

Capture rectangulaire

# 39<sup>e</sup> Session d'étude sur les techniques de sautage



Une nouvelle approche « 3D » du contrôle  
simultané des vibrations et des projections  
pour des sautages critiques  
*(un exemple concret en carrière)*

Dr. Ing. Thierry BERNARD

Cette activité est offerte par :



Faculté des sciences et de génie  
Département de génie des mines,  
de la métallurgie et des matériaux



et la Société d'Énergie Explosive du Québec

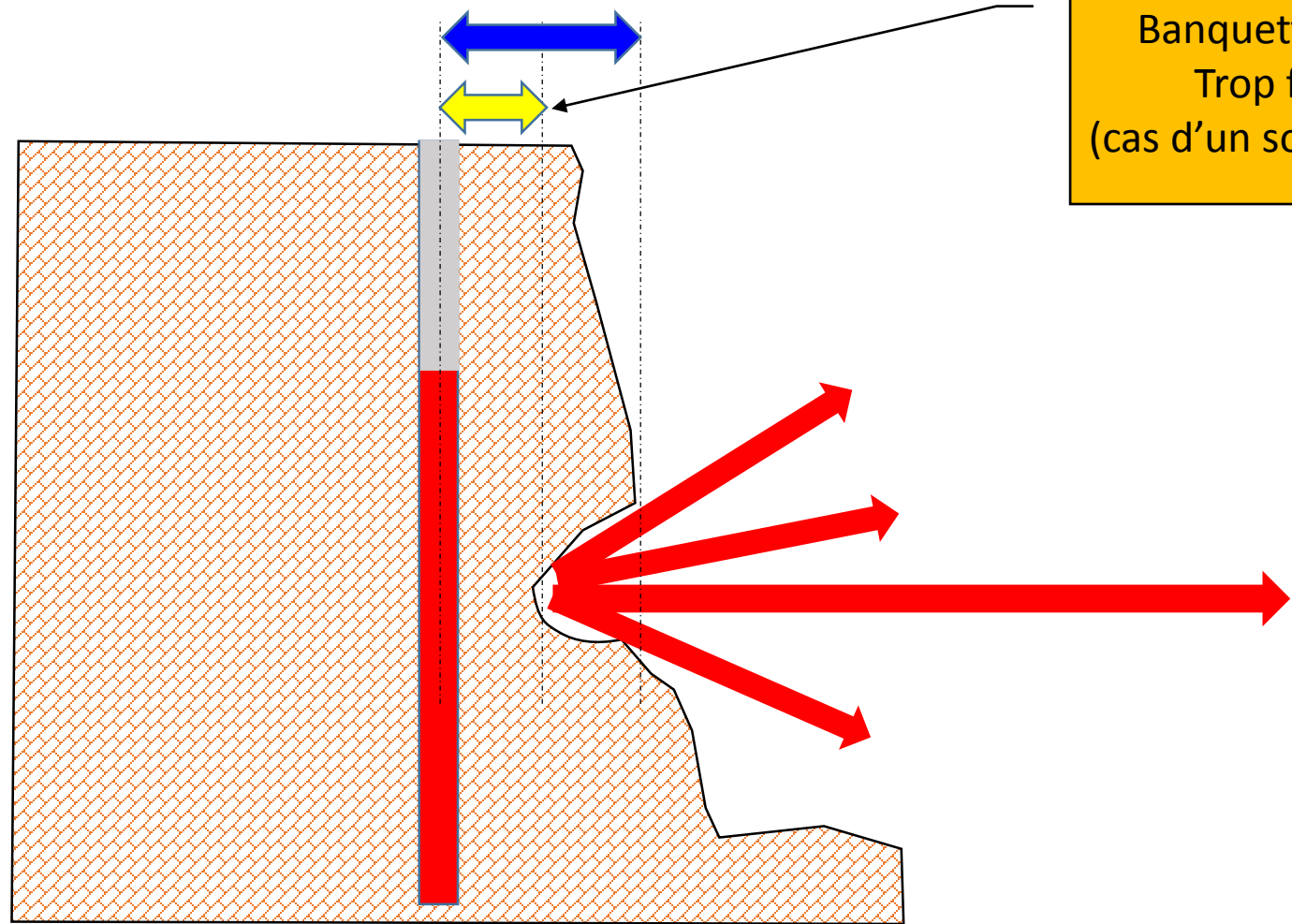
# Au programme

- **Les projections de face**
  - Causes, Conséquences, Mitigations
- **Les vibrations**
  - Causes, Conséquences, Mitigations
- **Les bénéfices de la 3D**
  - Profils critiques
  - Surfaces iso vibrations
- **Conclusion**

# Les projections de face



# Les causes des projections de face



# Des mesures supplémentaires lors des tirs de mines

Accueil > Régions > Namur > Le fil d'actu - jeudi 30 octobre 2014 05h00 - Patrick Iemaire - L'Avenir



Suite à l'incident de vendredi dernier, des précautions supplémentaires ont été prises hier lors d'un nouveau tir de mines.

Suite à l'incident de vendredi, au cours duquel deux habitations ont été abîmées par les projections de pierres lors d'un tir de mines du contournement couvinois, les spécialistes ont décidé de prendre quelques mesures de sécurité supplémentaires, dès hier, pour les nouvelles opérations du genre.

## Des riverains explosent de rage à cause d'un tir de mine raté à la carrière de Bellignies

Vendredi 9 août, 12 h 09. Le raffut est assourdissant, le chaos fugace. Des lustres valsent, des vitres se fendillent. Tremblement de terre ? Avion qui aurait passé le mur du son ? Tir de mine raté, dans la carrière Sécab de Bellignies. Les riverains sont furax.



Vlieënde klippe het gisteroggend groot skade in die omgewing van Doringkloof-winkelsentrum gesaal, nadat 'n ontploffing by die Lyttelton-dolomietmyn vermoedelik skeef geloop het.  
Foto's: Wahn Steele.

# Conséquences des projections de face



# Conséquences des projections de face



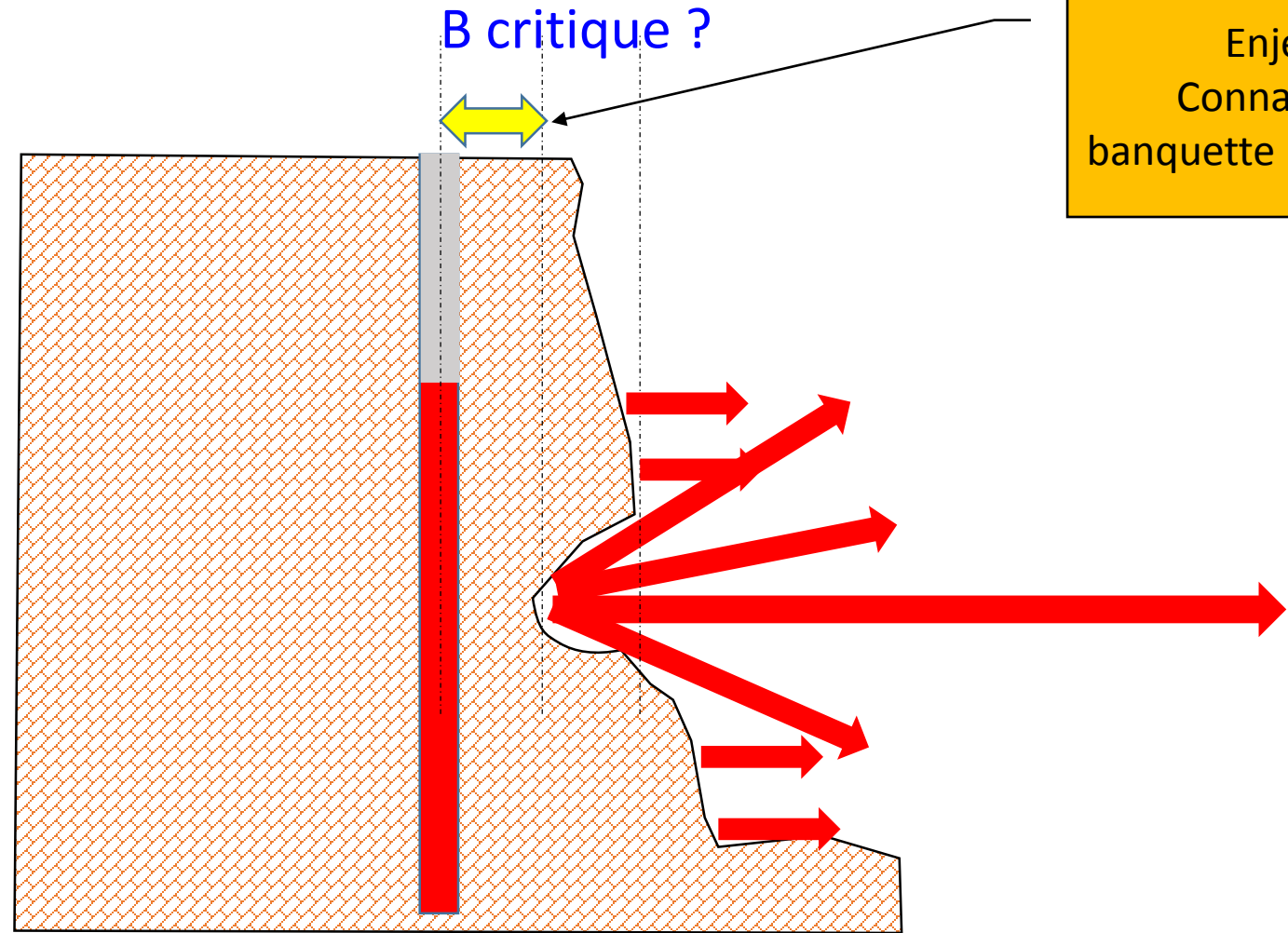
# Conséquences des projections de face



*“For the past two decades,  
most explosives-related **injuries and fatalities** in surface mines  
occurred when workers were **struck by rock**,  
either because they were too close to the blast  
or rock was **thrown much farther** than expected.”*

