



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

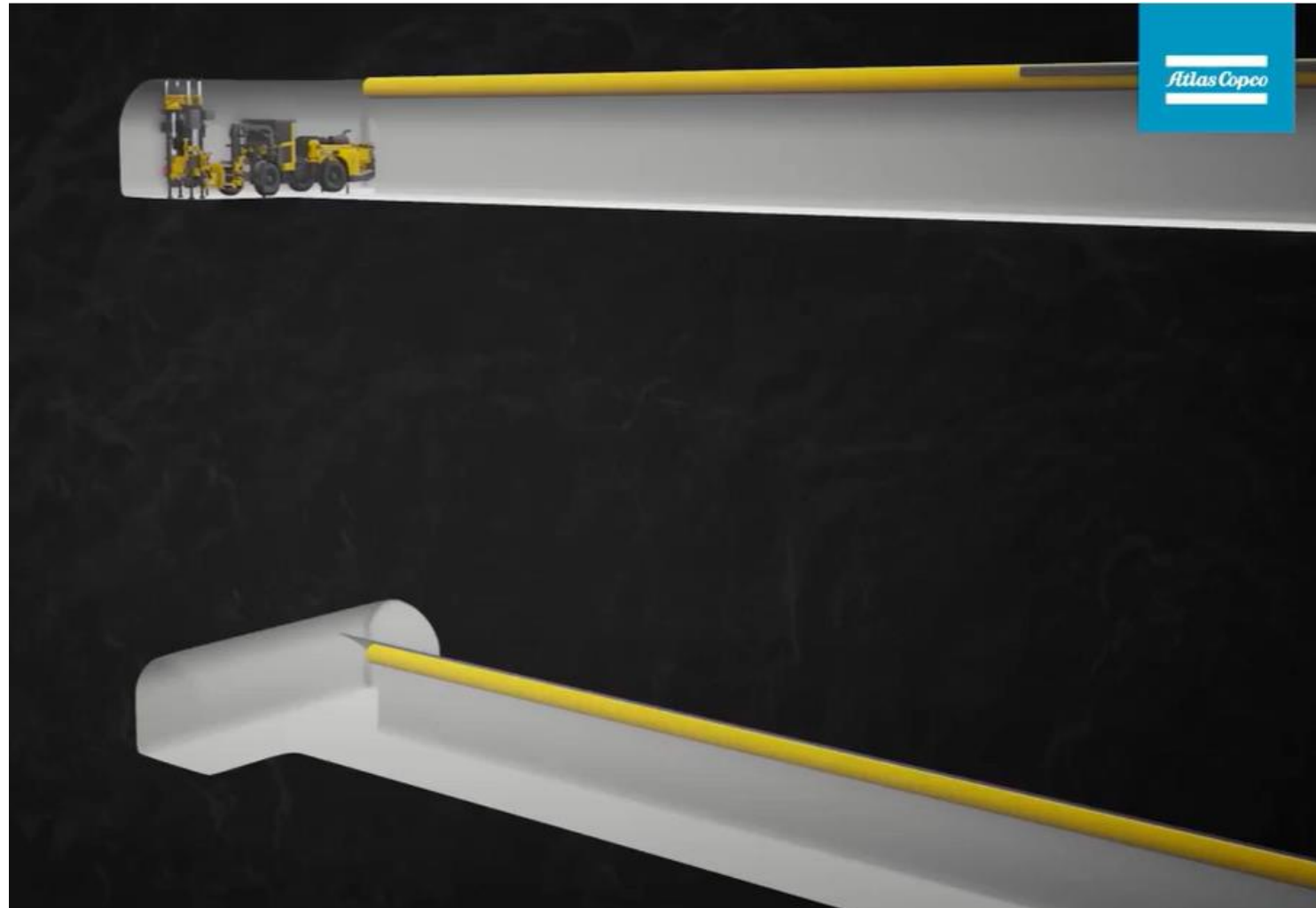
1. Enseignement sur des **principes-clés** de la conception d'une ouverture primaire;
2. Applicables pour:
 - **Monteries** Ascendantes et Descendantes
 - **Rondes** de développement/tunnel
 - **Foncées Initiales**
3. Focus sur les applications en souterrain (chantiers longs trous);

Règles de conception

...



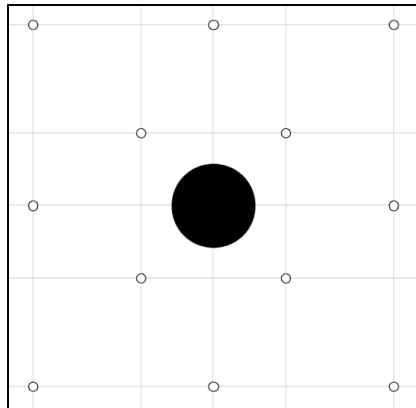
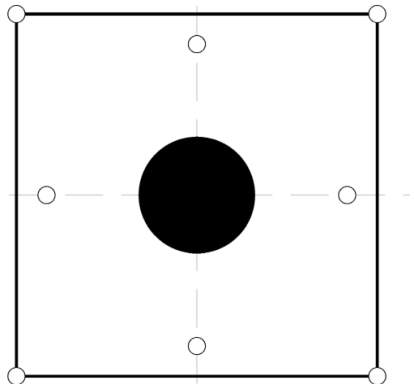
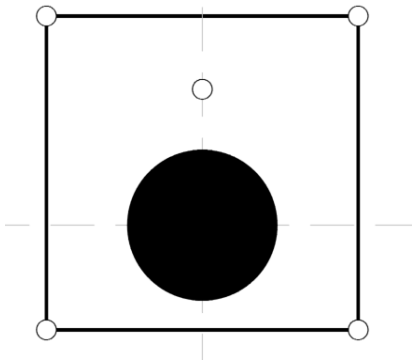
C'est quoi une **Ouverture Primaire**?



