

Les Ouvertures Primaires:

Revue des règles de conception, démystifier les mythes et études de cas

48^e Session d'Études - SEEQ

30-31 Octobre 2025

Introduction

...





Agenda

1. Introduction
2. Règles de conception
3. Conclusion

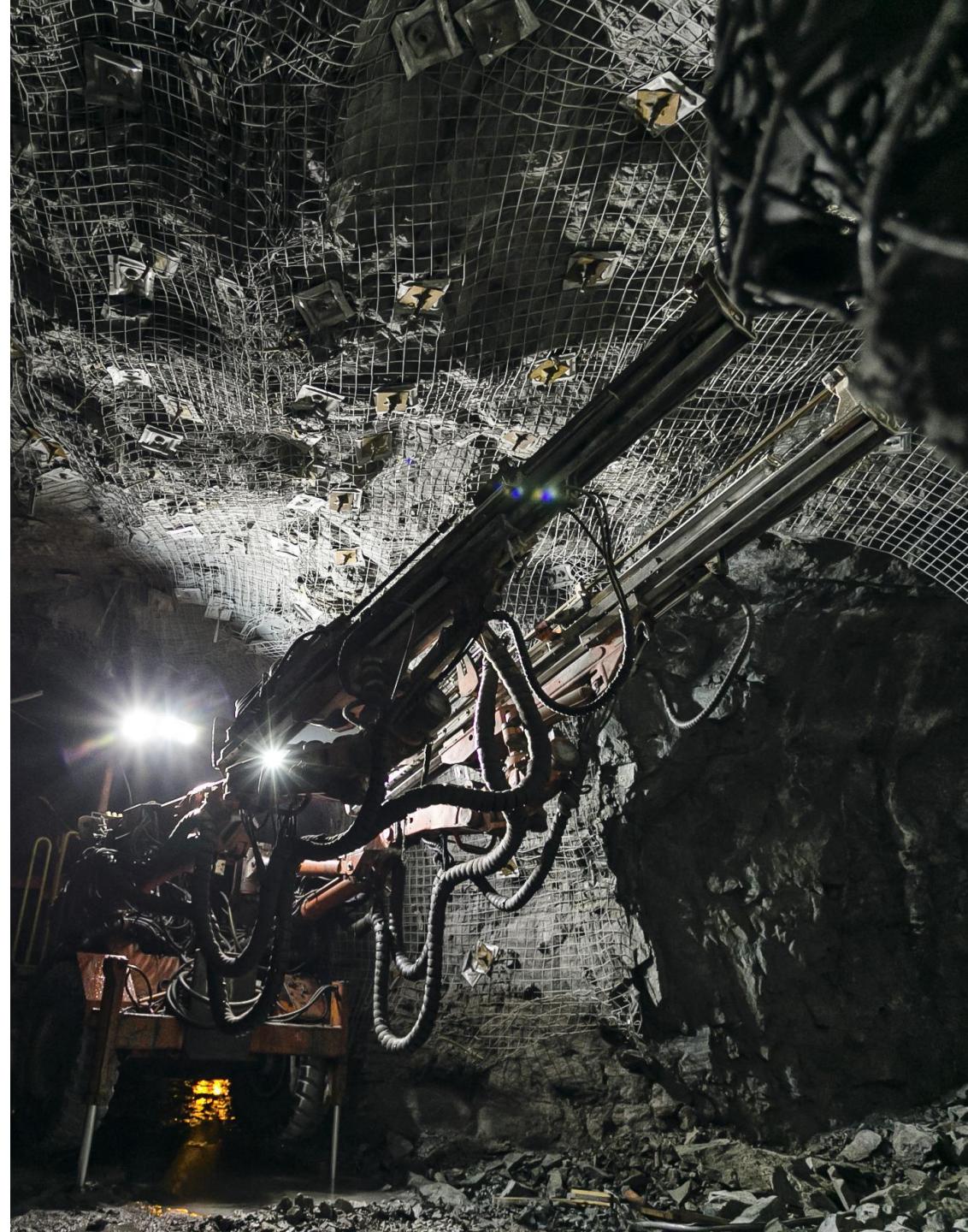


Objectifs de la présentation

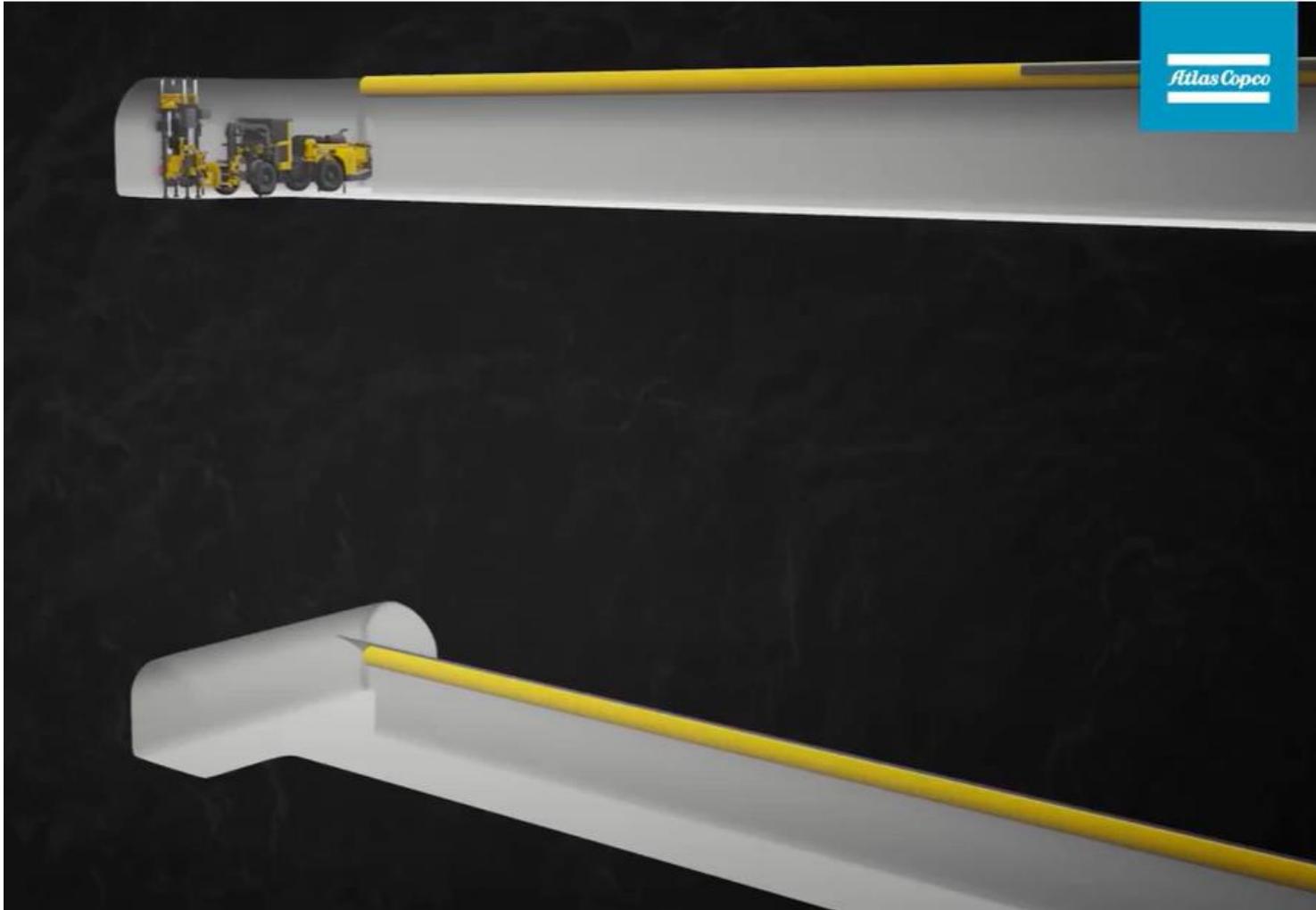
1. Enseignement sur des **principes-clés** de la conception d'une ouverture primaire;
2. Applicables pour:
 - › **Monteries** Ascendantes et Descendantes
 - › **Rondes** de développement/tunnel
 - › **Foncées Initiales**
3. Focus sur les applications en souterrain (chantiers longs trous);

Règles de conception

...