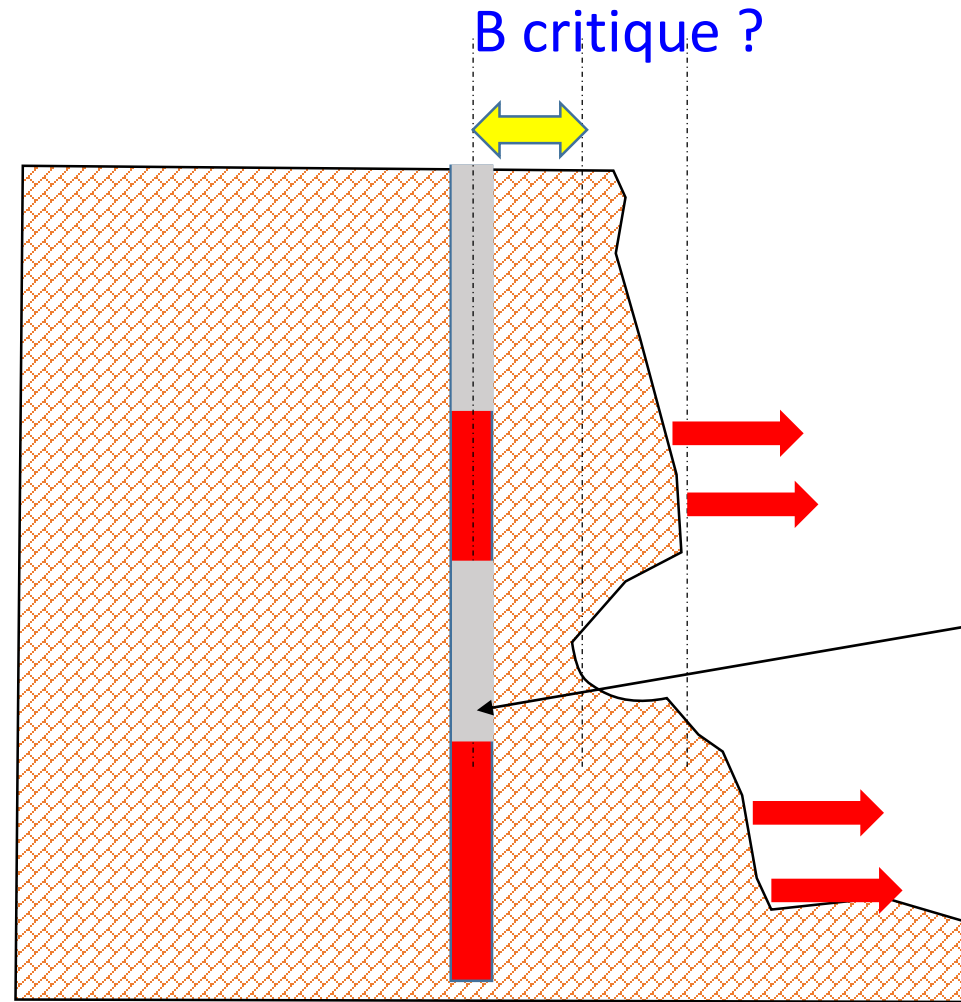
**Verakis & Lobb, 2003**

# Mitigation des projections de face

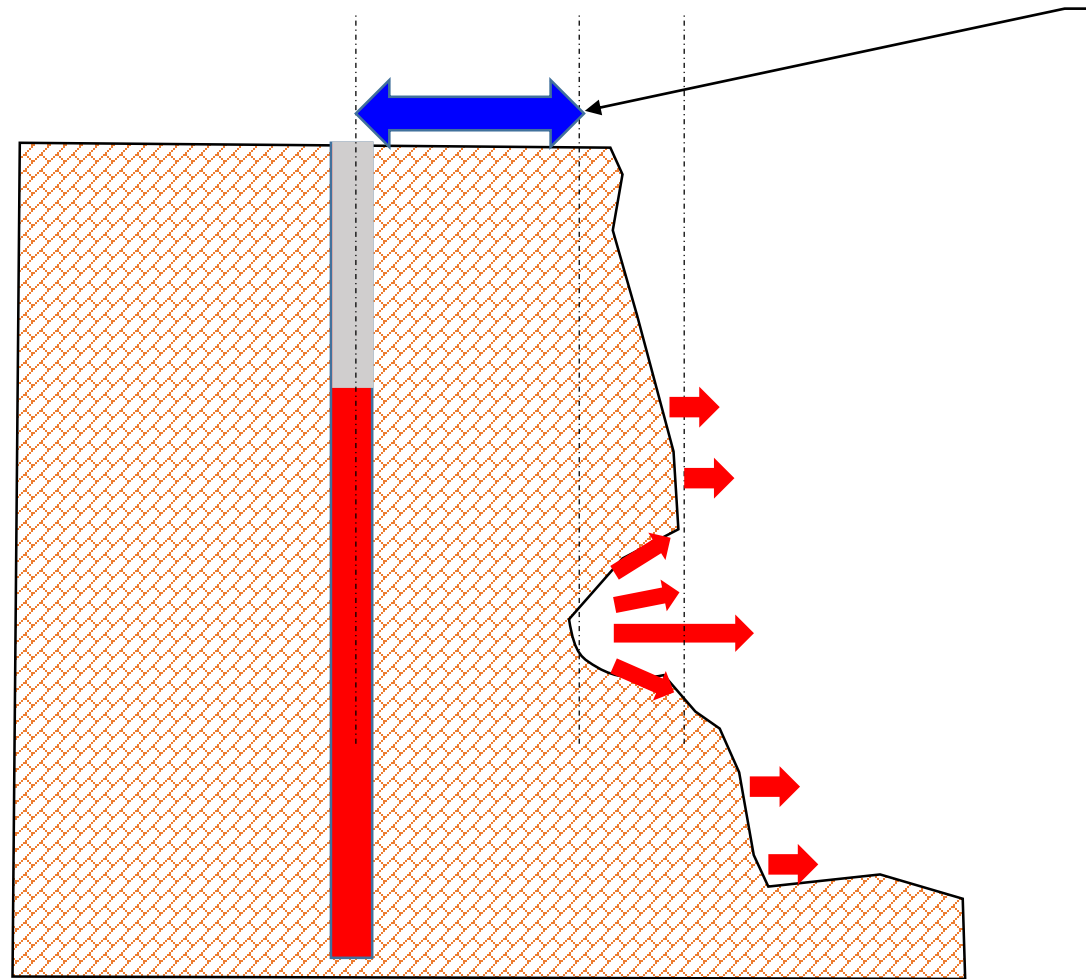


Enjeu :  
Connaitre la  
banquette minimale ?

# Mitigation des projections de face



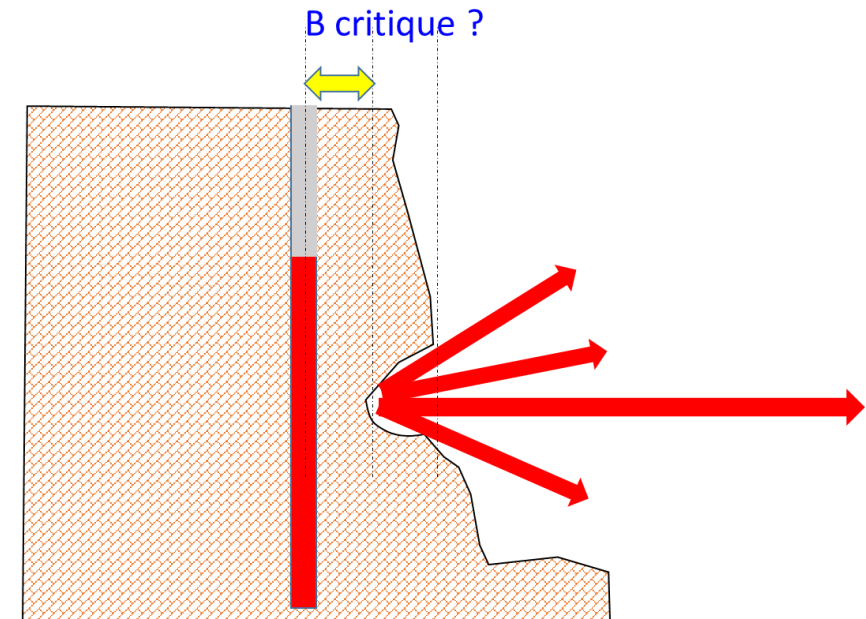
# Mitigation des projections de face



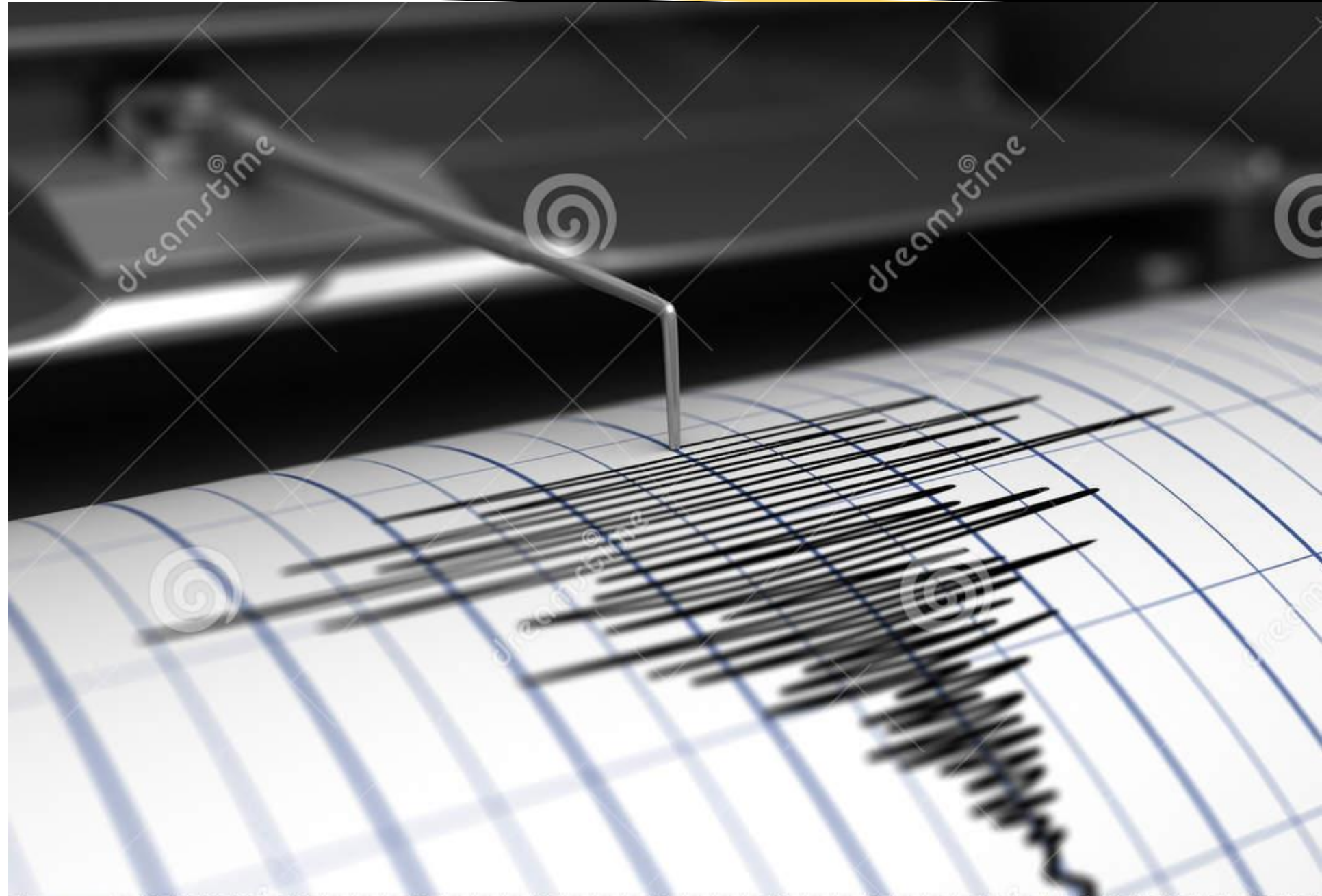
Augmentation de la  
banquette en tête  
pour conserver une  
banquette mini le  
long du trou

# Maitriser les Projections de face

- C'est connaitre précisément les **épaisseurs critiques** au droit de chaque trou de mine