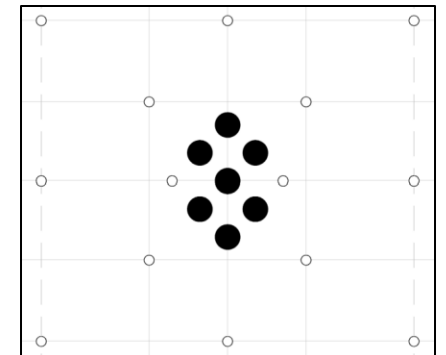
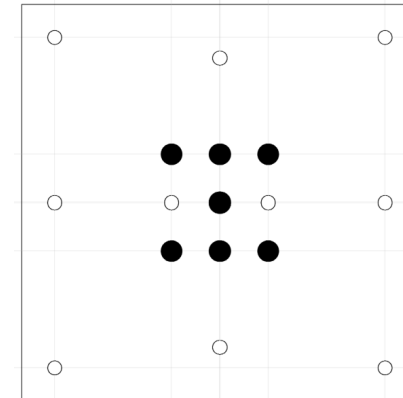
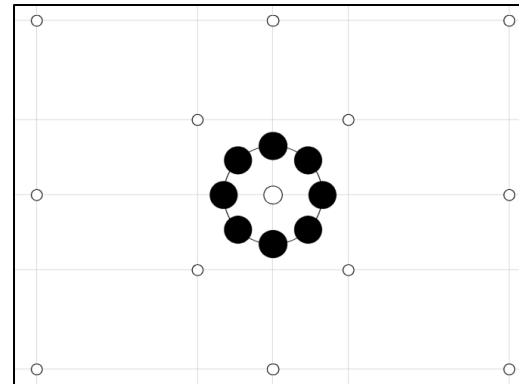
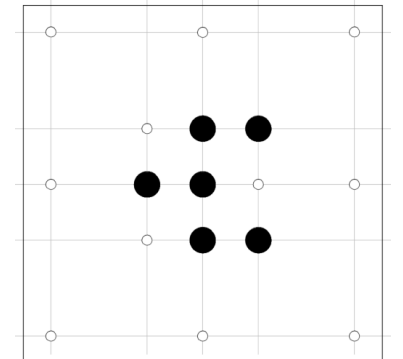
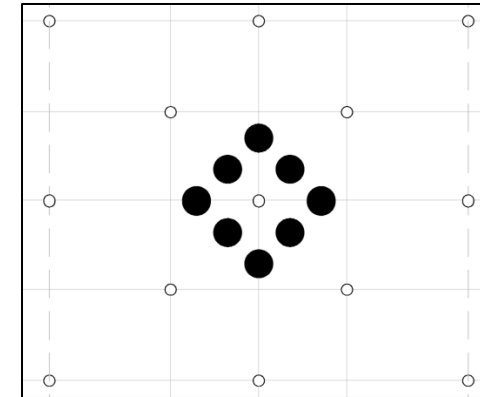
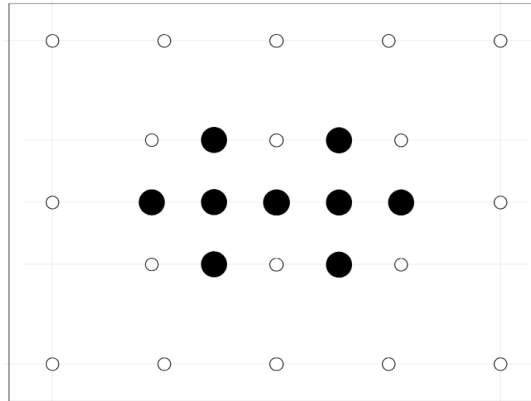


Types d'Ouvertures Primaires

Monterie **ALÉSÉE** (“raise bore”)



Monterie **CONVENTIONNELLE**





Règles de conception

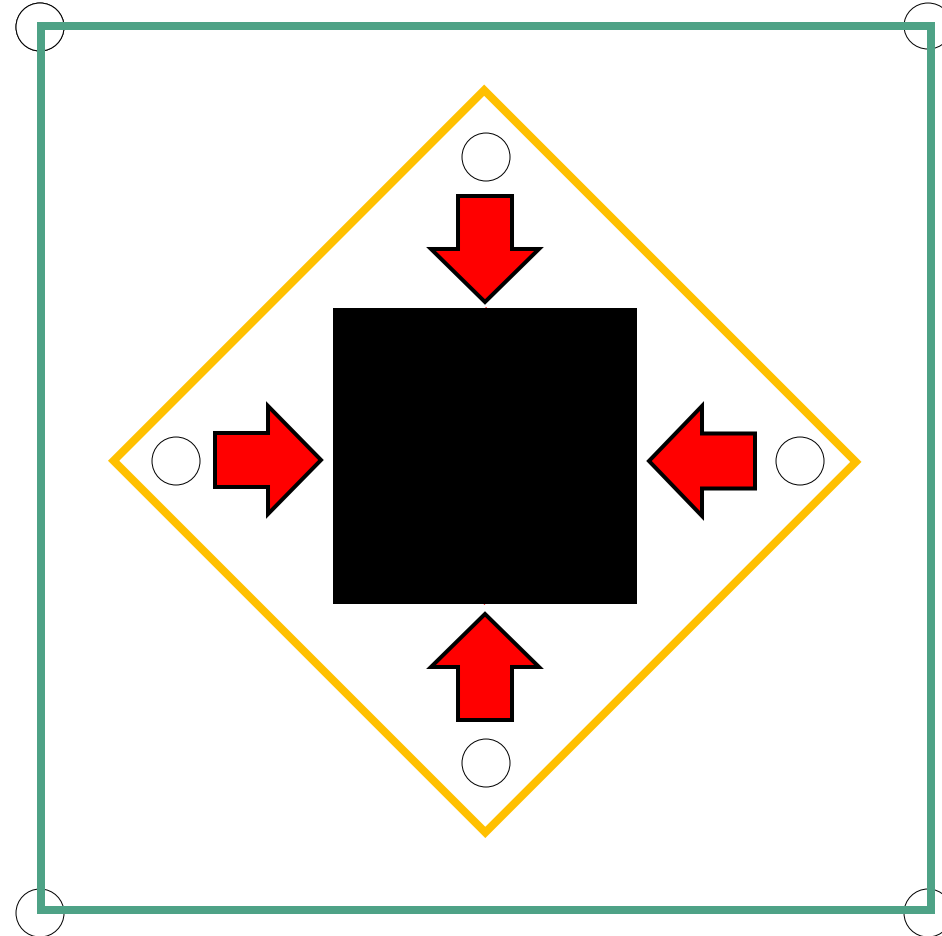
Conception Générale

Carré #4
("Square")