C'est quoi une **Ouverture Primaire**?

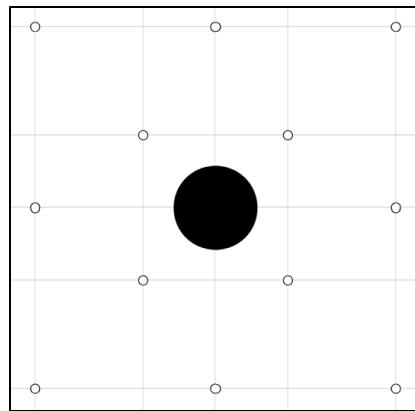
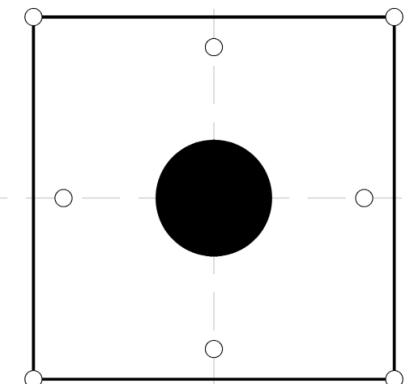
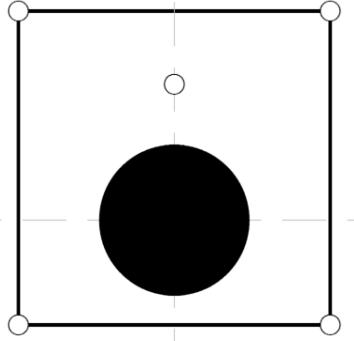




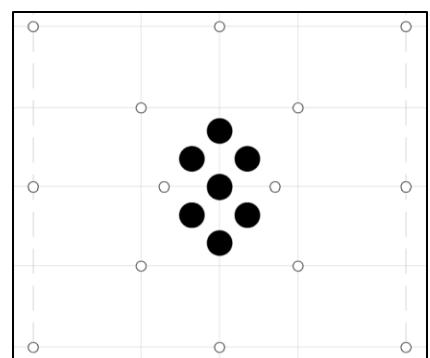
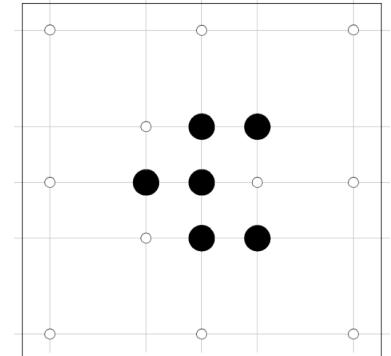
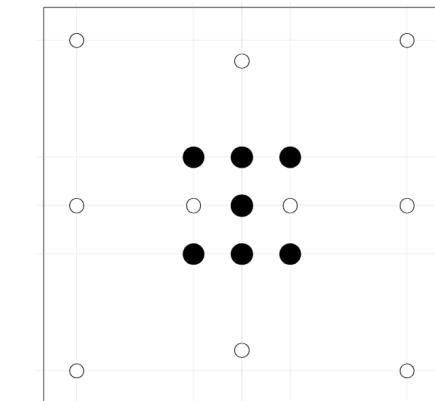
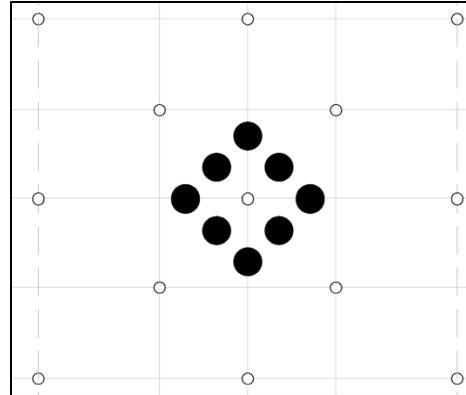
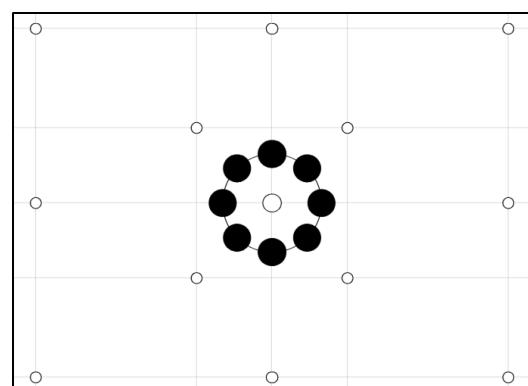
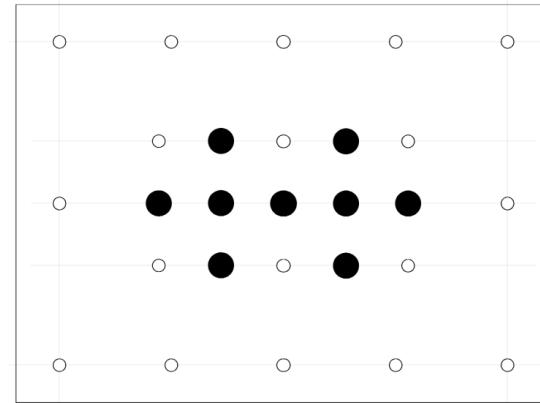
Règles de conception

Types d'Ouvertures Primaires

Monterie ALÉSÉE (“raise bore”)



