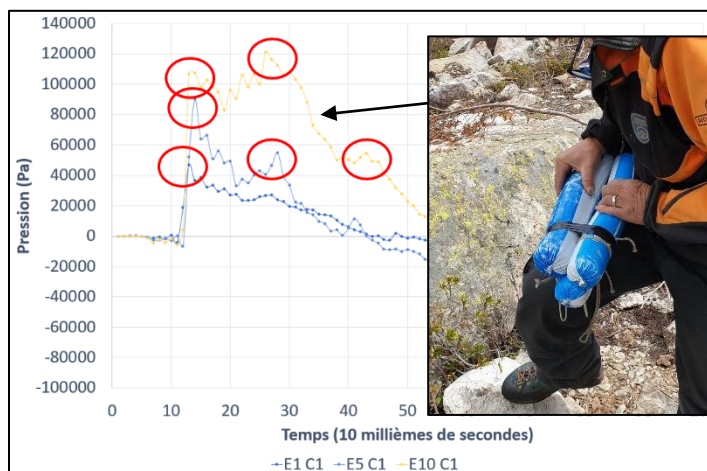
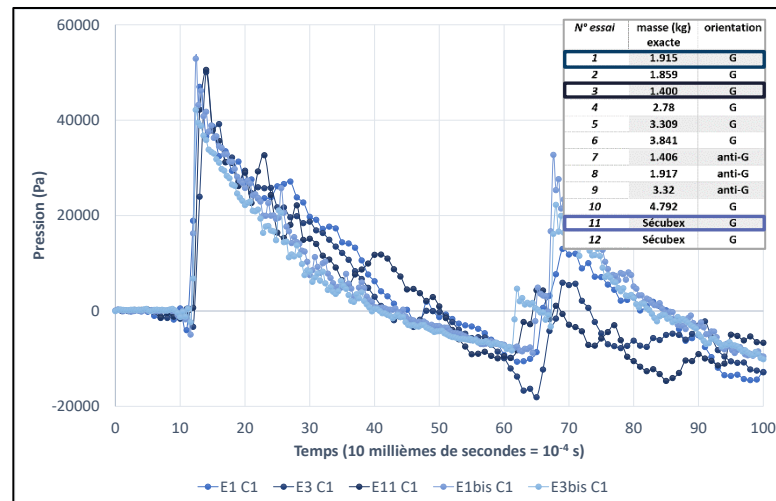
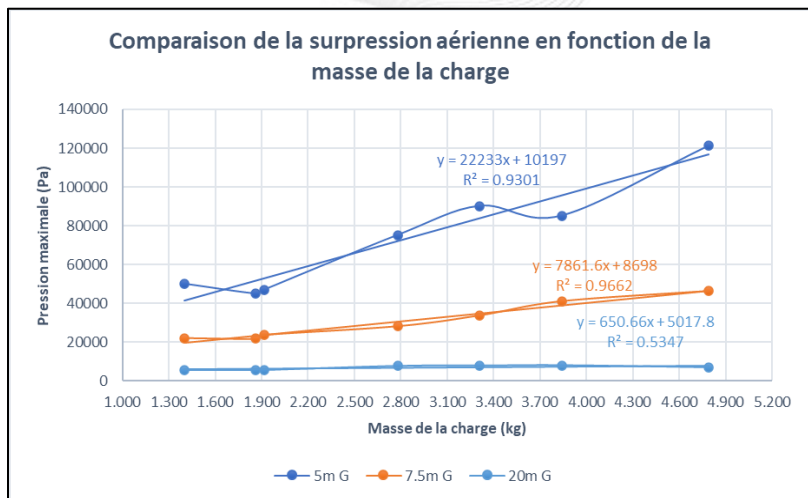
- OK Emulstar
- Influence du mélange Sécubex ?
- Déplacement de l'onde de choc à la vitesse du son

N° essai	masse (kg) exacte	orientation	Nb de charges	Distance capteur 3
1	1.915	G	1	19m
2	1.859	G	1	15m
3	1.400	G	1	19m
4	2.78	G	2	19m
5	3.309	G	2	19m
6	3.841	G	2	19m
7	1.406	anti-G	1	19m
8	1.917	anti-G	1	15m
9	3.32	anti-G	2	19m
10	4.792	G	3	19m
11	Sécubex	G	1	19m
12	Sécubex	G	1	15m