Carré #1
("Diamond")

Carré #3
("Diamond")

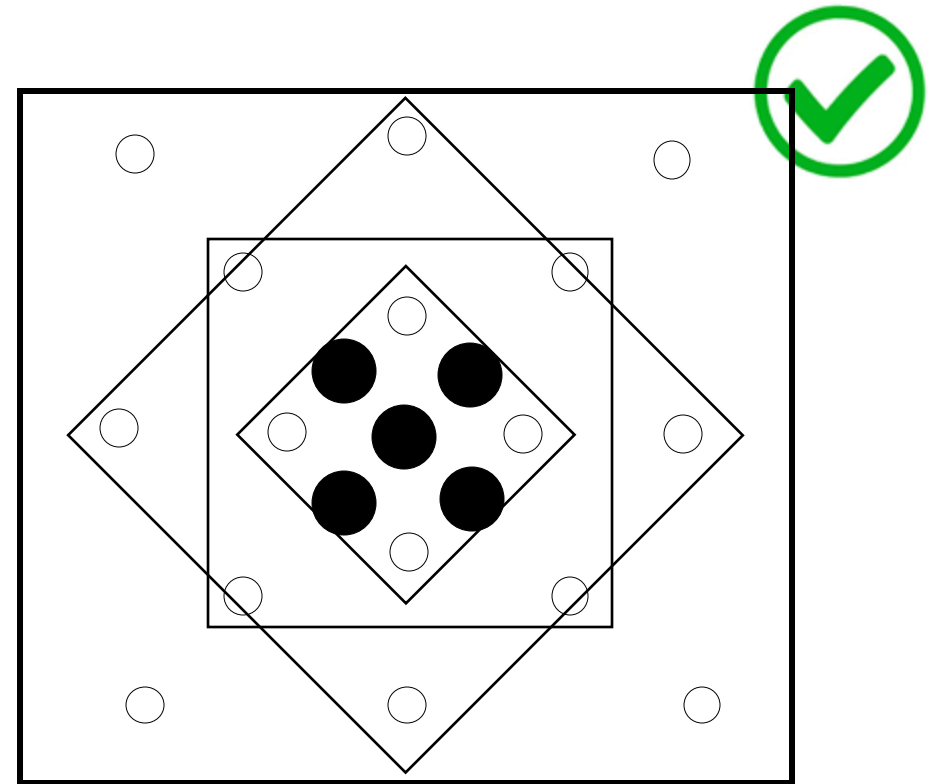
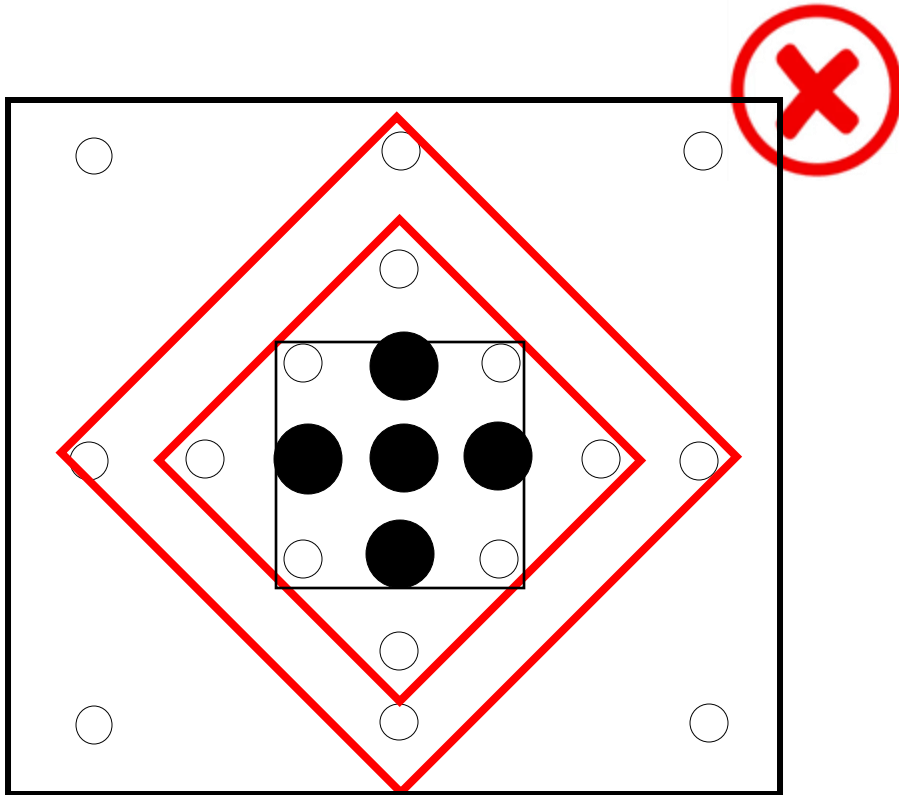
Carré #2
("Square")