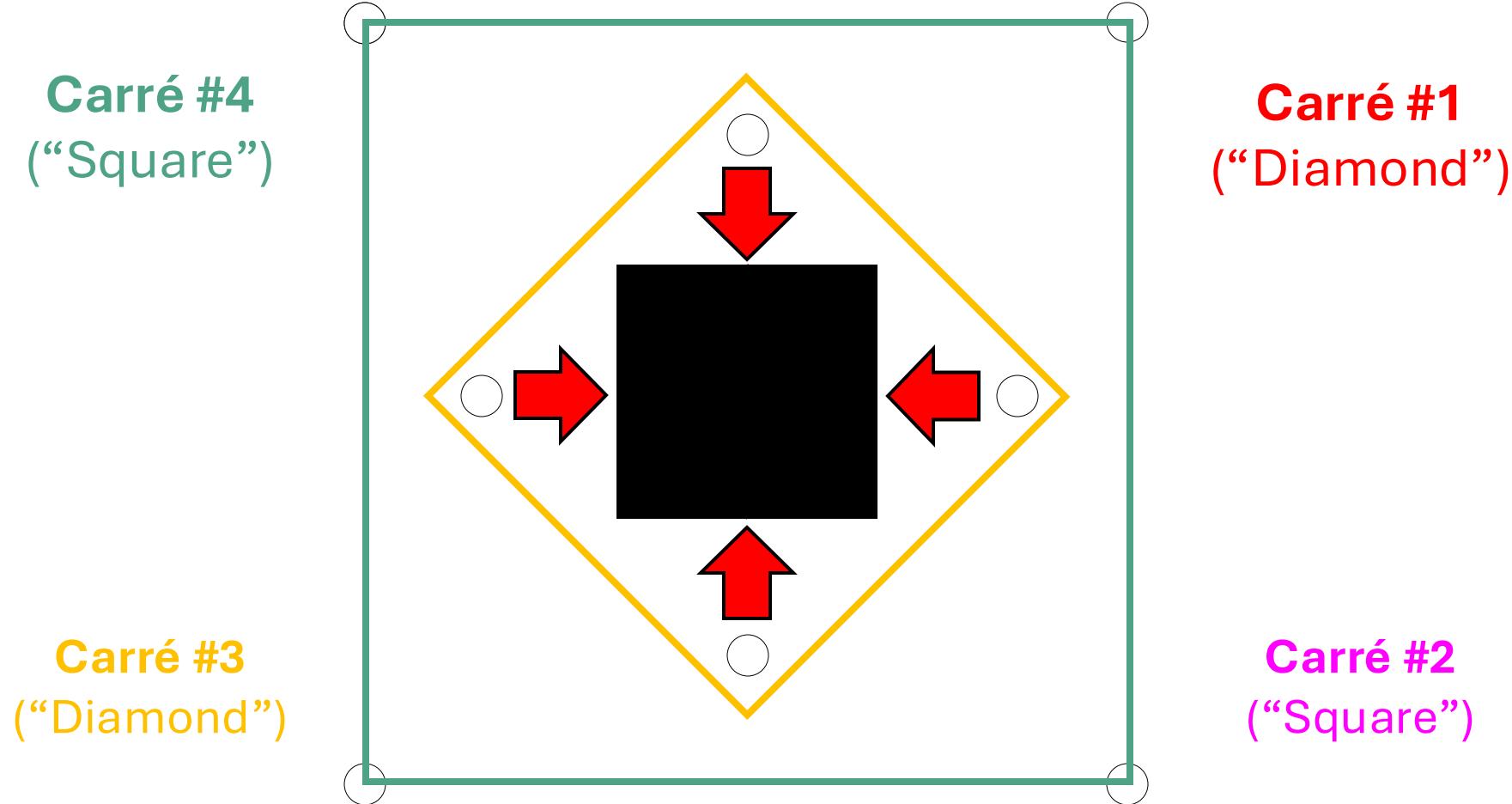
Monterie CONVENTIONNELLE





Règles de conception

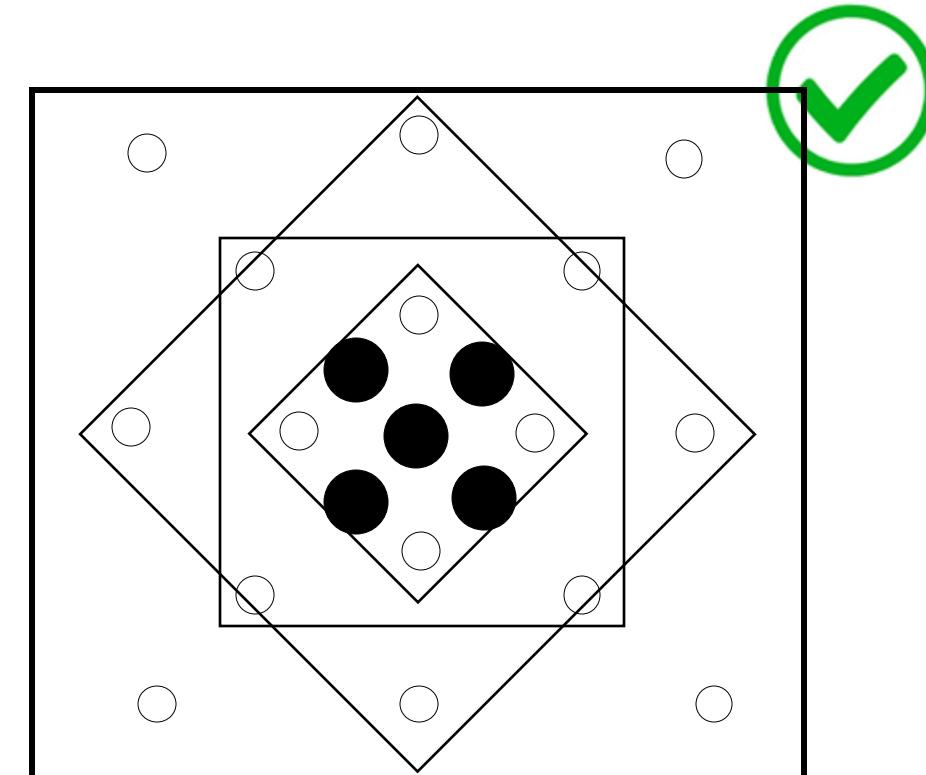
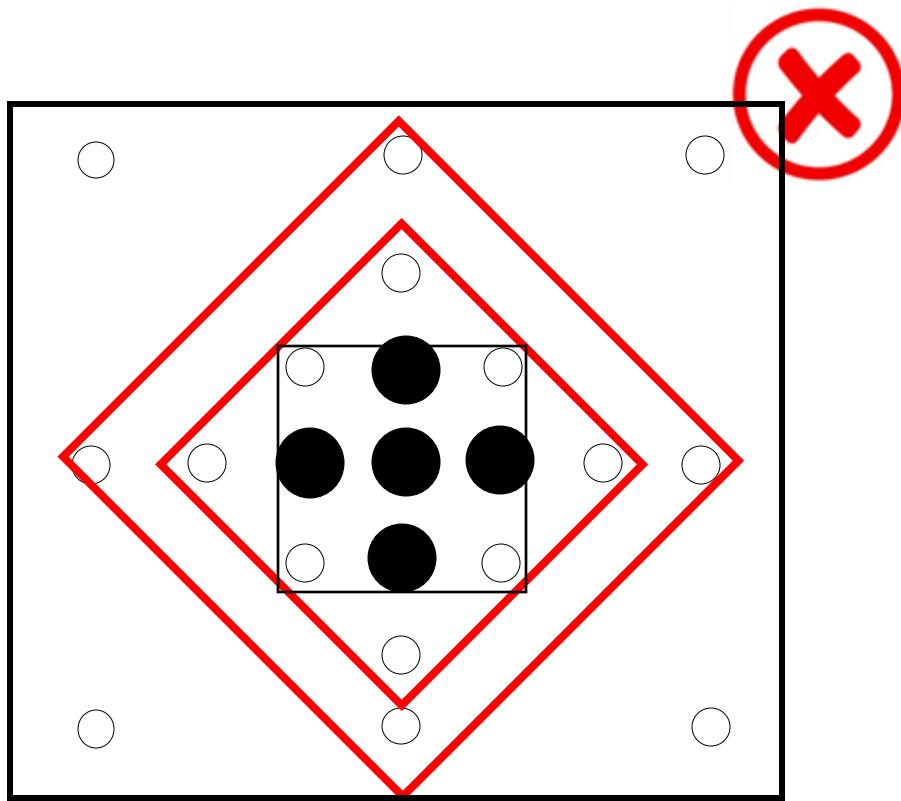
Conception Générale





Règles de conception

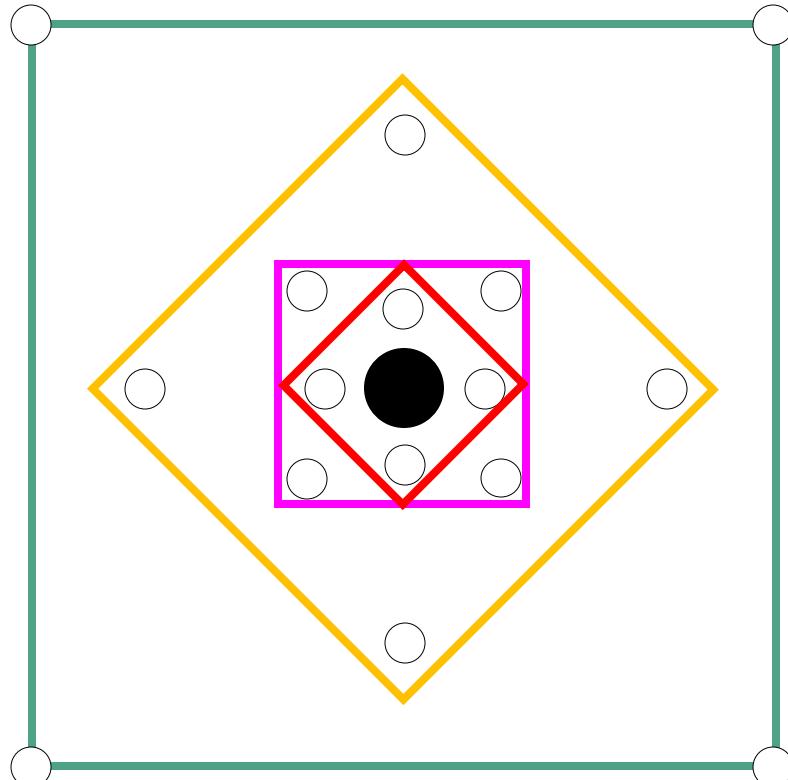
Conception Générale



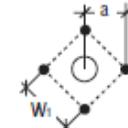


Règles de conception

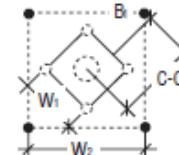
Conception Générale



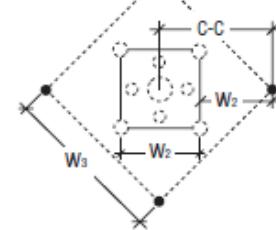
1st square:	$a = 1.5\phi$
	$W_1 = a\sqrt{2}$
$\phi \text{ mm}$	= 76 89 102 127 154
$a \text{ mm}$	= 110 130 150 190 230
$W_1 \text{ mm}$	= 150 180 210 270 320