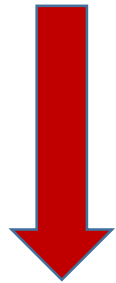
# Les vibrations



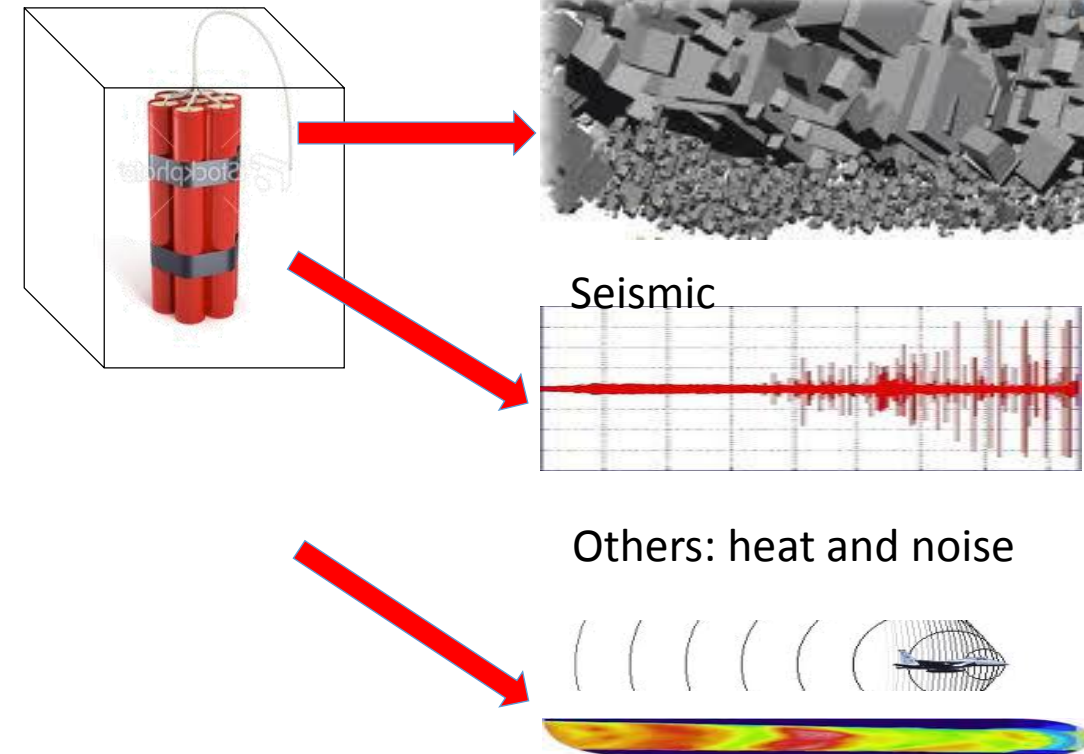
• L'Énergie Explosive se répartie comme suit :

1. Fragmentation
2. Sismique
3. Bruit
4. Chaleur

# Les vibrations



Représentent l'énergie dissipée sous forme sismique



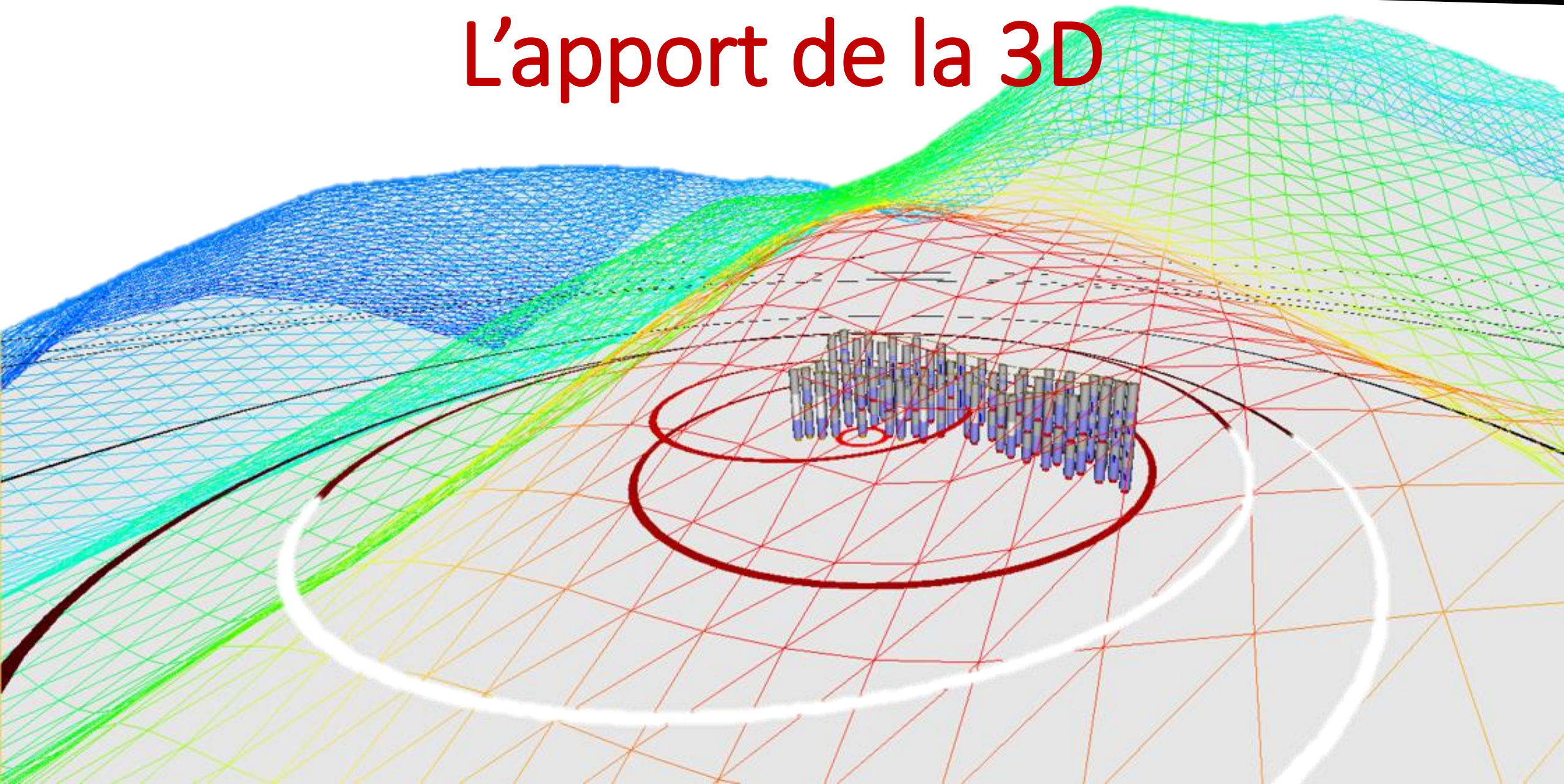
Conséquences  
des  
vibrations  
dans  
le site  
d'exploitation



Conséquences  
des  
vibrations  
en dehors  
du site  
d'exploitation



# L'apport de la 3D



# Profilage de Front 2D

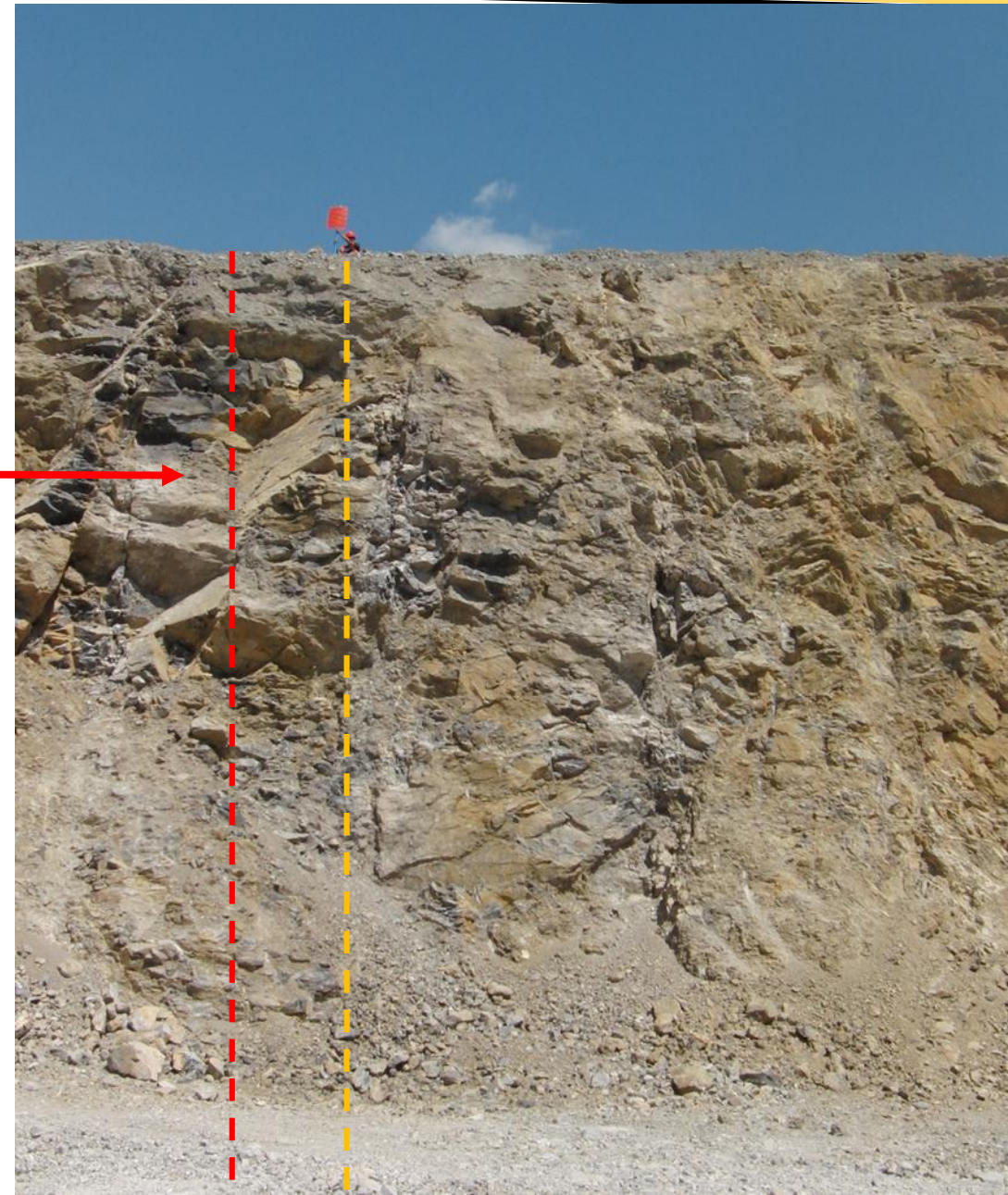
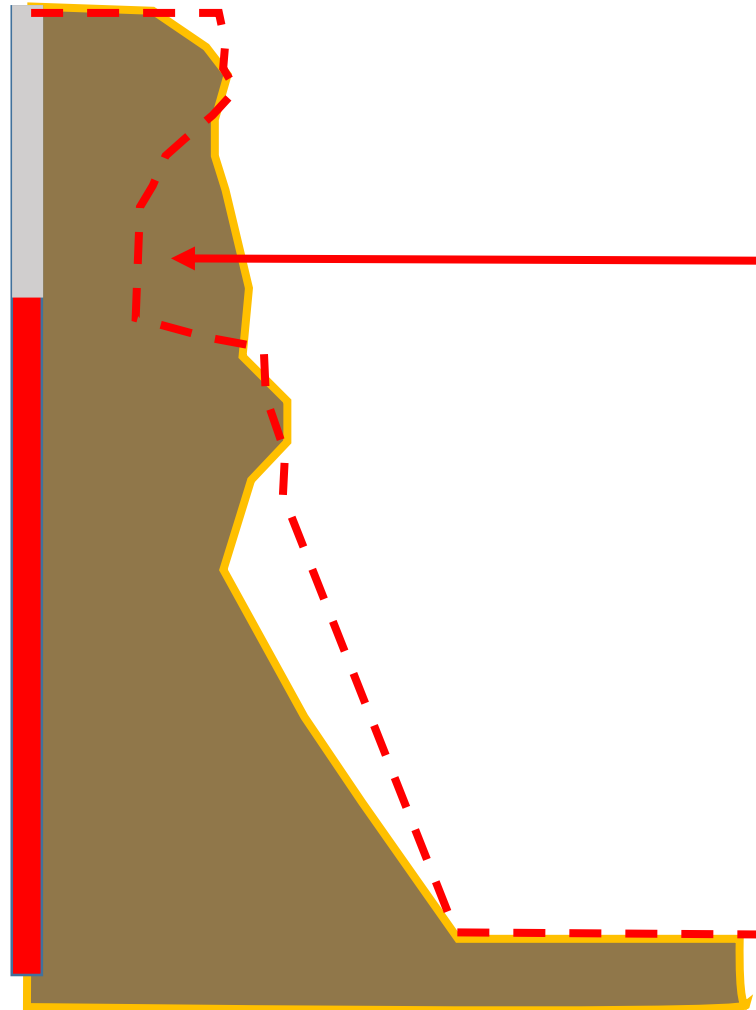
## LES PLUS