Règles de conception

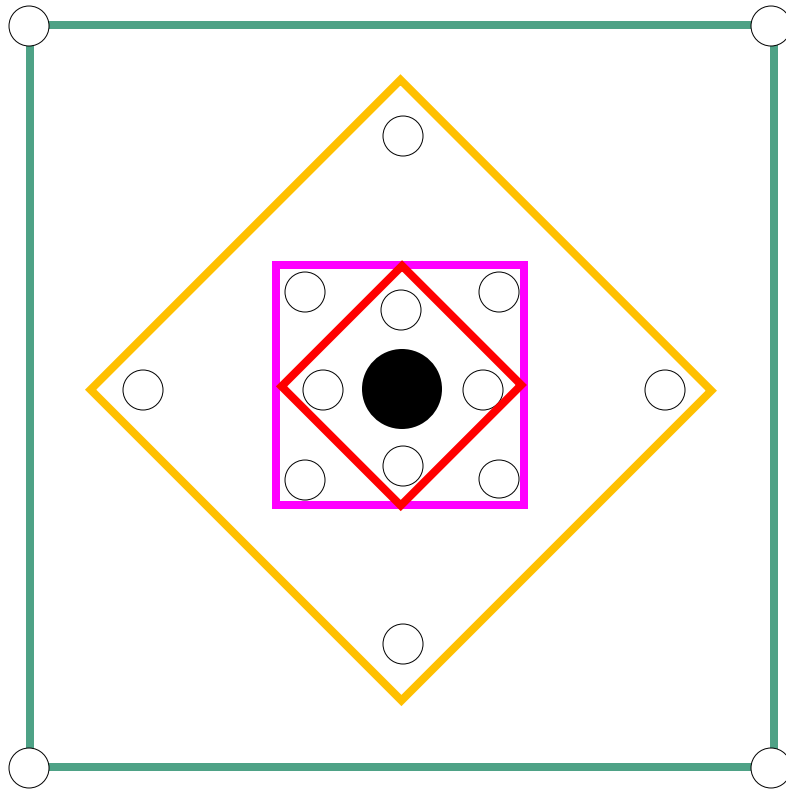
Conception Générale





Règles de conception

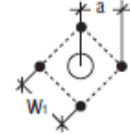
Conception Générale



1st square: $a = 1.5\phi$

$$W_1 = a \sqrt{2}$$

ϕ mm	=	76	89	102	127	154
a mm	=	110	130	150	190	230
W ₁ mm	=	150	180	210	270	320

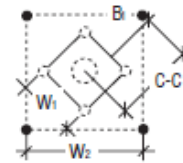


2nd square: $B_1 = W_1$

$$C-C = 1.5W_1$$

$$W_2 = 1.5W_1 \sqrt{2}$$

ϕ mm	=	76	89	102	127	154
W ₁	=	150	180	210	270	320
C-C	=	225	270	310	400	480
W ₂ mm	=	320	380	440	560	670

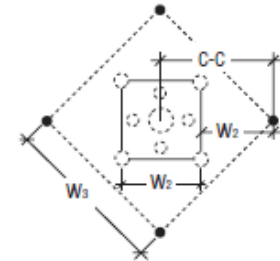


3rd square: $B_2 = W_2$

$$C-C = 1.5W_2$$

$$W_3 = 1.5W_2 \sqrt{2}$$

ϕ mm	=	76	89	102	127	154
W ₂ mm	=	320	380	440	560	670
C-C	=	480	570	660	840	1000
W ₃ mm	=	670	800	930	1180	1400