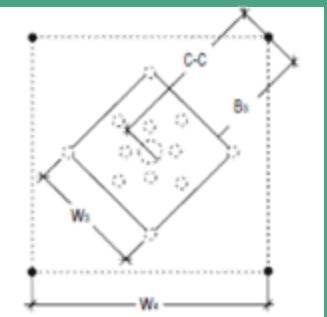
2nd square:	$B_1 = W_1$
	$C-C = 1.5W_1$
	$W_2 = 1.5W_1\sqrt{2}$
$\phi \text{ mm}$	= 76 89 102 127 154
$W_1 \text{ mm}$	= 150 180 210 270 320
$C-C \text{ mm}$	= 225 270 310 400 480
$W_2 \text{ mm}$	= 320 380 440 560 670



3rd square:	$B_2 = W_2$
	$C-C = 1.5W_2$
	$W_3 = 1.5W_2\sqrt{2}$
$\phi \text{ mm}$	= 76 89 102 127 154
$W_2 \text{ mm}$	= 320 380 440 560 670
$C-C \text{ mm}$	= 480 570 660 840 1000
$W_3 \text{ mm}$	= 670 800 930 1180 1400



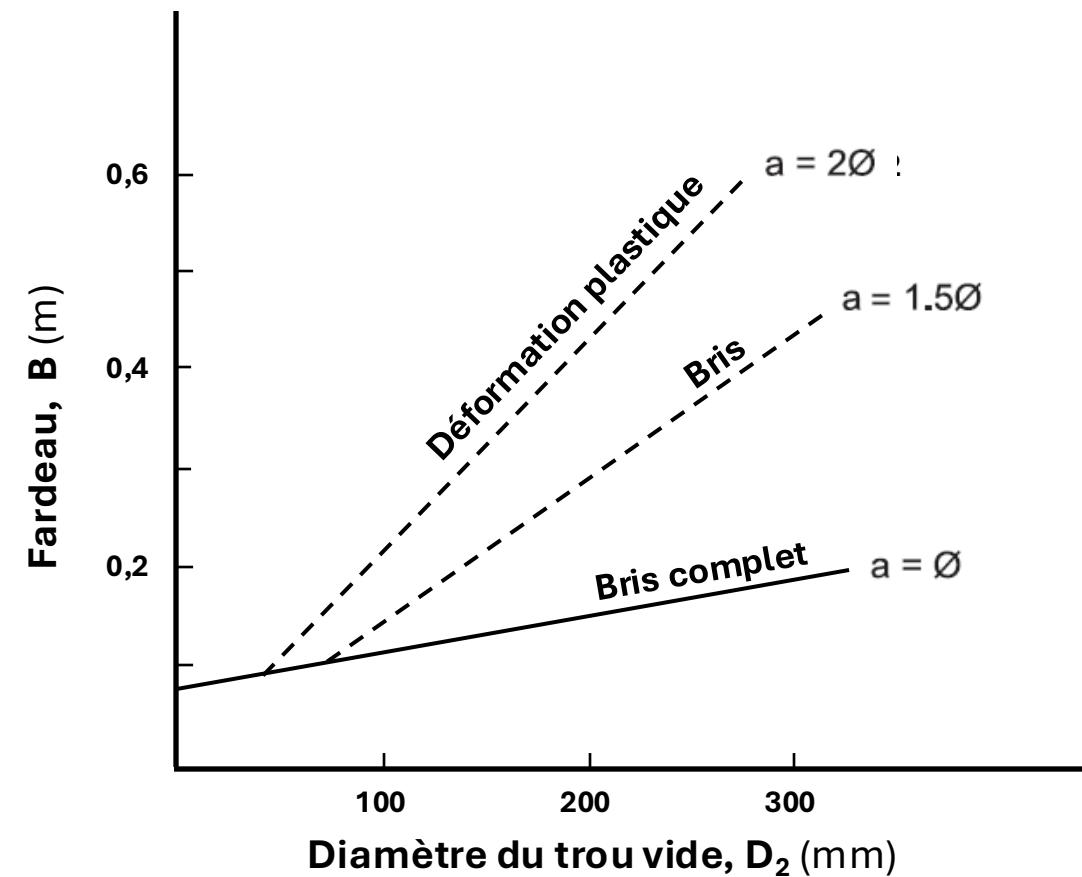
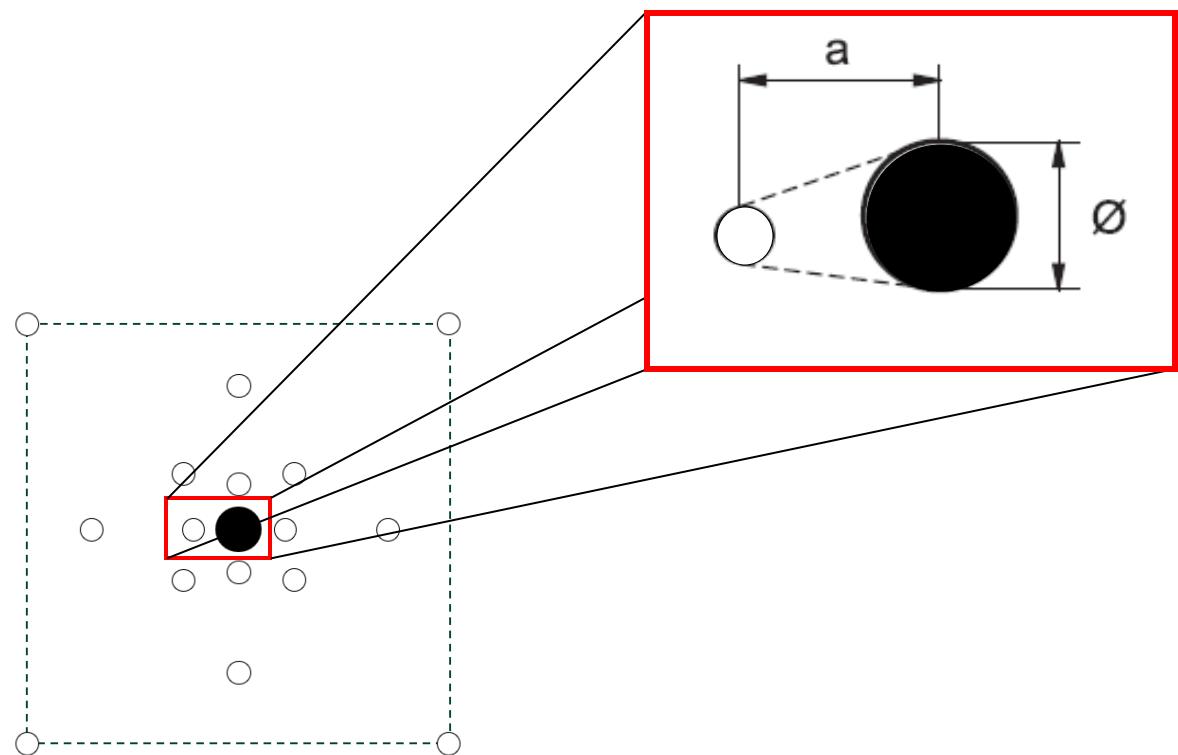
4th square:	$B_3 = W_3$
	$C-C = 1.5W_3$
	$W_4 = 1.5W_3\sqrt{2}$
$\phi \text{ mm}$	= 76 89 102 127
$W_3 \text{ mm}$	= 670 800 930 1180
$C-C \text{ mm}$	= 1000 1200 1400 1750
$W_4 \text{ mm}$	= 1400 1700 1980 2400