- Simple
- Permet de connaître les épaisseurs dans un plan au droit du trou



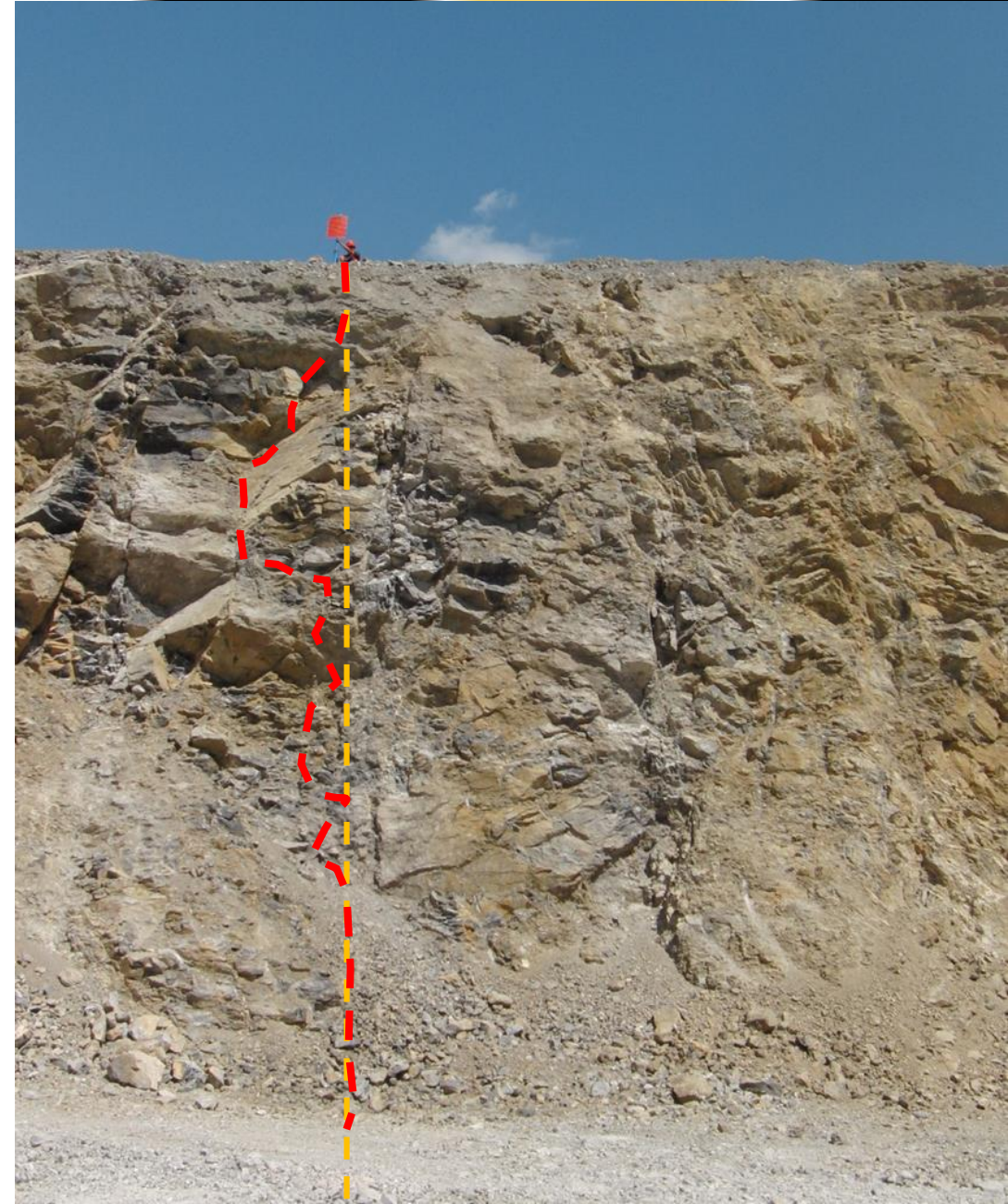
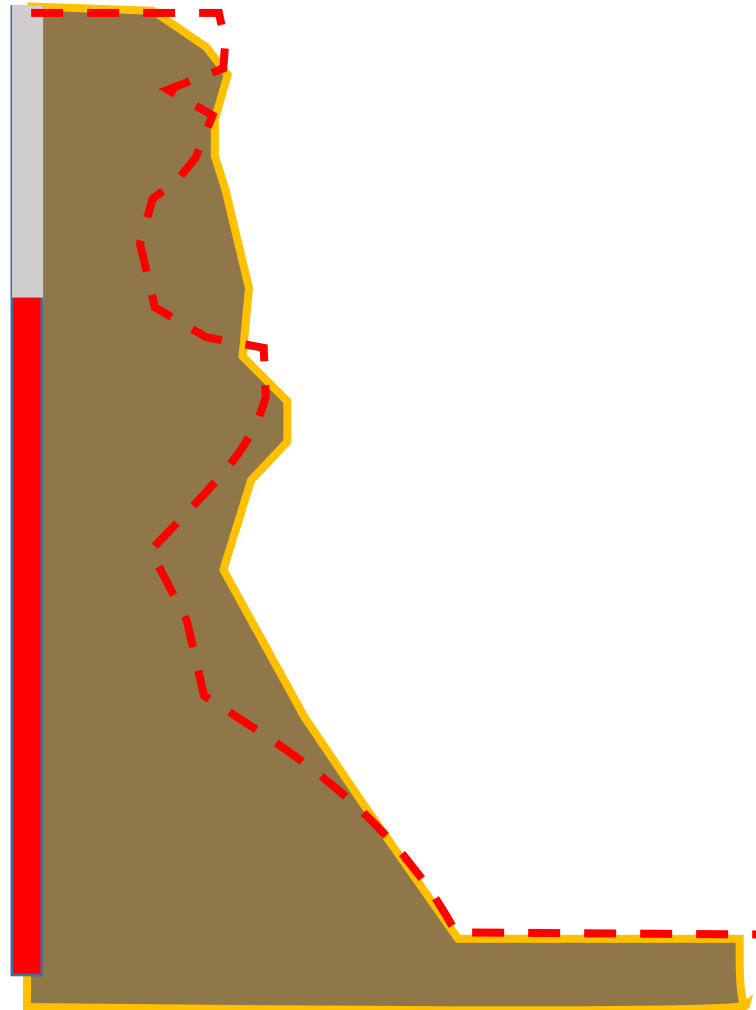
## Profile 2D LE MOINS