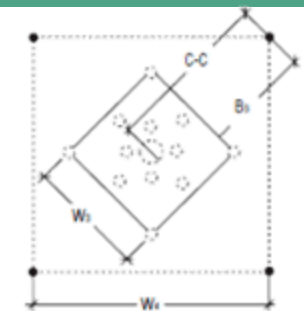


4th square: $B_3 = W_3$

$$C-C = 1.5W_3$$

$$W_4 = 1.5W_3 \sqrt{2}$$

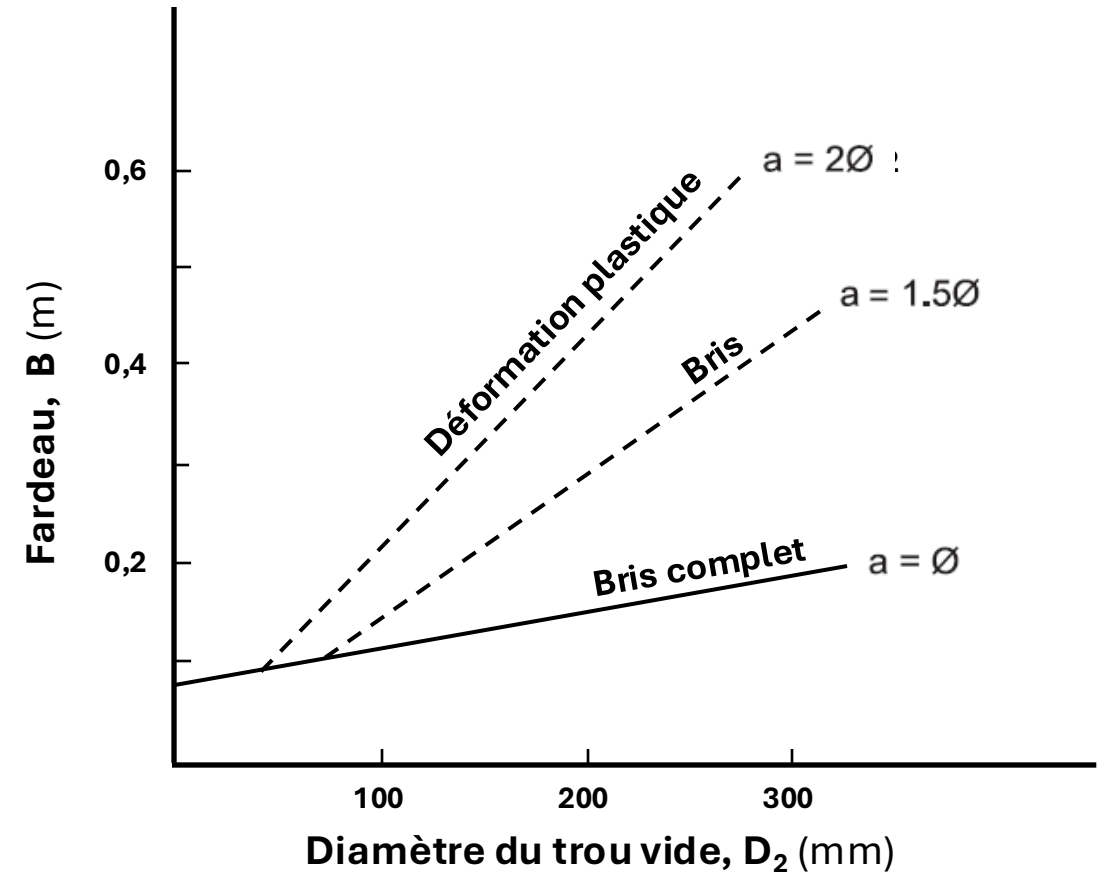
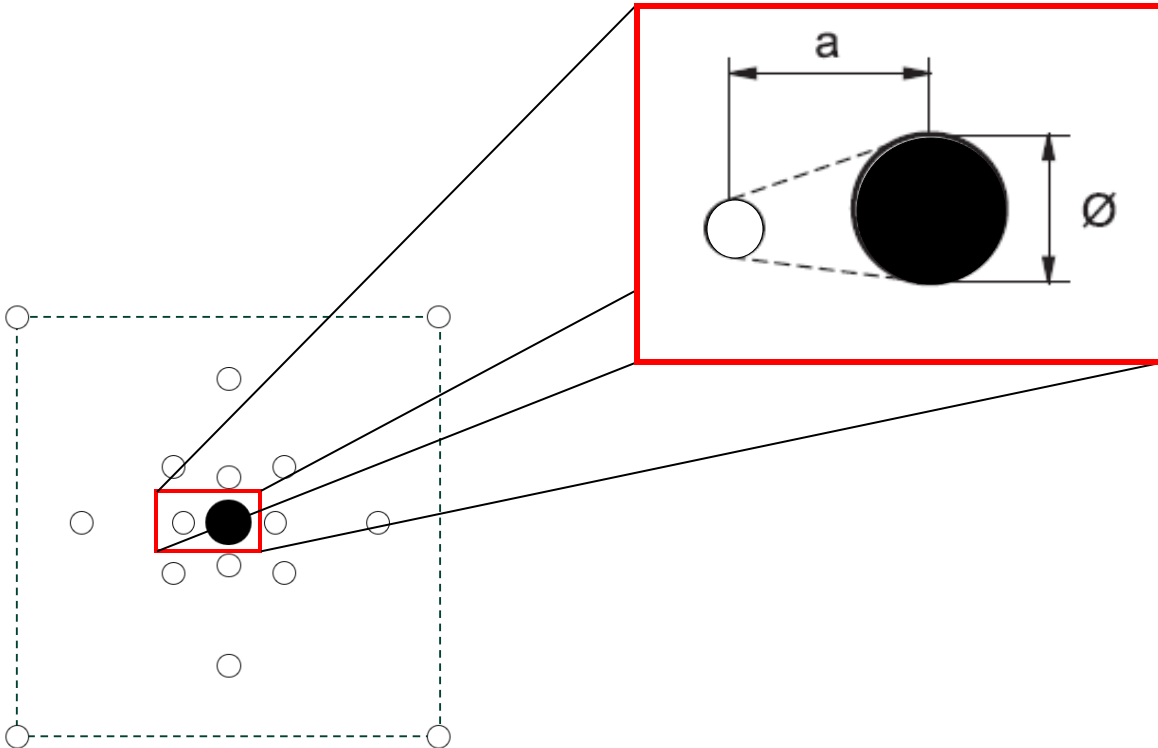
ϕ mm	=	76	89	102	127
W ₃ mm	=	670	800	930	1180
C-C	=	1000	1200	1400	1750
W ₄ mm	=	1400	1700	1980	2400





Règles de conception

Bouchon (la “cut”)