Règles de conception

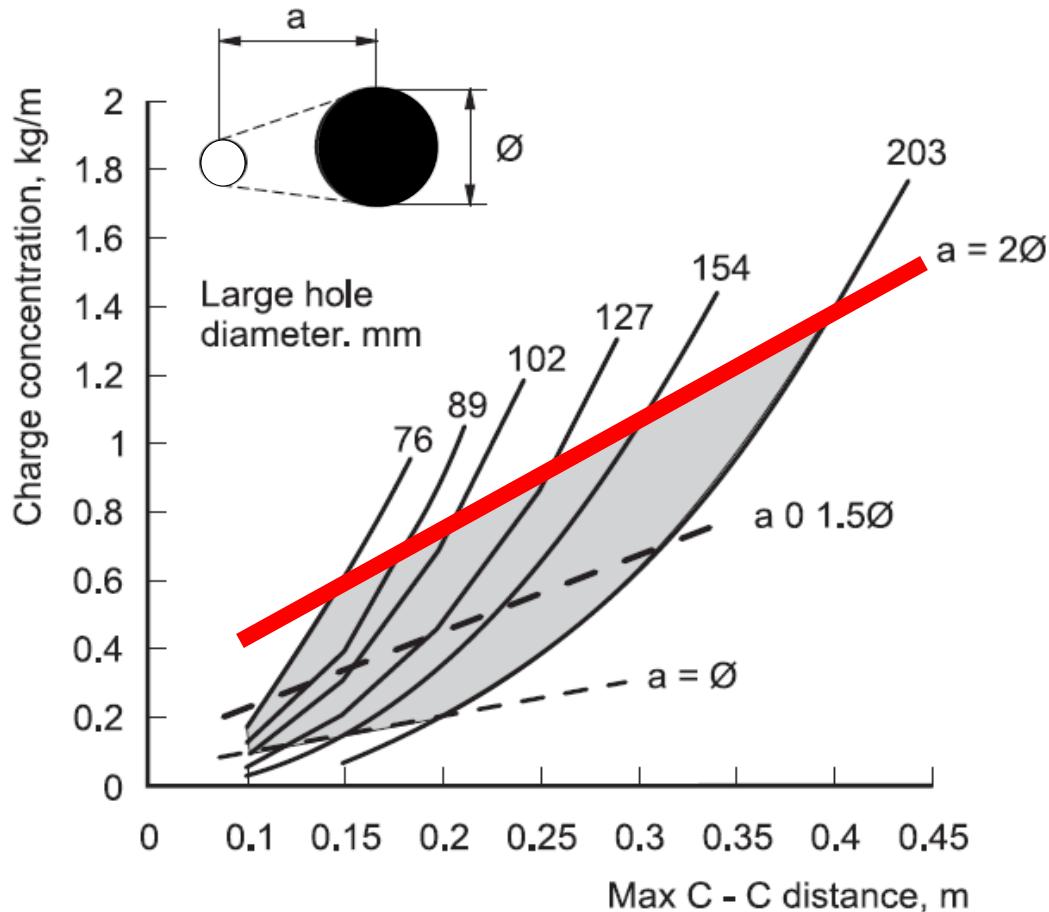
Bouchon (la “cut”)



Ref: Lange fors & Kihlstrom, 1978

✖ Règles de conception

Bouchon (la “cut”)



Ref: Langefors & Kihlstrom, 1978

$$Q = 1,5 * \left(\frac{d'}{0,032} \right) \left(\frac{V}{\phi} \right)^{1,5} \left(V - \frac{\phi}{2} \right)$$

Où:

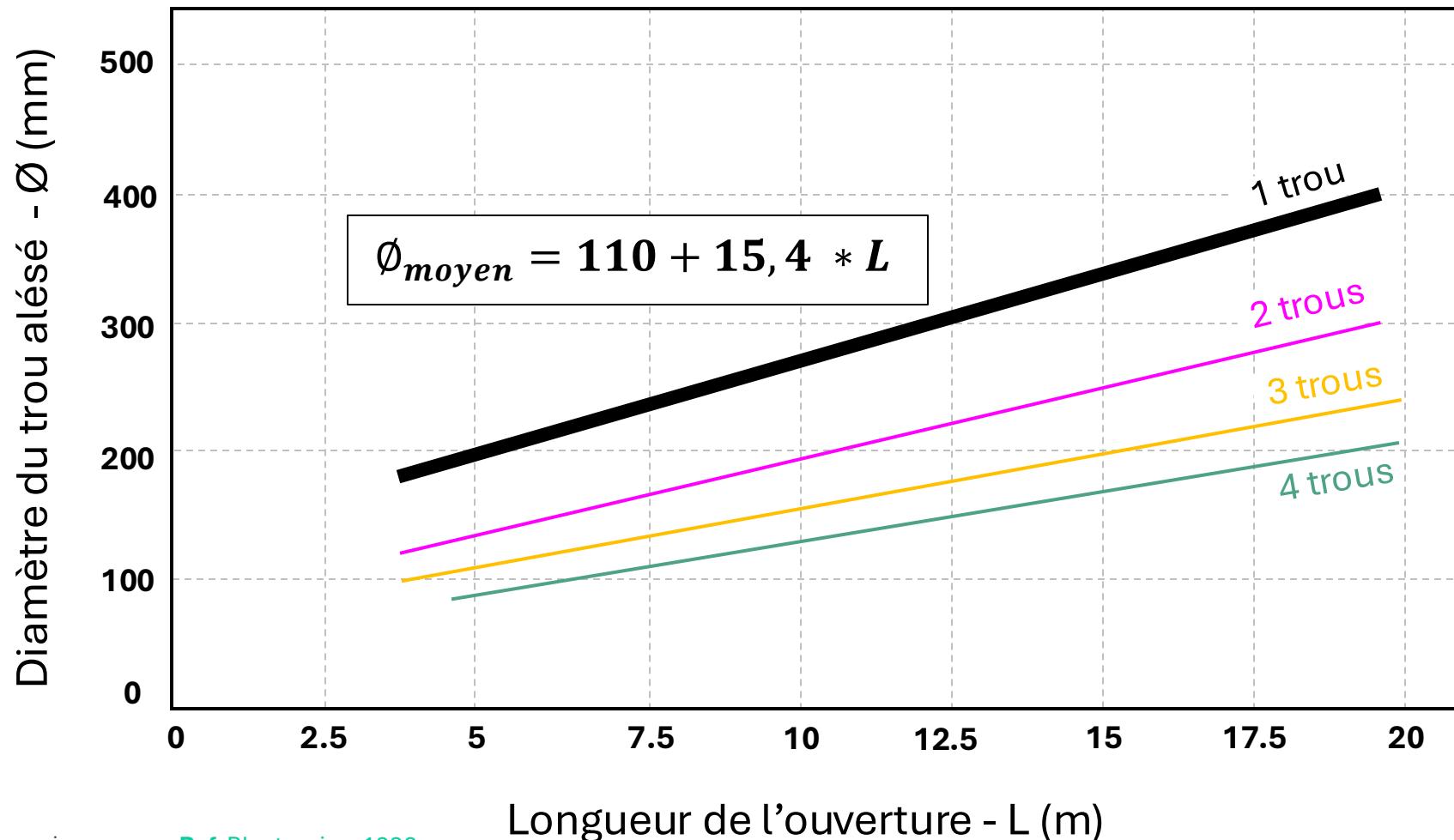
Q = charge linéaire (kg/m)

V = distance C-C entre le trou vide et le trou chargé (m)