Risque de  
« louper » la  
zone  
d'épaisseur  
minimale



# Notion de Profile 3D critique

La plus petite distance au droit du trou dans toute les directions de l'espace



# COMMENT OBTENIR UN PROFILE CRITIQUE ?

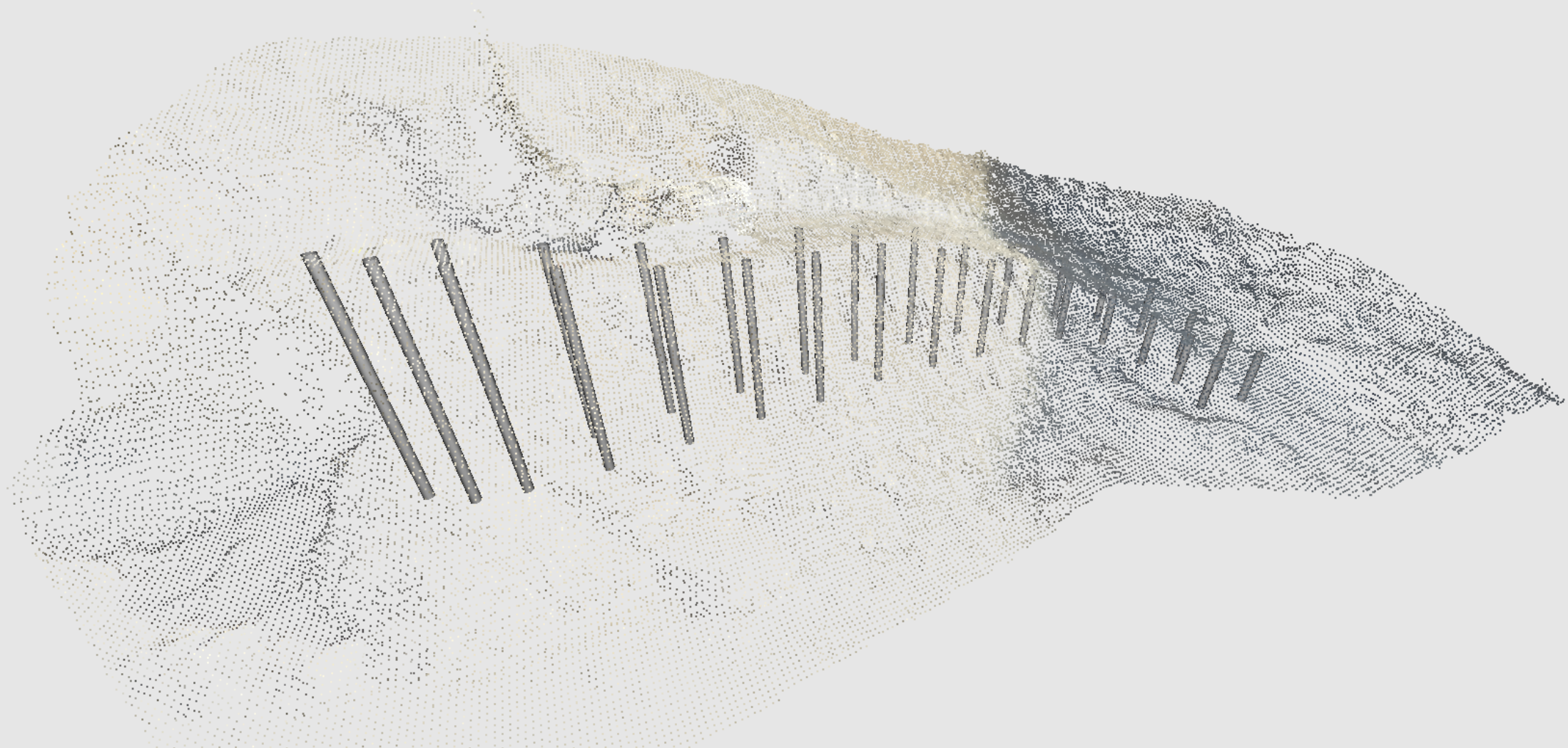


# Etape 1 : Acquérir un Nuage de Points du front de taille

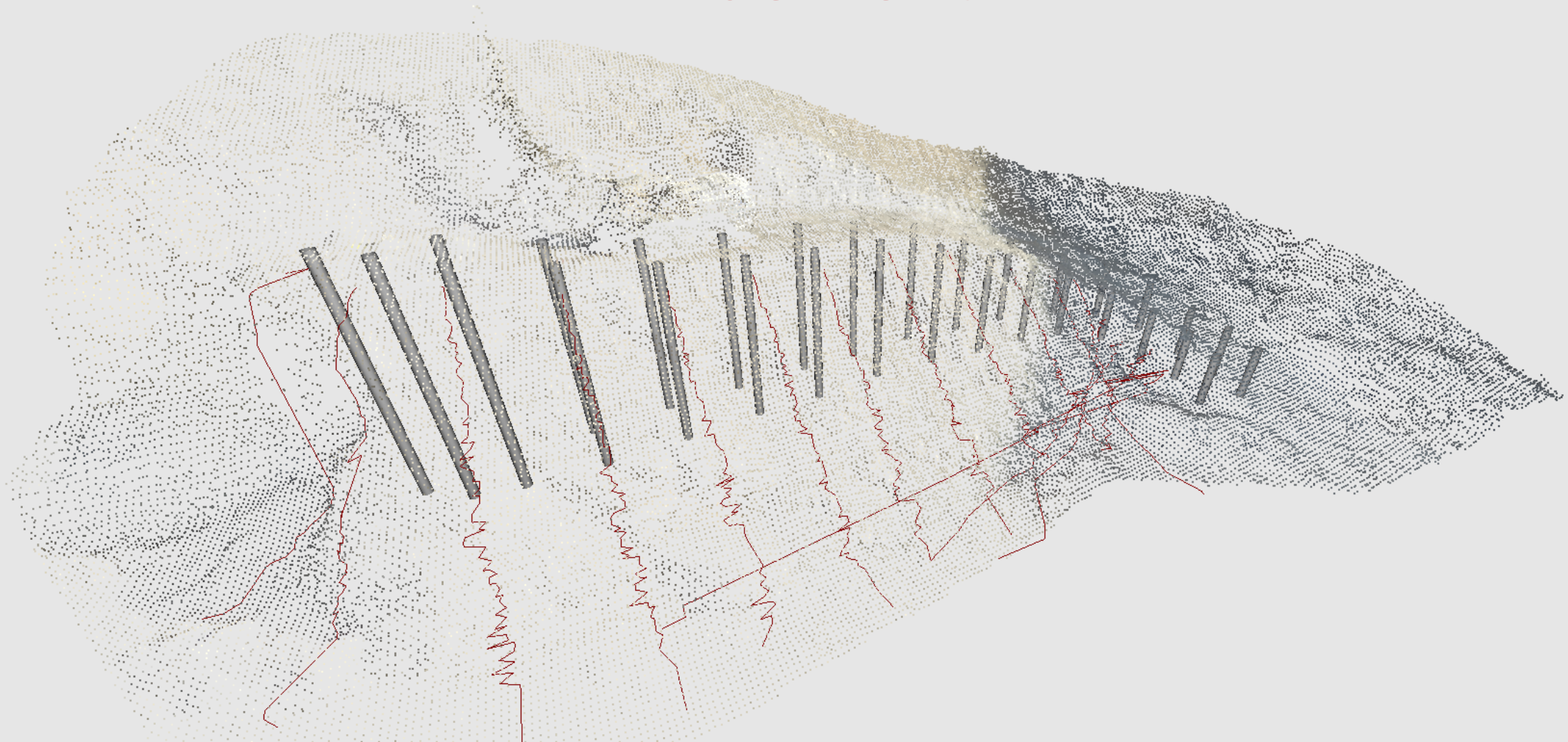


- Laser 3D
- Théodolite
- Stéréoscopie d'images
- Drones

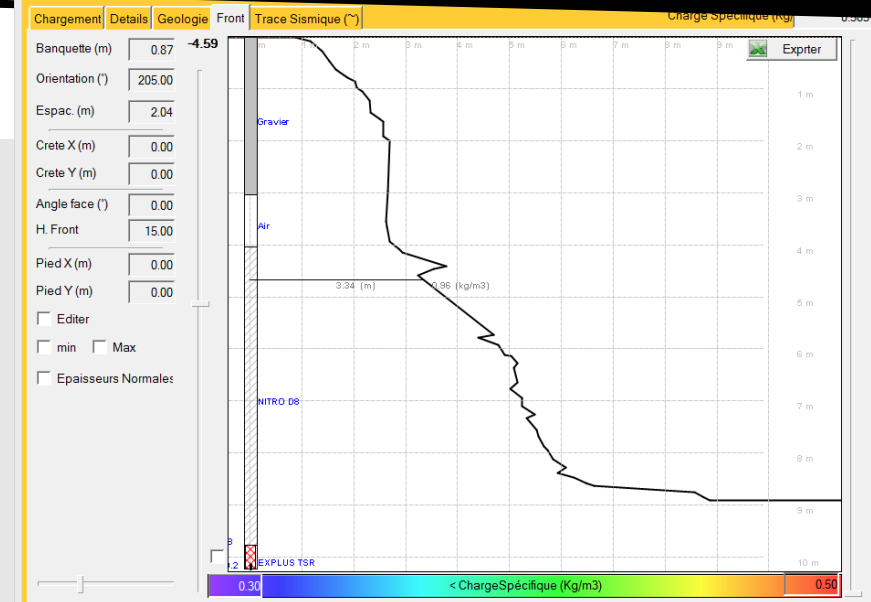
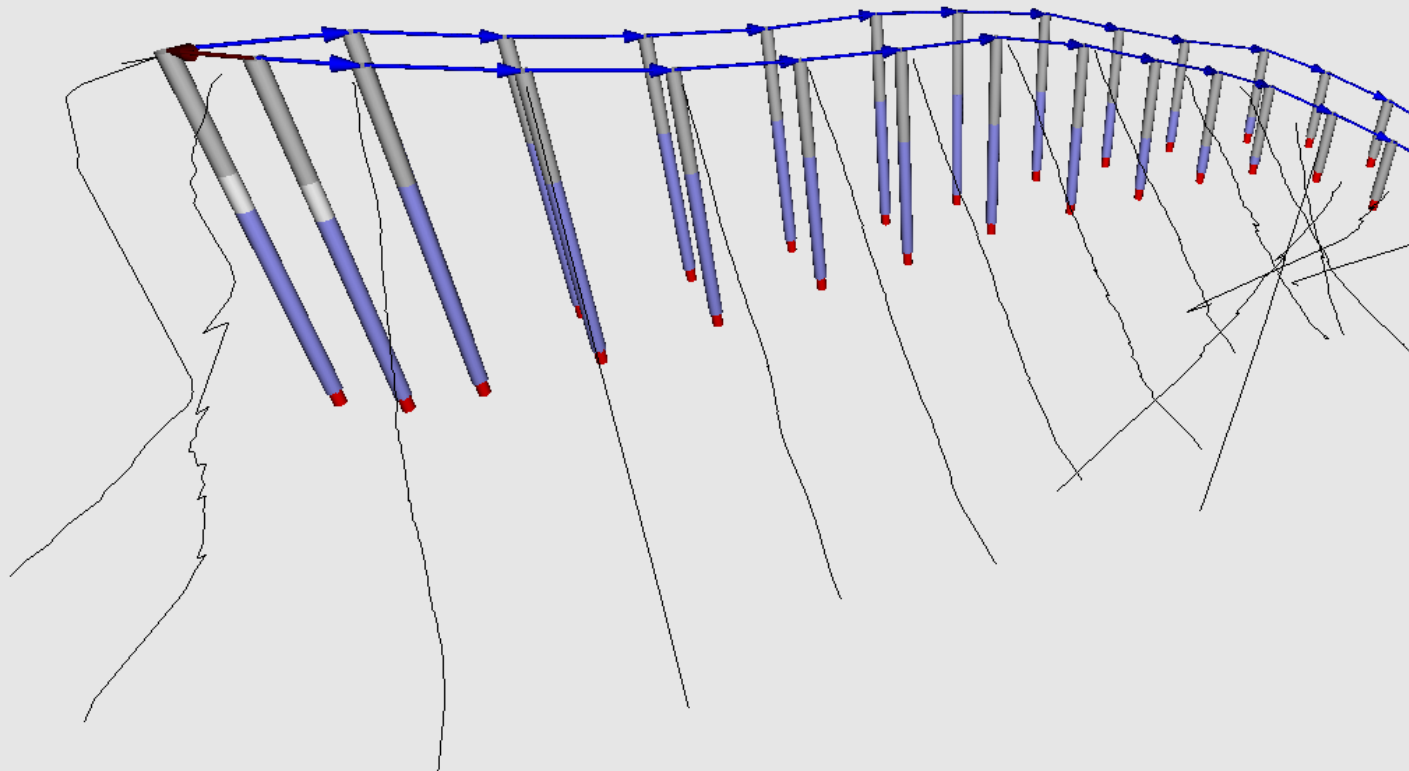
## Etape 2 : Implantation théorique des trous



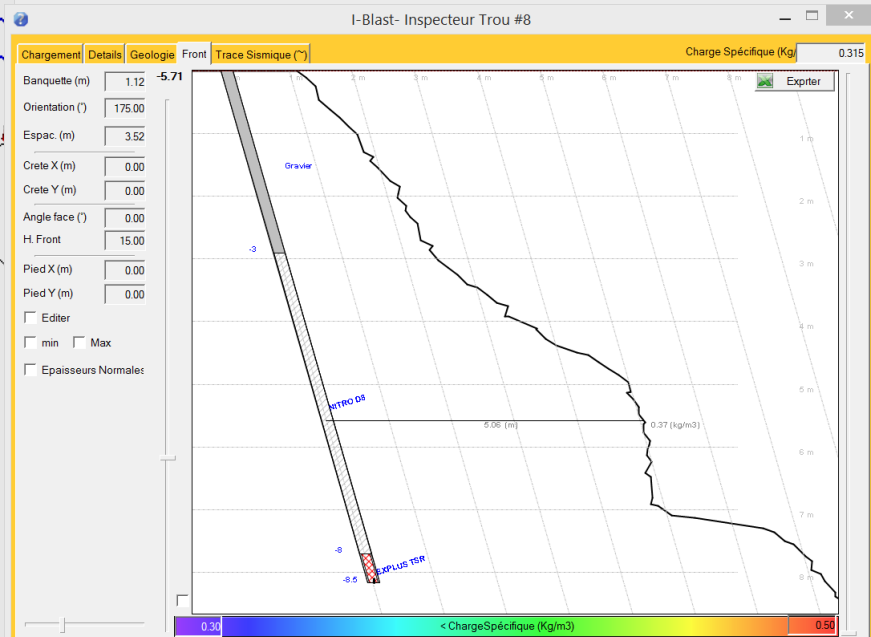
# Etape 3 : Recherche automatique des profils critiques de front