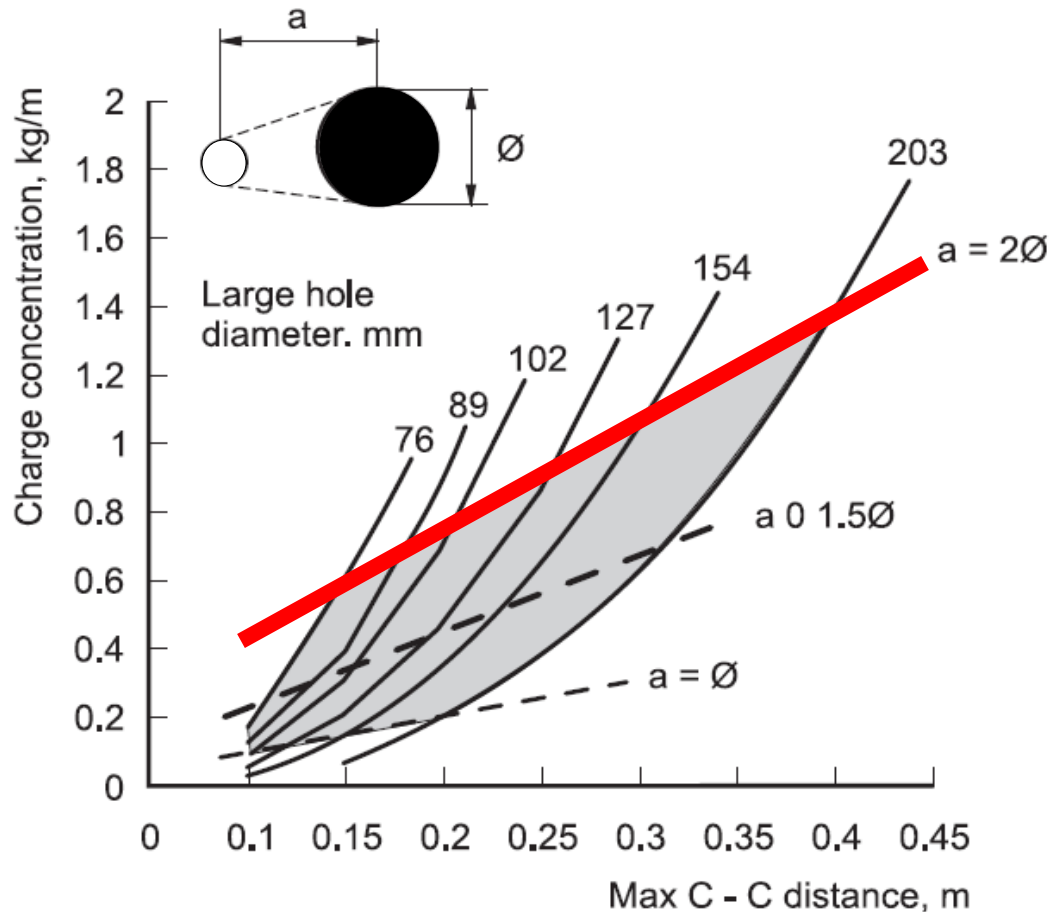


Ref: *Langefors & Kihlstrom, 1978*



Règles de conception

Bouchon (la “cut”)



Ref: *Langefors & Kihlstrom, 1978*

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

Où:

Q = charge linéaire (kg/m)

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

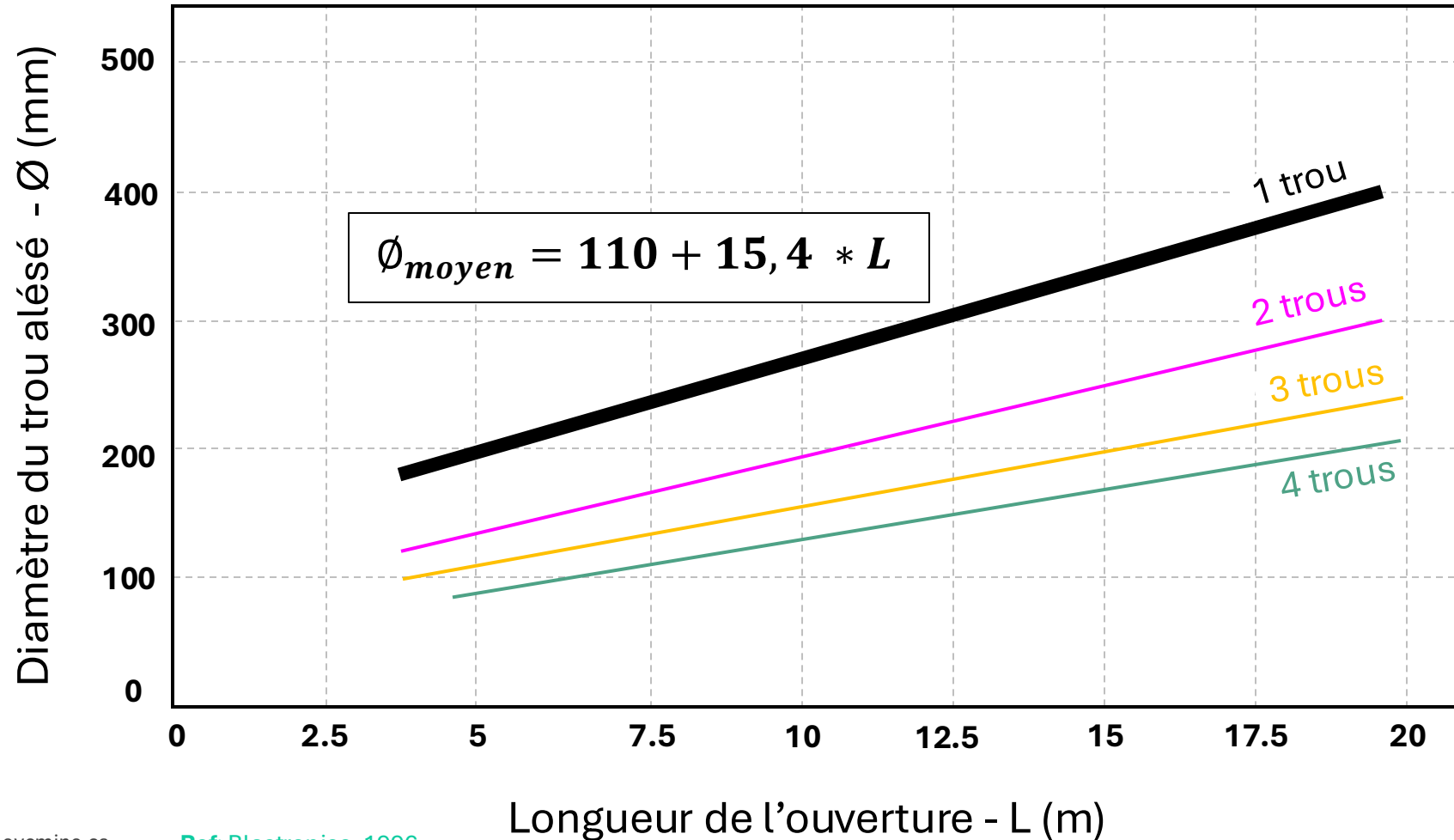
\varnothing = diamètre du trou vide (m)