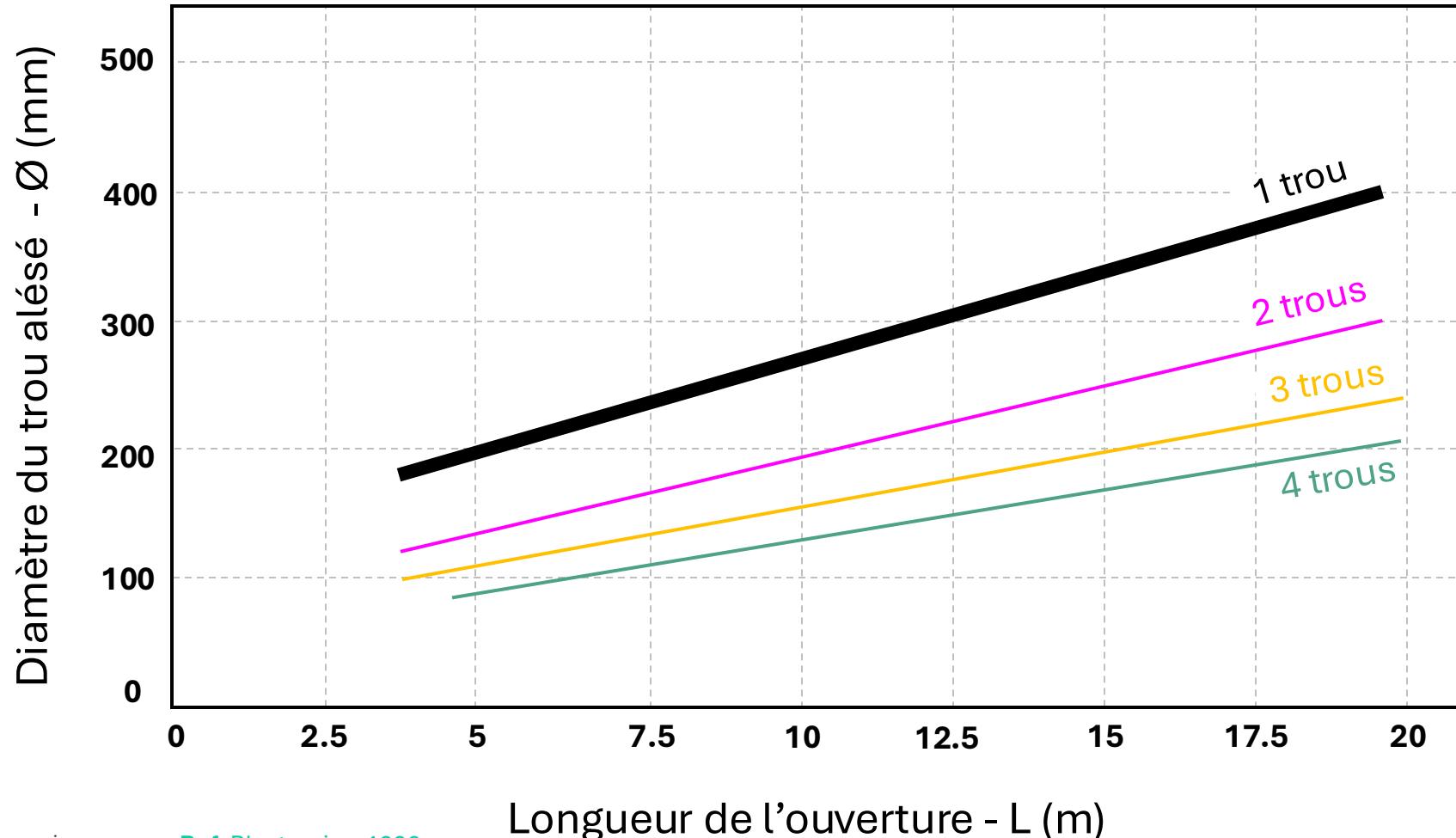
ϕ = diamètre du trou vide (m)

d' = diamètre du trou chargé

Longueur d'Ouverture



Longueur d'Ouverture



$$\varnothing_{moyen} = 110 + 15,4 * L$$



$$\varnothing_{Effectif} = \sqrt{n} * \varnothing$$

✖ Règles de conception

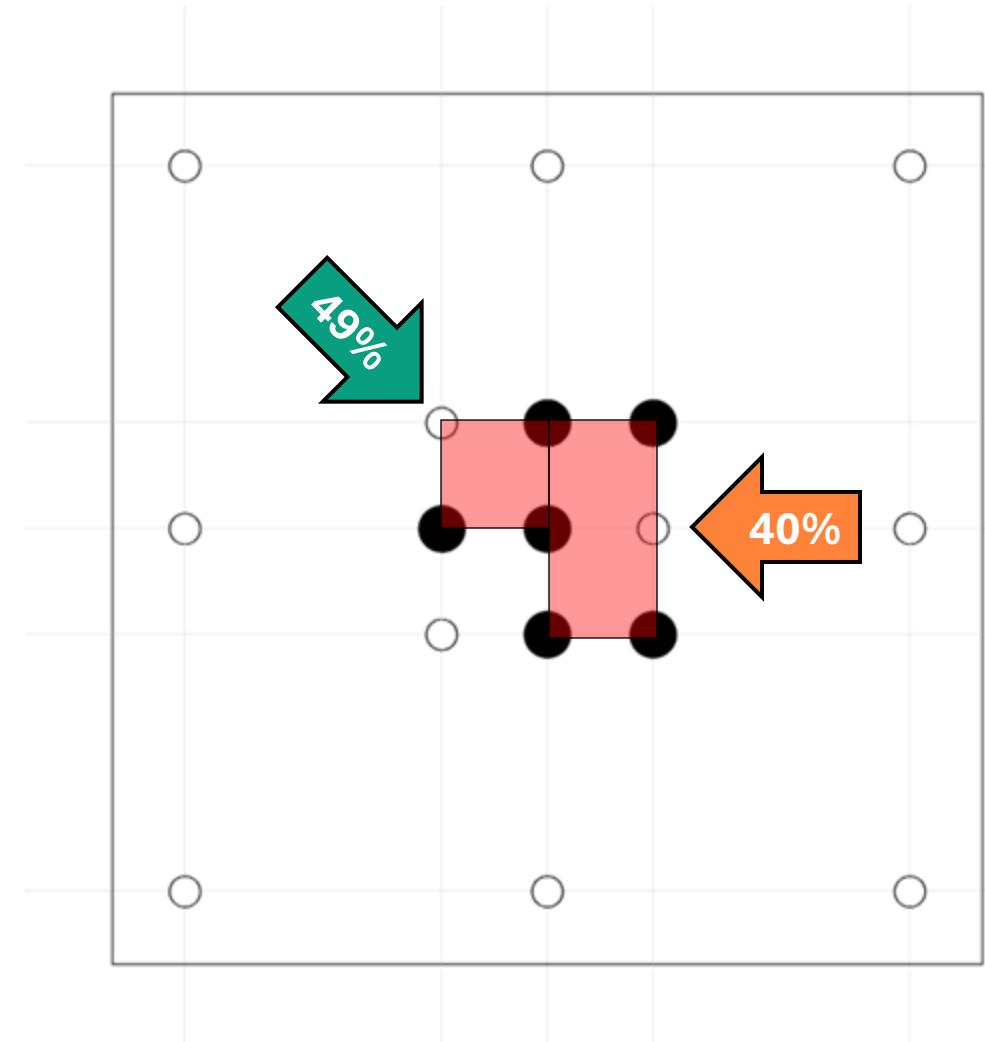
Vide et Foisonnement

1. Foisonnement du roc

- › Typique → 50 à 60%
- › **Mythe du 30%**

2. Vide (cible)

- › **Bouchon** → 27% à 33% (+ possible)
- › **Trou d'initiation** → 40% à 70%



✖ Règles de conception

Délais et Séquence (bouchon)

1. Valeur cible

- › Monterie **conventionnelle**: 40 à 120ms/m
- › Monterie **alésée**: 20 à 80ms/m

2. Concept de la Particule en chute libre



$$d = v_i * t + 0,5 * a * t^2$$

Où:

d = distance/hauteur

v_i = Vitesse initiale de la particule

t = temps

a = accélération



Règles de conception

Délais et Séquence (bouchon)

$$d = v_i * t + 0,5 * a * t^2$$

Monterie de 25 m

0 m/s

9,81 m/s²

2 250 ms
(2,25s)

En conclusion

...



En conclusion...