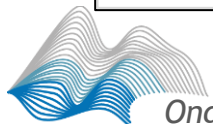
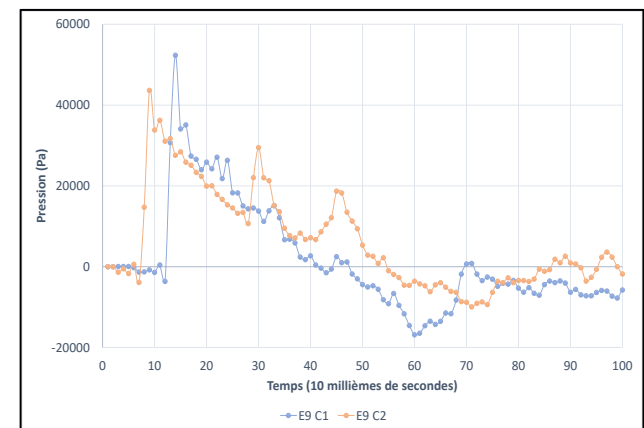
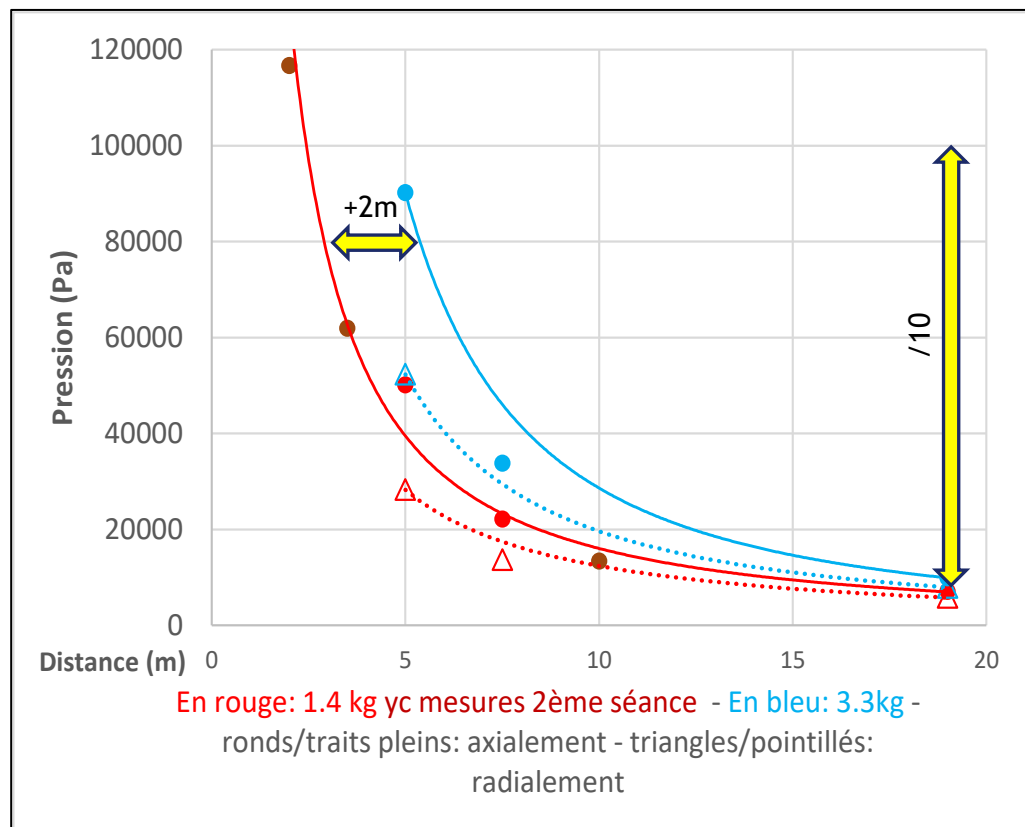
Influence de la masse:

- Croissance ... modérée sauf à courte distance
- Analogie 1.4 kg, 1.9kg et Secubex dans l'air globalement confirmée le 16/04/2021
- (fortes) pertes par couplage de charges cote-à-cote (mais moins bout à bout)