# Etape 3 : Conversion en profils 2D et Ajustement des trous

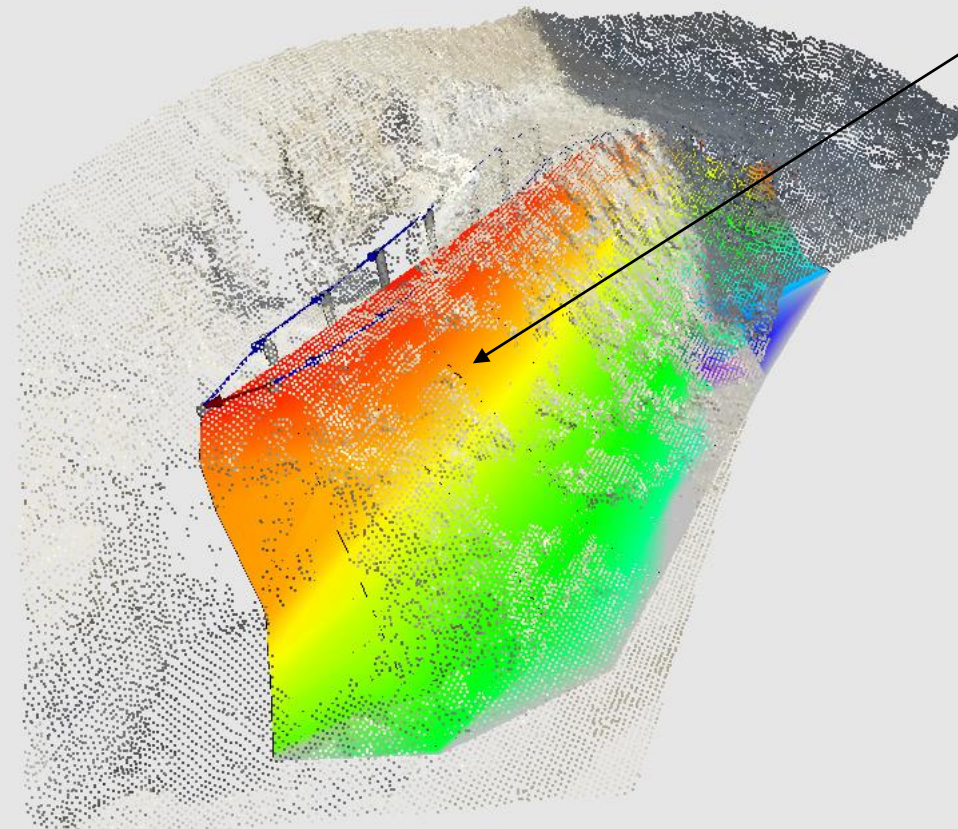


h=-4.59 m / B=3.34 m / CS=0.96 (kg/m3)



h=-5.49 m / B=5.06 m / CS=0.37 (kg/m3)

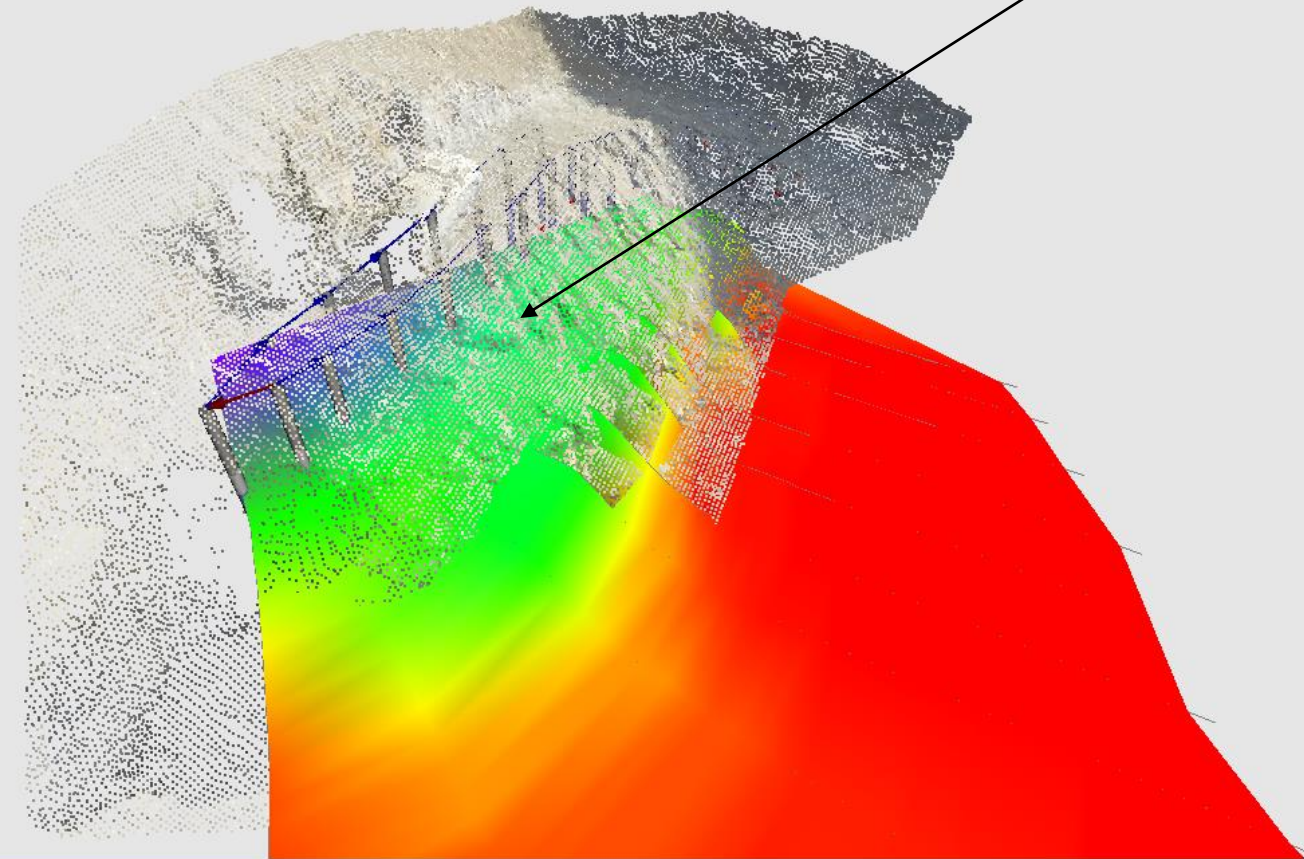
# Etape 4 : Simulations des projections de la 1er rangée



Front  
Avant le Tir



# Etape 4 : Simulations des projections de la 1er rangée

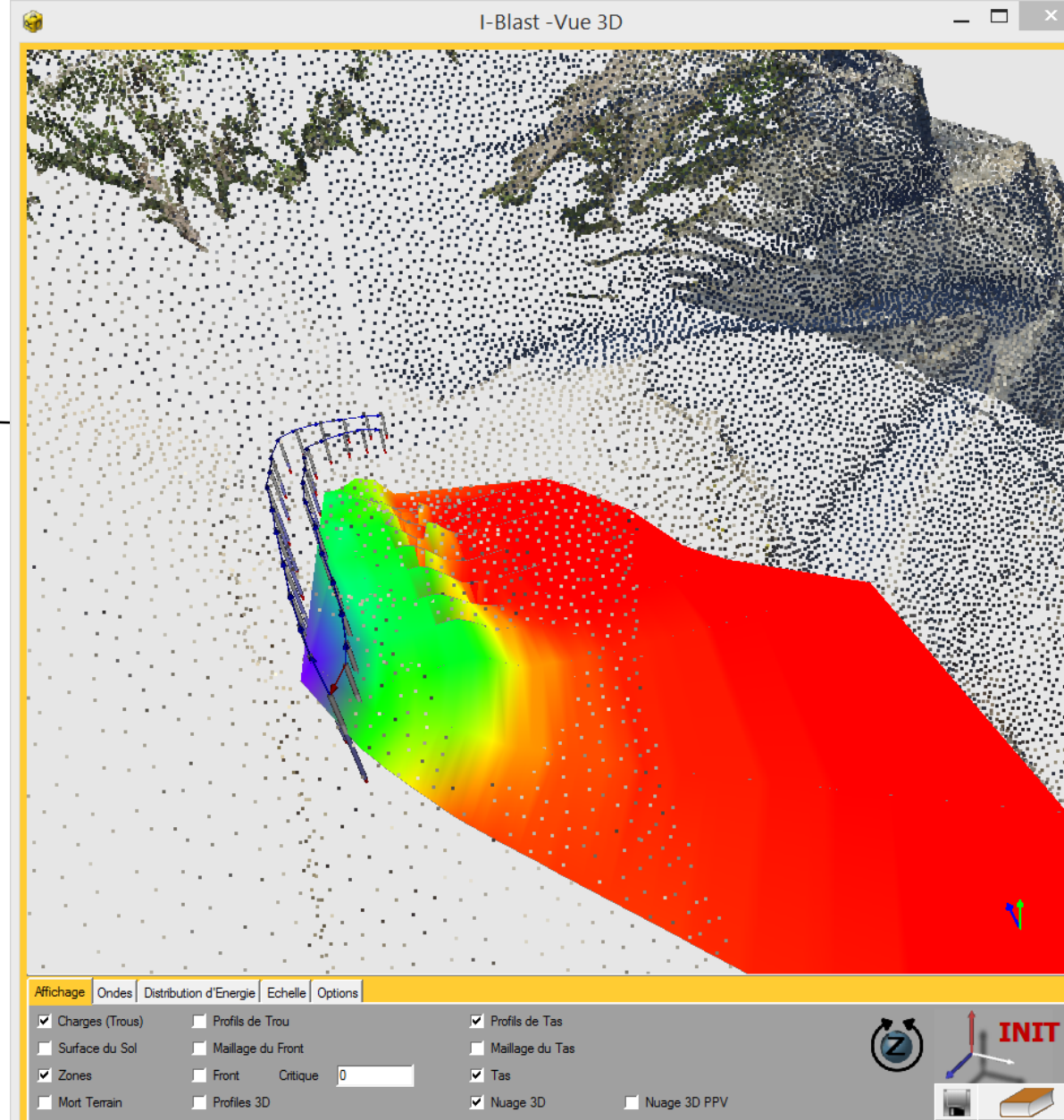


Tas abattu  
Après le Tir



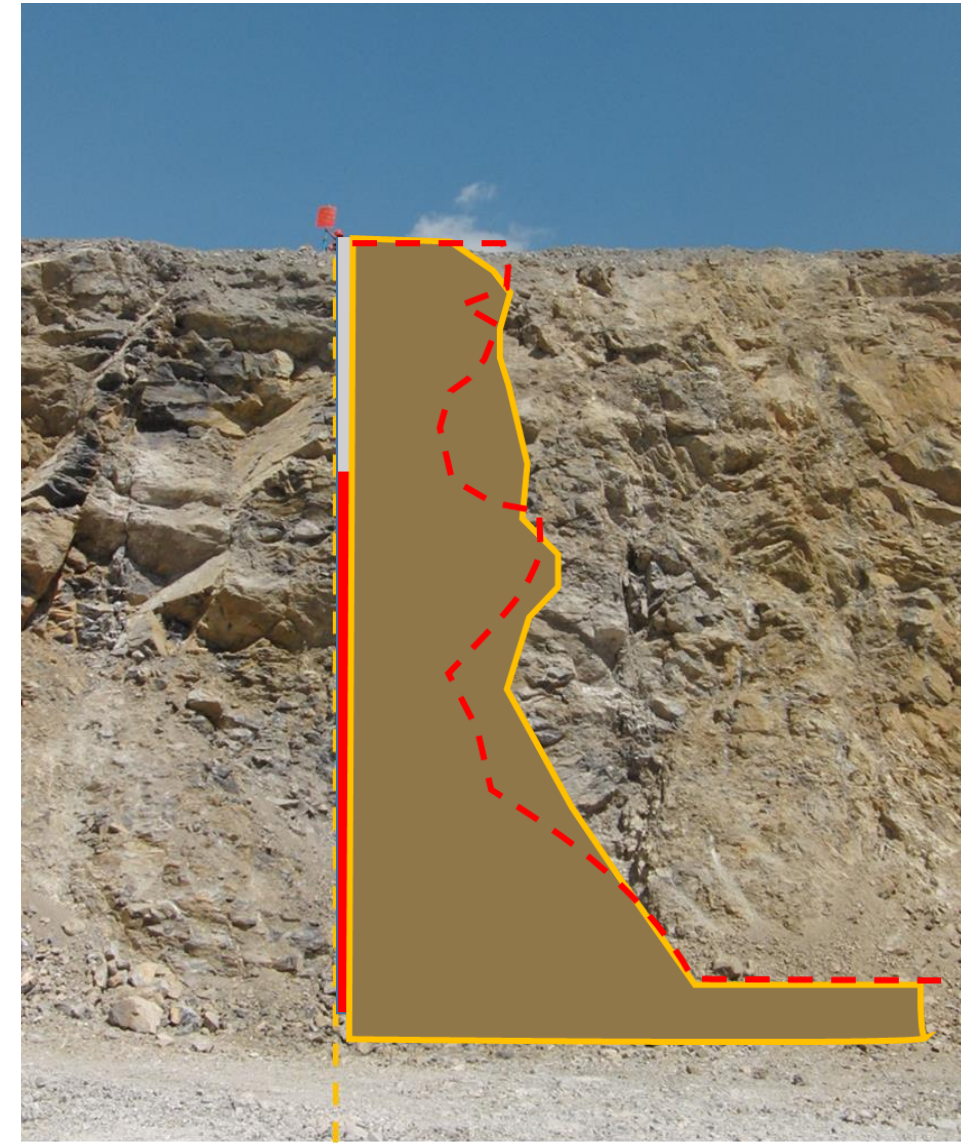
# Etape 4 : Simulations des projections de la 1er rangée