1. Précision du forage

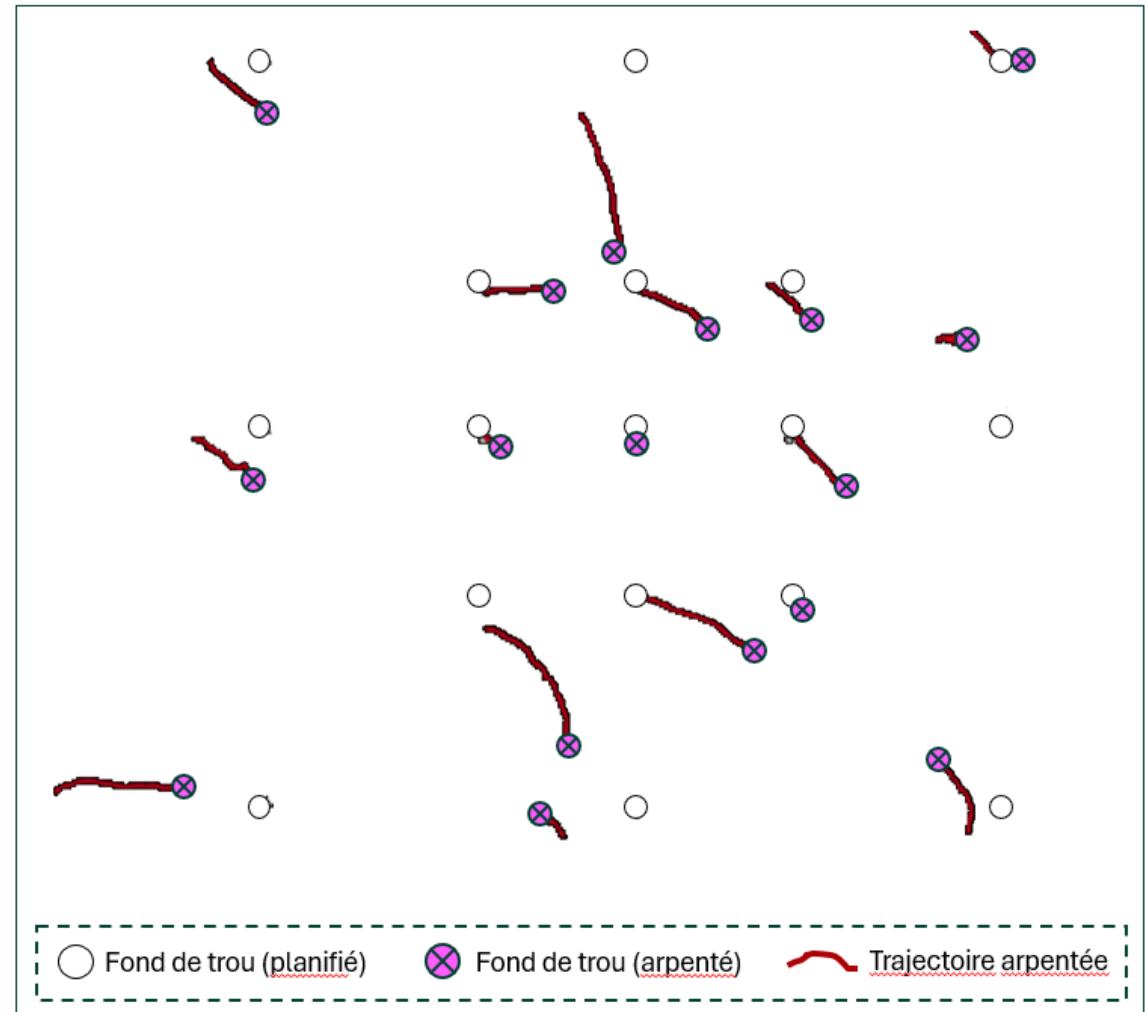
- › Paramètre le plus critique pour le succès du bouchon.
- › Difficile d'établir des incitatifs basés sur la précision plutôt que sur l'avancement.

2. Patron et Géométrie

- › Patron et Géométrie est plus important que le Taux de Chargement.

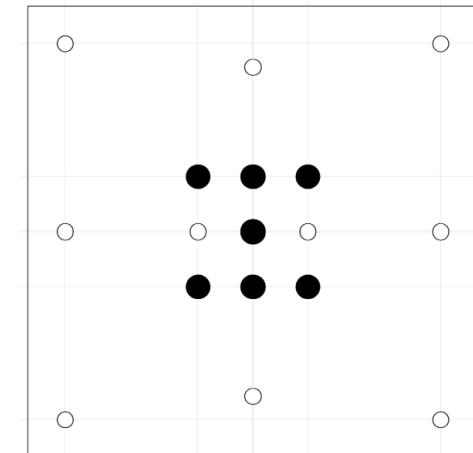
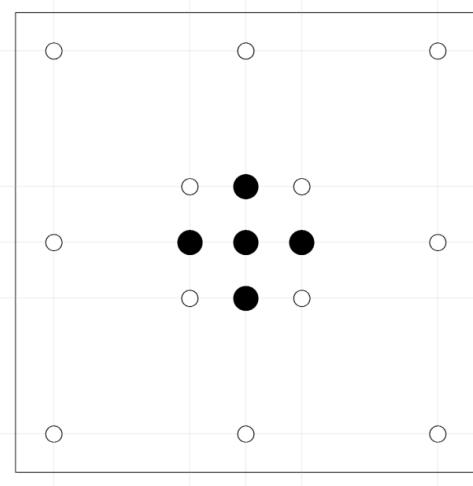
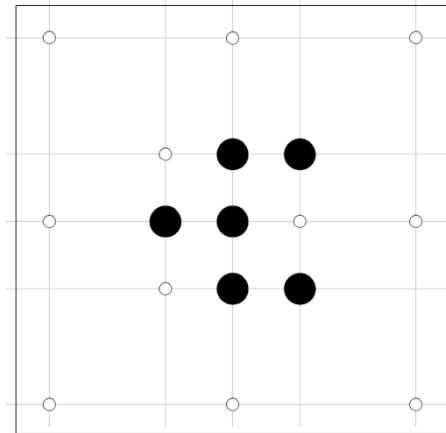
3. Diamètre de forage

- › Diamètre > 114 mm recommandé pour les monteries de plus de 20m.



4. Mauvais terrain

- › Augmenter le nombre de trous alésés et les délai inter-trous.
- › Favoriser les patrons de forage qui protègent les trous dans le bouchon.
- › Une réduction du Taux de Chargement et/ou Vélocité de Détonation dans le bouchon peut être envisagée si le point précédent n'est pas suffisant.

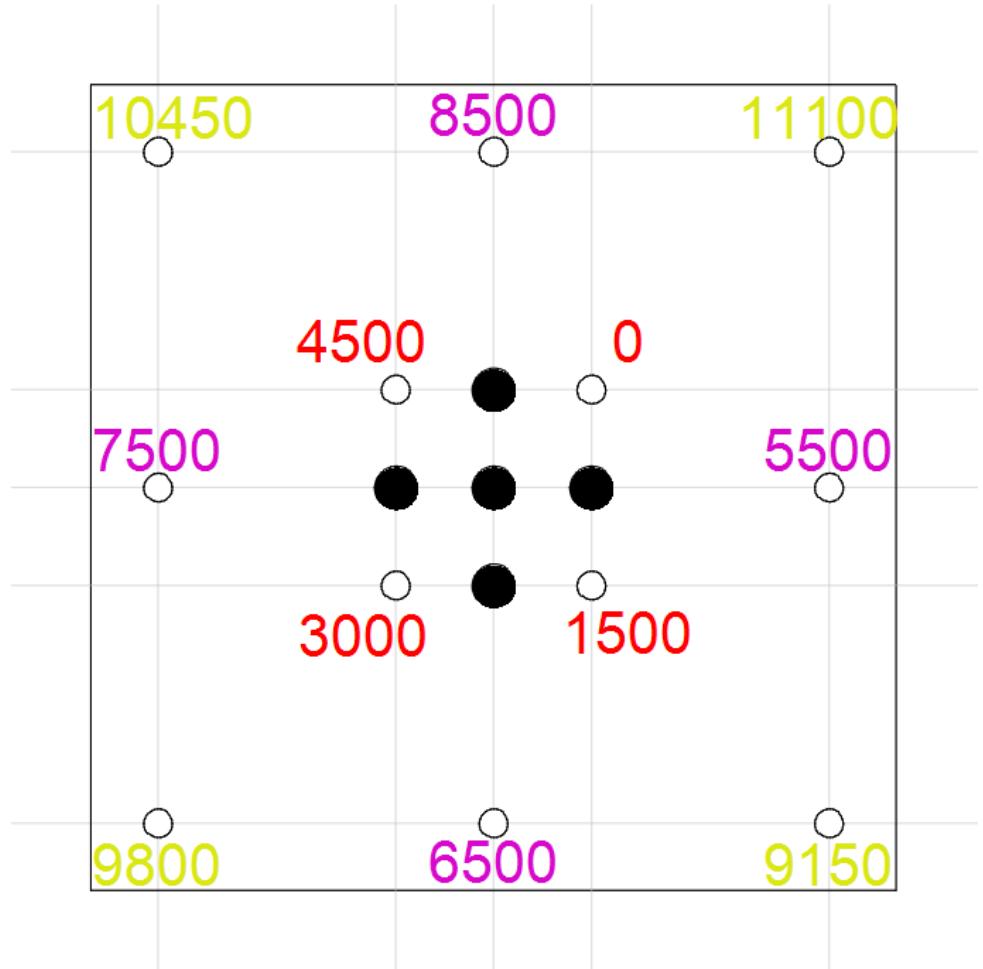


Ref: Prince, 2022

En conclusion...