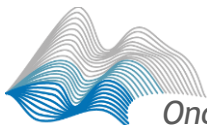
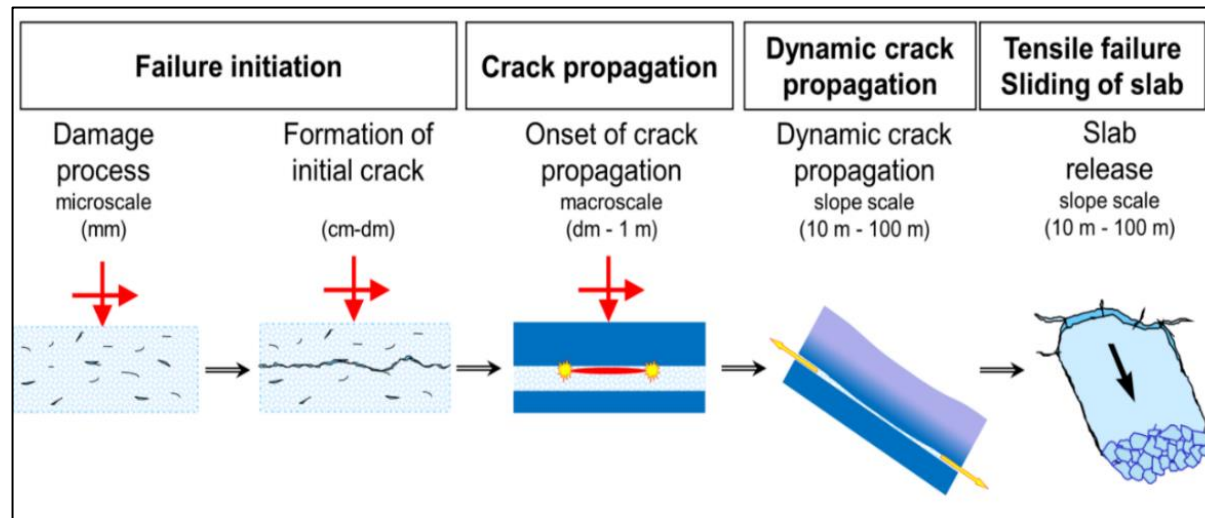
Influence de la distance:

- Décroissance très rapide dans l'air
- Diffusion non sphérique et influence majeure de l'orientation: charge "double" mal orientée $\approx$ charge simple bien orientée
- Confirmation par comparaison gravitaire - anti-gravitaire: diffusion "oblongue"



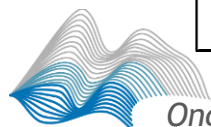
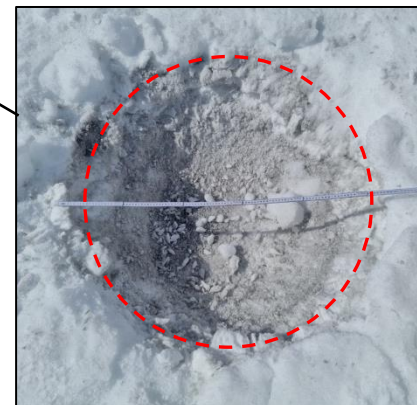
Et avec la neige ?

- Tendances ~~vraisemblablement analogues~~ "différentes" au moins en neige humide par rapport aux explosions aériennes !
- Mais amortissement encore plus important:
 - Du fait de la transmission air-neige
 - Puis dans la complexité du manteau neigeux
- Zone d'influence finalement très limitée... à la recherche d'un point d'initiation de la cassure (pour déclenchement de plaque)



Avec la neige : *logiquement*:

Ref. essai	masse (kg) charge	Orienta-tion	Assemblage	Position vs neige	Position déto	Schéma	Profondeur	Diamètre max	Diamètre min
A	1.9 kg	verticale	-	semi-enfoncée	en haut		55 cm	110 cm	
B	1.9 kg	verticale	-	semi-enfoncée	en bas		61 cm	136 cm	
C	1.9 kg	Horizontale	-	surface	extrémité		59 cm	120 cm	
D	1.9 kg	Horizontale	-	surface	milieu haut		57 cm	132 cm	106 cm
E	1.9 kg	Horizontale	-	surface	milieu bas		64 cm	134 cm	110 cm
F	2x1.4kg	verticale	côte à côte	surface	en haut		52 cm	144 cm	134 cm
G	2x1.4kg	verticale	côte à côte	surface	en bas		71 cm	157 cm	
H	2x1.4kg	verticale	côte à côte	sur jalon 27cm neige	en haut		Pas de cratère		
I	2x1.4kg	verticale	côte à côte	sur jalon 27cm neige	en bas		Pas de cratère		
J	2x1.4kg	verticale	l'une sur l'autre	sur jalon ras neige	en haut		17 cm	55 cm	50 cm
K	2x1.4kg	verticale	l'une sur l'autre	sur jalon ras neige	en bas		25 cm	60 cm	
L	9x1.4kg	Horizontale	pyramide	sur neige	milieu dessus		110 cm	350 cm	



Avec la neige : “contradictoirement”