d' = diamètre du trou chargé



Règles de conception

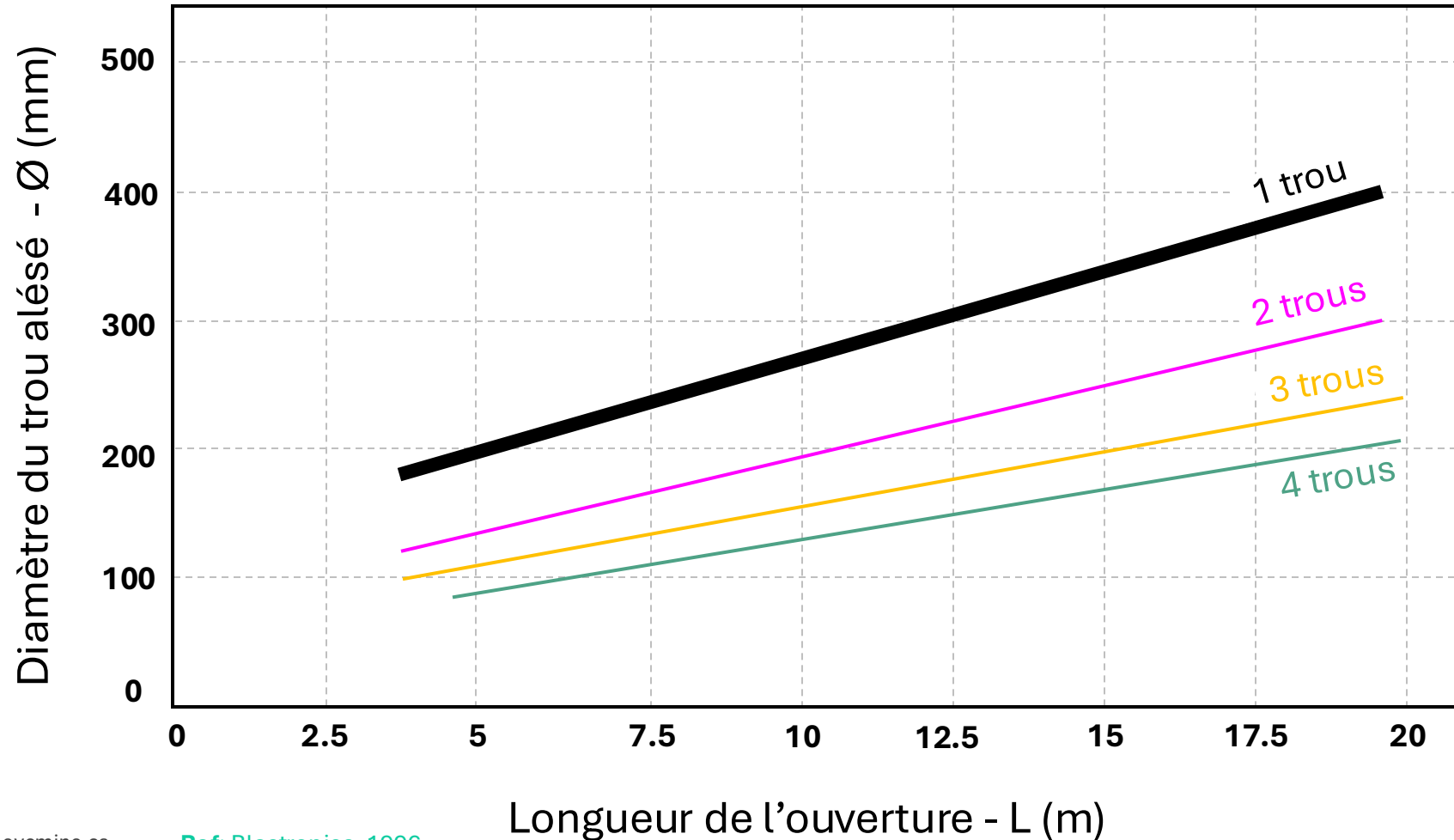
Longueur d'Ouverture



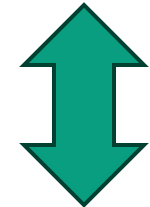


Règles de conception

Longueur d'Ouverture



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



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

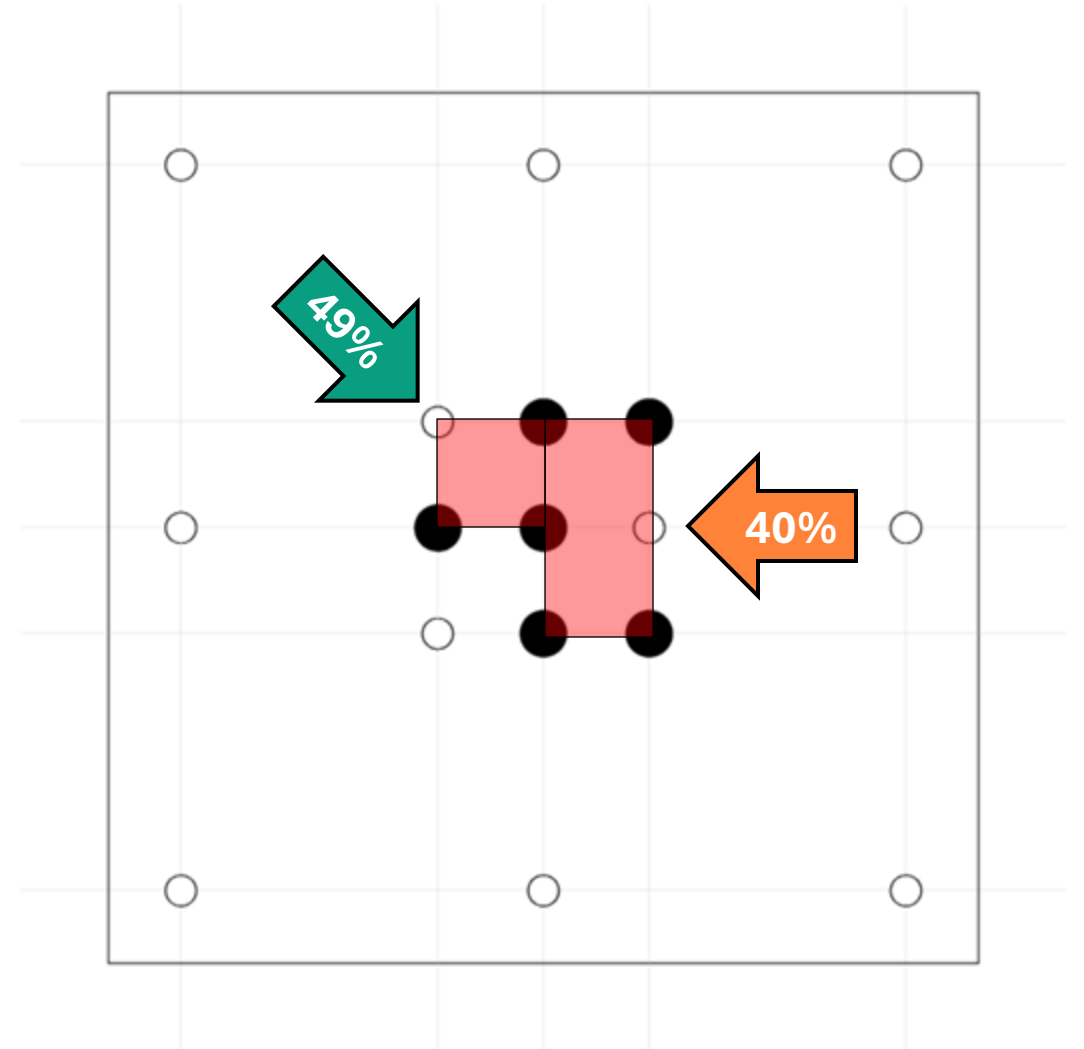
Vide et Foisonnement

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)