5. Délais et séquence

- › Délais inter-trous dans le bouchon devrait être augmenté pour les monteries de 10m et plus.
- › Il est préférable d'utiliser des délais trop longs que trop courts.
- › Toujours initier avec le trou le plus proche du vide.
- › Les méthodes de séquençage « circulaire » et « croisée » donnent des résultats similaires.

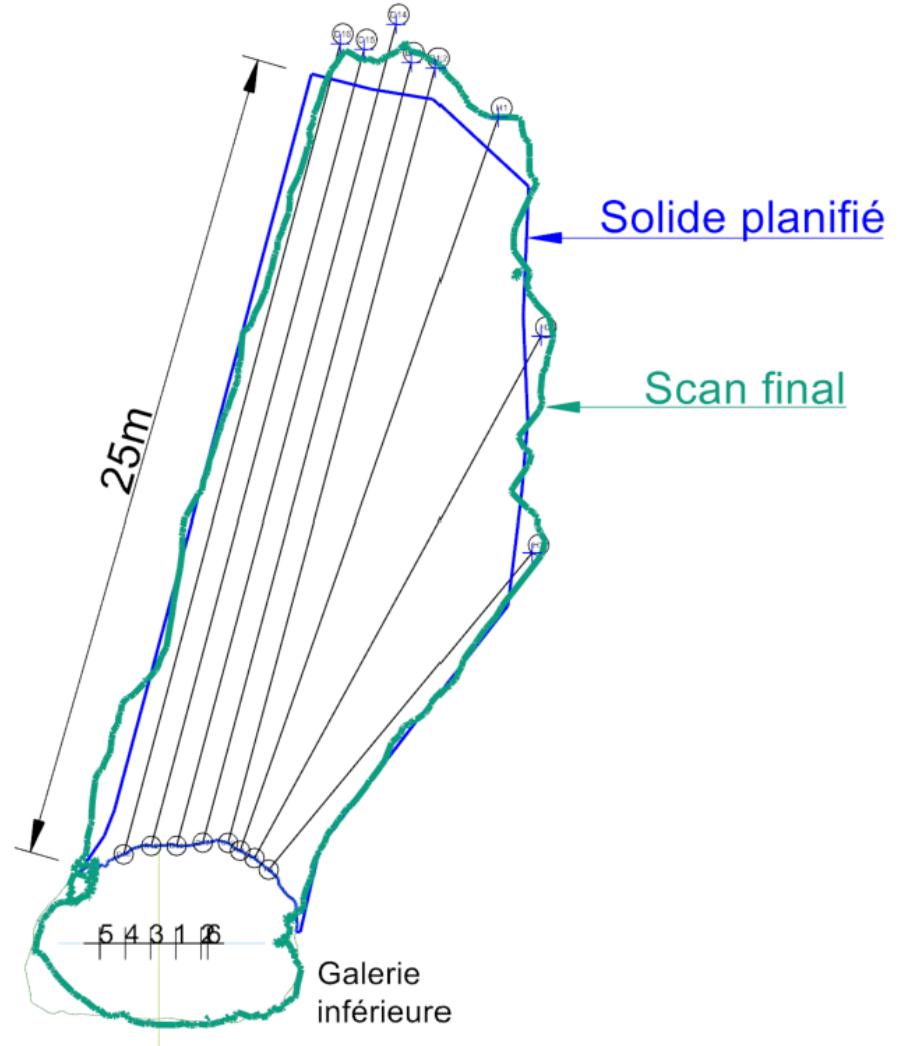


Ref: Prince, 2025

En conclusion...

6. Longueur d'avance et vide

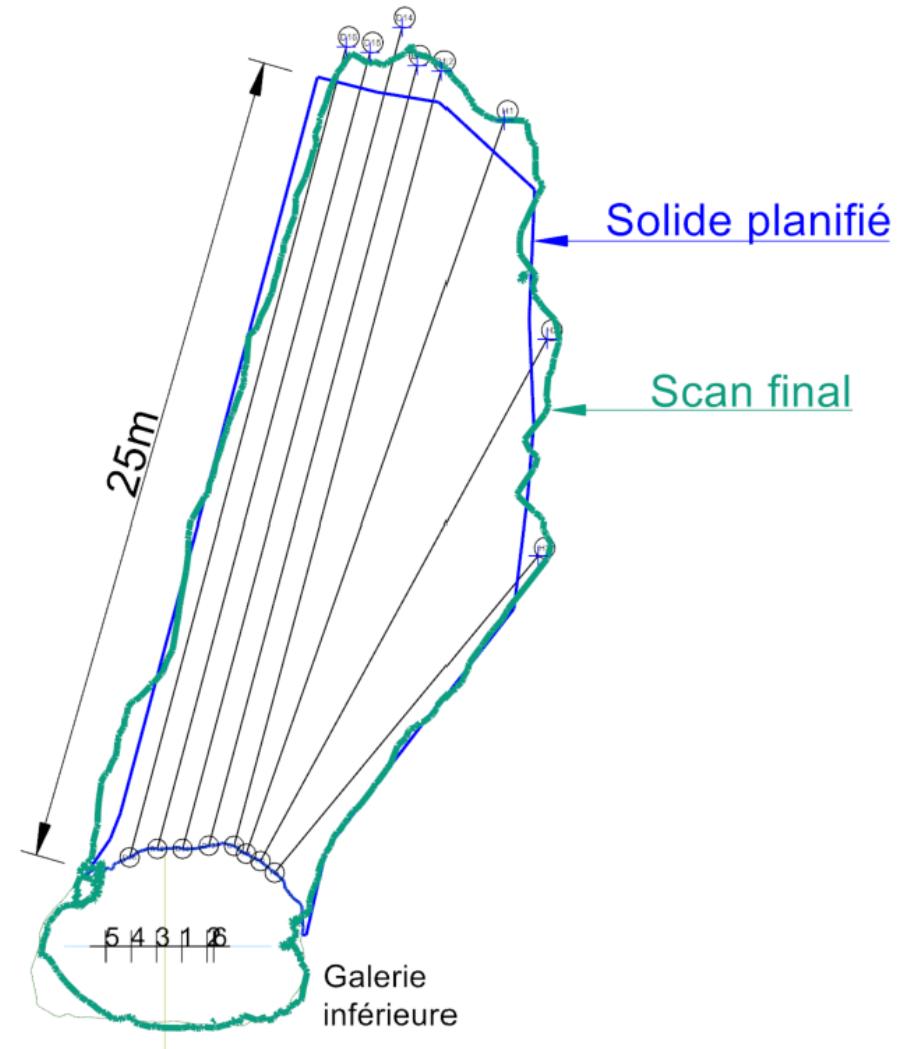
- Les monteries < 20 m de longueur peuvent utiliser efficacement plusieurs petits trous vides de diamètre $\leq 12\text{po}$.
- Les monteries > 20m nécessitent un grand trou alésé ($\geq 24\text{po}$) pour atteindre des niveaux d'avancement similaires sur une base régulière.



Ref: Prince, 2024

En conclusion...

- › SUIVI SISMIQUE.
- › SIMPLICITÉ ET EFFICACITÉ .
- › SOYEZ PRÉSENTS SUR LE TERRAIN.
- › CONNAISSANCE DES CONDITIONS GÉOTECHNIQUES.
- › En cas de doute, ALLER CHERCHER DU SUPPORT.



Ref: Prince, 2024

Marc-Antoine Prince, ing.

Mines et Civil | Consultant Forage & Dynamitage
maprince@evomine.ca
438-334-7993

www.evomine.ca