Tas abattu  
Après le Tir  
Dans l'environnement  
De la carrière



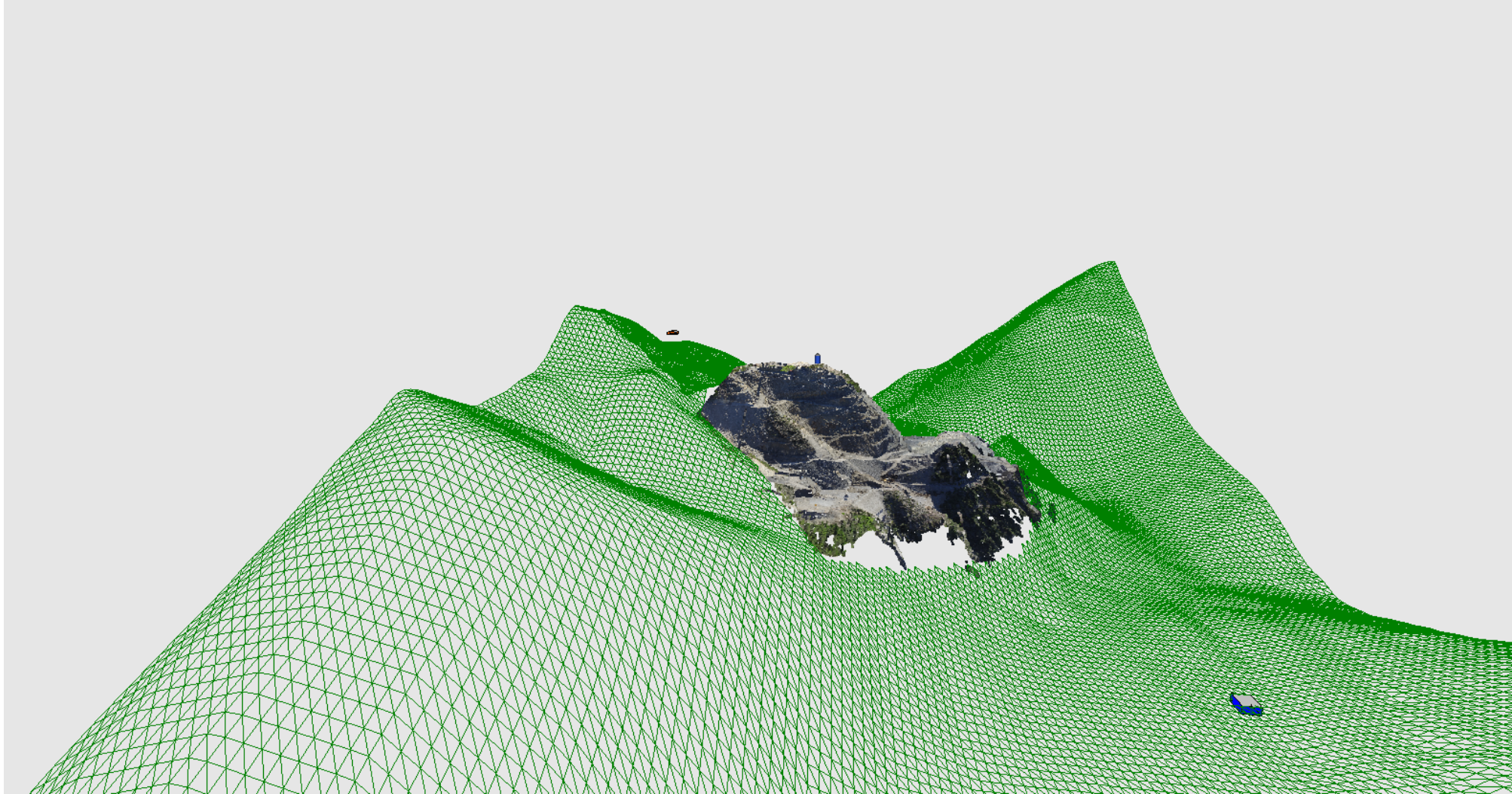
# Simulations des projections à partir d'une information 3D

- Basée sur la détermination d'un profil critique
- Permet de garantir une connaissance du fardeau minimum au droit du trou
- Permet de **minimiser le risque** de projection de face
- Permet d'**augmenter la sécurité** des tirs



# Modéliser les vibrations en 3D

- A partir du terrain en 3D
  - Drones
  - Google Map



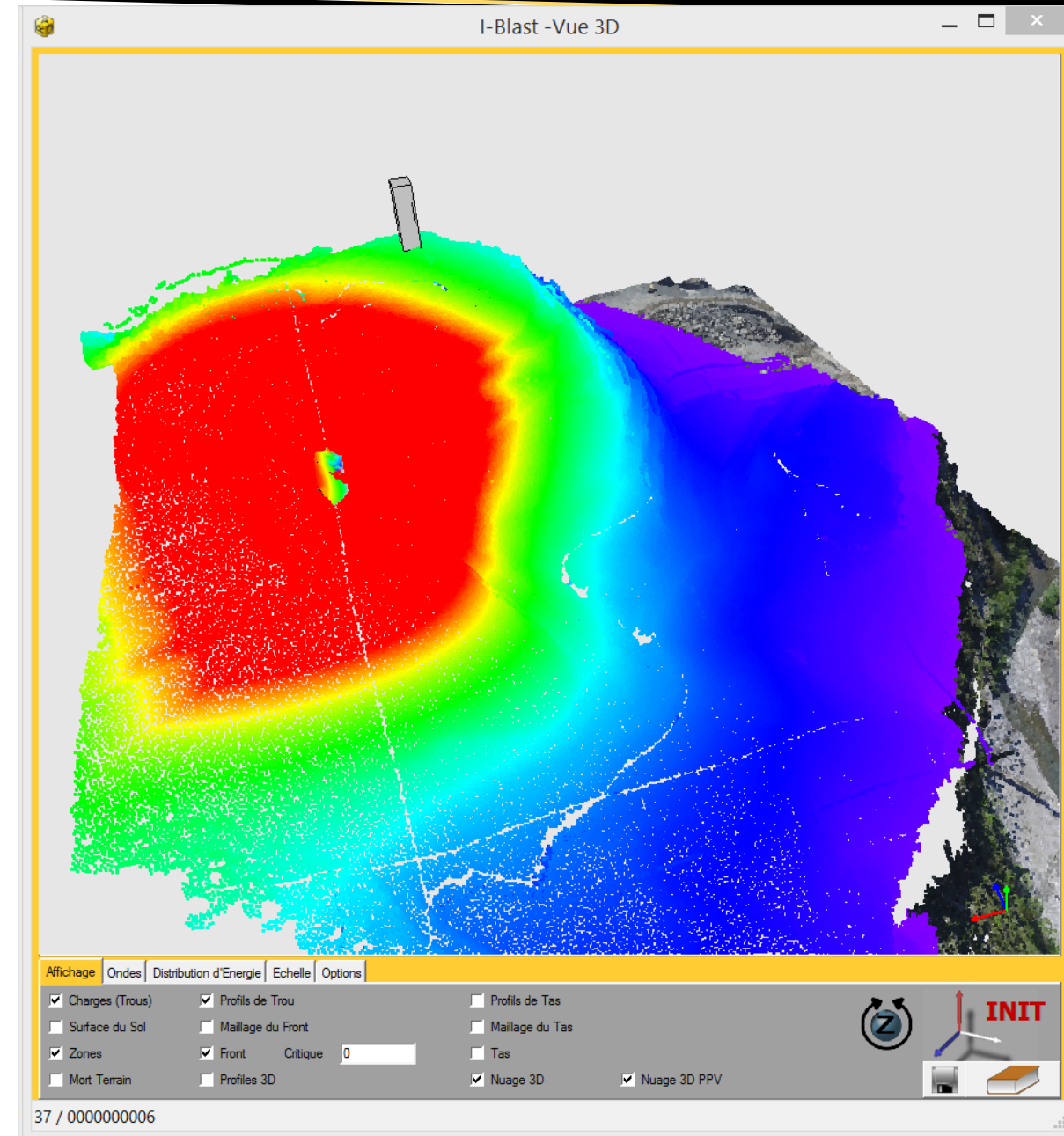
# Modéliser les vibrations en 3D

## • Objectif

- Obtenir une carte des vibrations dans l'environnement du tir en prenant en compte la morphologie du terrain
- Prise en compte de la Distance réelle du trajet des ondes

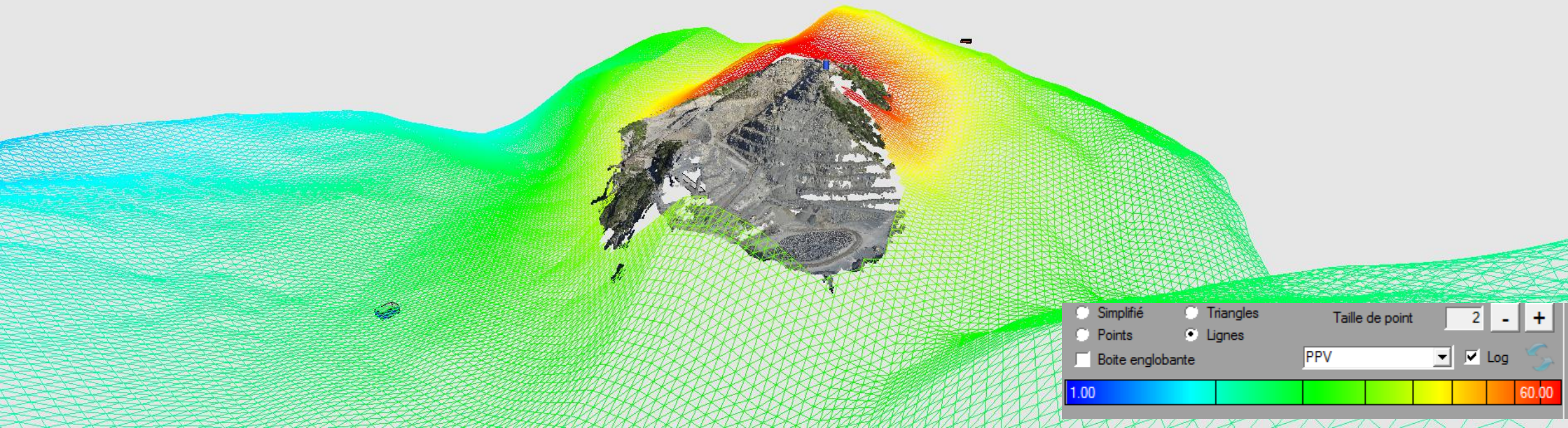
## • Simulations basées :