Ref. essai	masse (kg) charge	Orientation	Assemblage	Position vs neige	Position déto	Schéma	Profondeur	Diamètre max	Diamètre min
A	1.9 kg	verticale	-	semi-enfoncée	en haut		55 cm	110 cm	
B	1.9 kg	verticale	-	semi-enfoncée	en bas		61 cm	136 cm	
C	1.9 kg	Horizontale	-	surface	extrémité		59 cm	120 cm	
D	1.9 kg	Horizontale	-	surface	milieu haut		57 cm	132 cm	106 cm
E	1.9 kg	Horizontale	-	surface	milieu bas		64 cm	134 cm	110 cm
F	2x1.4kg	verticale	côte à côte	surface	en haut		52 cm	144 cm	134 cm
G	2x1.4kg	verticale	côte à côte	surface	en bas		71 cm	157 cm	
H	2x1.4kg	verticale	côte à côte	sur jalon 27cm neige	en haut			Pas de cratère	
I	2x1.4kg	verticale	côte à côte	sur jalon 27cm neige	en bas			Pas de cratère	
J	2x1.4kg	verticale	l'une sur l'autre	sur jalon ras neige	en haut		17 cm	55 cm	50 cm
K	2x1.4kg	verticale	l'une sur l'autre	sur jalon ras neige	en bas		25 cm	60 cm	
L	9x1.4kg	Horizontale	pyramide	sur neige	milieu dessus		110 cm	350 cm	

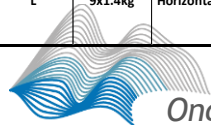
→ Faible influence de la masse: ici aussi, “petite” charge bien placée > “grosse” charge mal placée

→ Forte influence de la position du détonateur dans la neige humide au point d’obtenir des résultats contradictoires avec les tendances dans l’air

→ Meilleure contribution de l’effet radial

→ Concurrence entre le développement de l’explosion comme illustré par les mesures dans l’air et le confinement (initial) de la charge par la neige humide

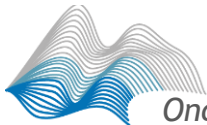
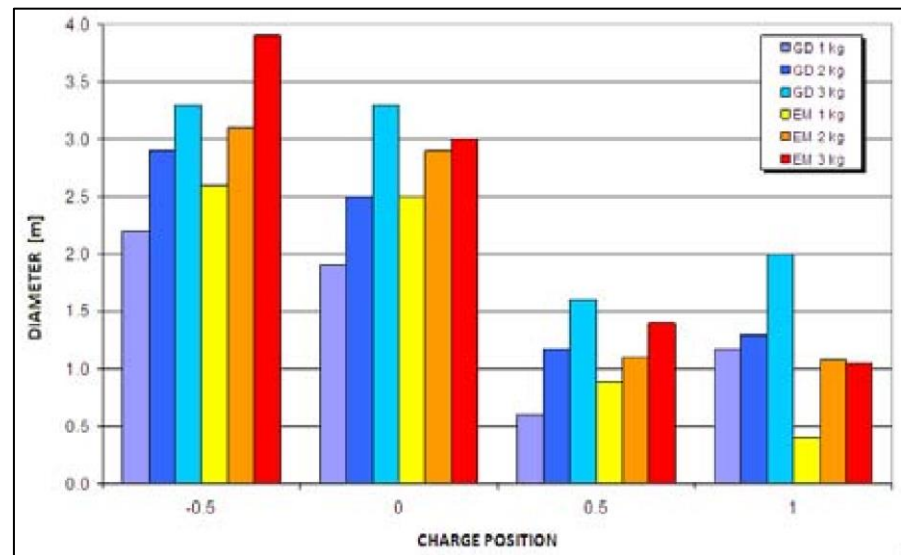
→ Après avec 13.6 kg... ;-)



Avec la neige : “bibliographiquement”

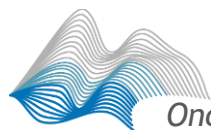


Charge Location, Cap Orientation	Shot 1 1 m, down	Shot 2 surface, up	Shot 3 surface down	Shot 4 -0.5 m, up
Crater depth (cm)	11	31	35	80
Crater diameter (cm)	119	83	90	240
Inside diameter of surface debris ring (cm)	200	180	155	NA



Conclusions & perspectives

- Sauf collaboration “sympathique” du manteau neigeux, très forte décroissance avec la distance non compensable avec la quantité d'explosif → placement de la charge
- Vérification analogie 1.4kg / 1.9kg OK dans l'axe vu même longueur = même développement de l'explosion ?! (radialement, sur-matière de seulement 16%)
- Mesures “originales” dans la neige OK pour neige de printemps : effet dans le manteau neigeux majoré par confinement du détonateur et de la charge (analogie roche) donc à l'opposé du développement “directionnel” dans l'air !!
- A venir:
 - Mesures dans la neige fraîche (“Hauteur optimale pour les neiges récentes: 2m” selon H. Gubler... donc dans l'air), plaquée ? Protocole de mesure simplifié pour volontaires ?
 - Mesures “originales” complémentaires: charges pré-confinées dans l'air, statistiques lancers de charges selon position corde, charges déflagrantes selon le même protocole, autres formes ?
 - Equipe de relecture en vue guide d'information (ou plus) ADSP (y compris partie de sensibilisation aux effets physiologiques)





Merci pour votre attention. Questions ?