- Soit sur la méthode de la charge unitaire (K, Alpha)
- Soit sur la méthode du Trou Signature (TS, Alpha, Vp)



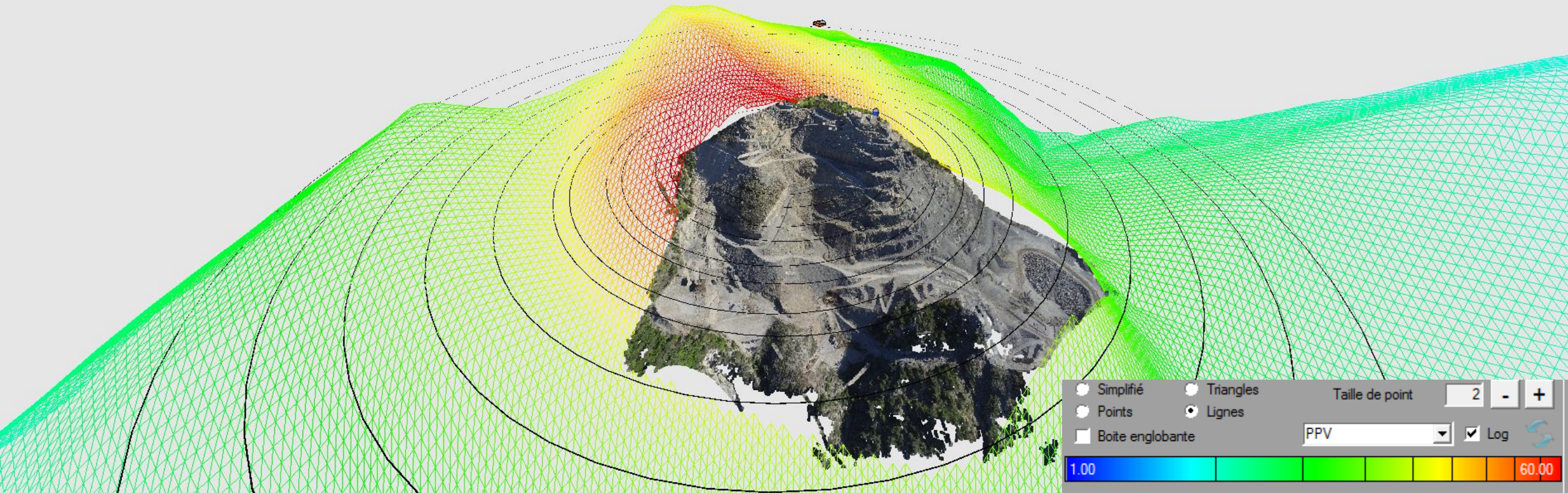
# Modéliser Les vibrations

- Visualiser les niveaux de vibrations
  - Grace à un code couleur appliqué à la surface du terrain
- Permet de connaitre l'impact du tir dans tout l'environnement



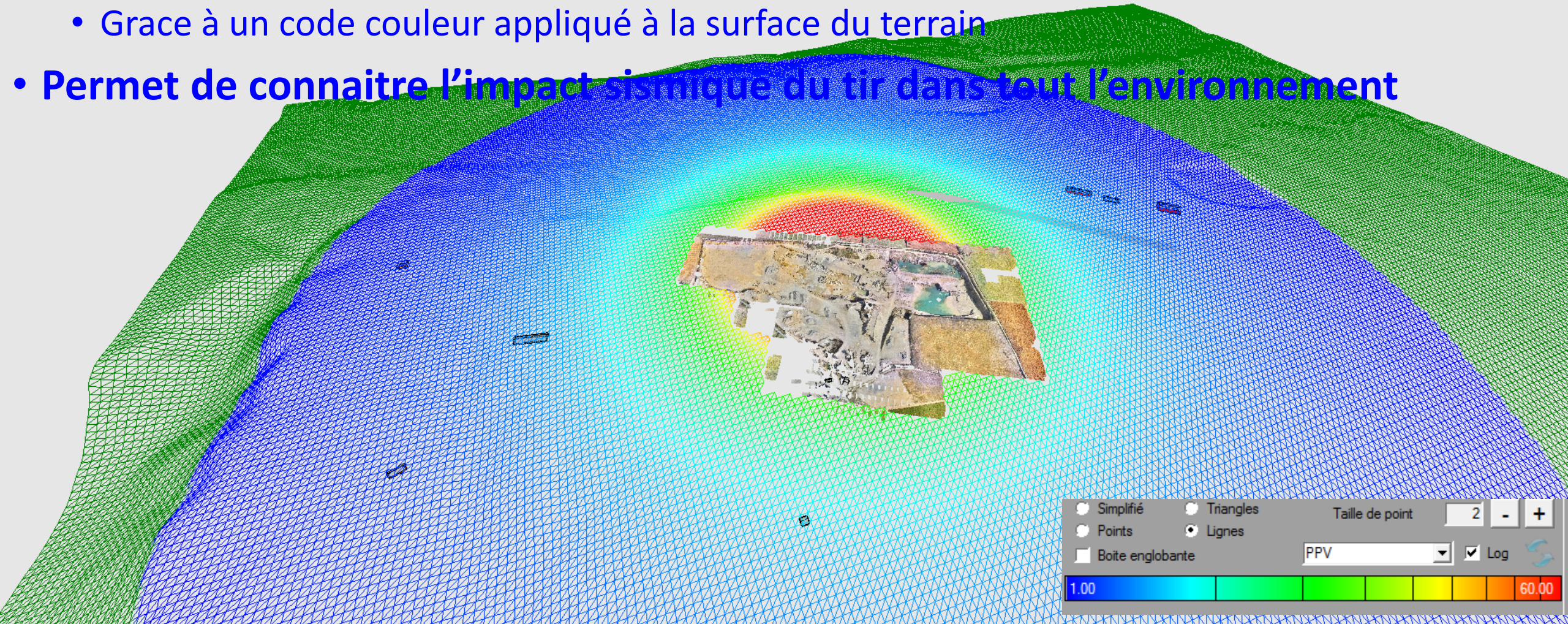
# Modéliser Les vibrations

- Visualiser les niveaux de vibrations
  - Grace à un code couleur appliqué à la surface du terrain
- Permet de connaitre l'impact sismique du tir dans tout l'environnement

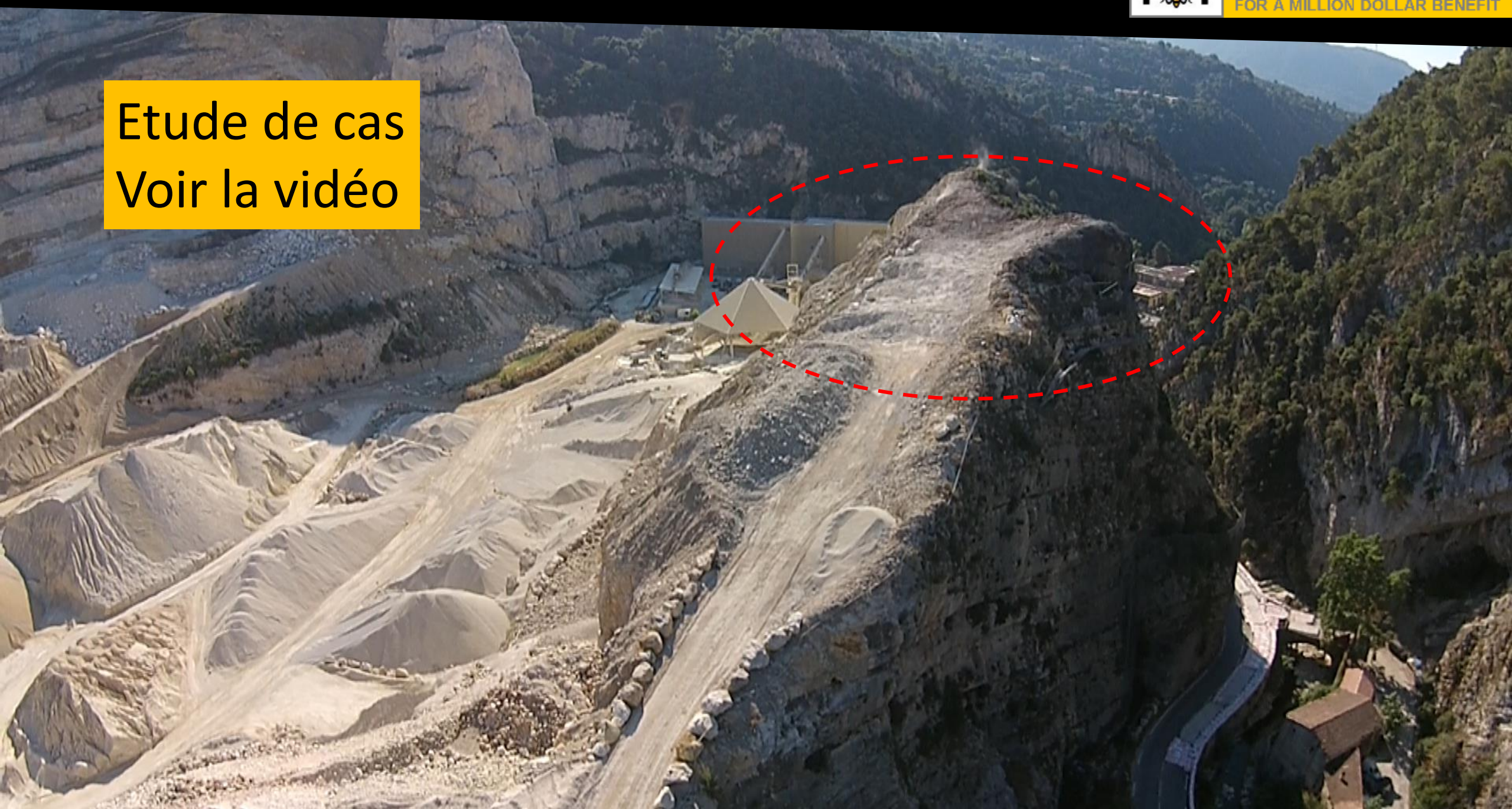


# Modéliser Les vibrations

- Visualiser les niveaux de vibrations
  - Grace à un code couleur appliqué à la surface du terrain
- Permet de connaitre l'impact sismique du tir dans tout l'environnement



Etude de cas  
Voir la vidéo



# CONCLUSION

## La modélisation 3D du terrain permet :

- De mieux contrôler les projections de face et de faire des tirs plus sécuritaires
  - Grace à la détermination de profils critique de fardeau
  
- De mieux appréhender les niveaux de vibrations dans l'environnement du chantier, en particulier dans les zones ne possédant pas de sismographes
  - Grace au calcul des vibrations réalisés sur la surface exacte du terrain