$$d = \overbrace{v_i * t}^{0 \text{ m/s}} + 0,5 * \overbrace{a}^{9,81 \text{ m/s}^2} * t^2$$

Monterie de **25 m**

2 250 ms
(2,25s)

En conclusion

...





En conclusion...

1. Précision du forage

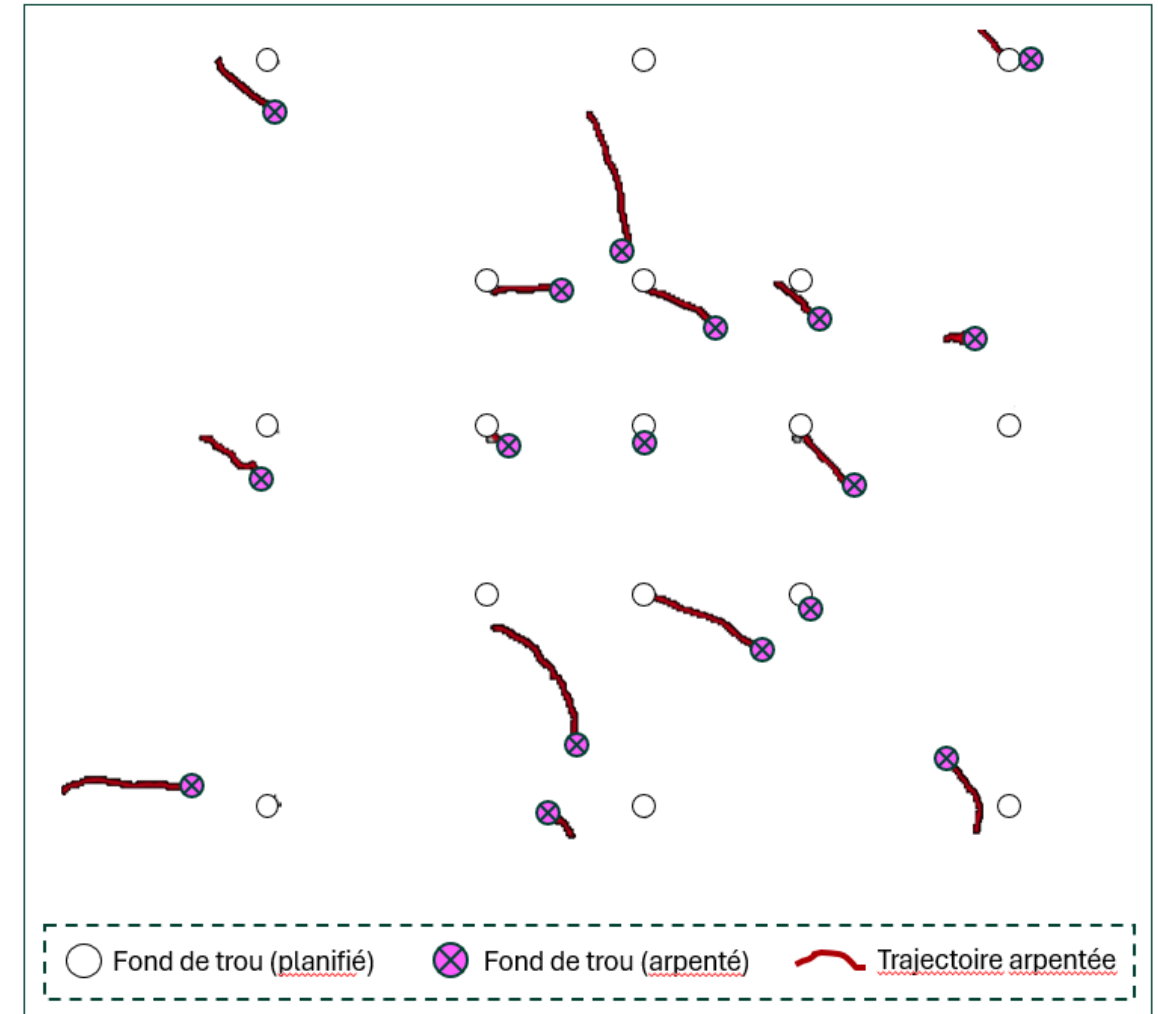
- Paramètre le plus critique pour le succès du bouchon.
- Difficile d'établir des incitatifs basés sur la précision plutôt que sur l'avancement.

2. Patron et Géométrie

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

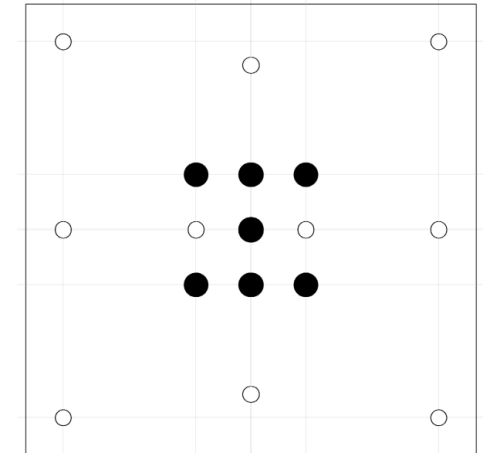
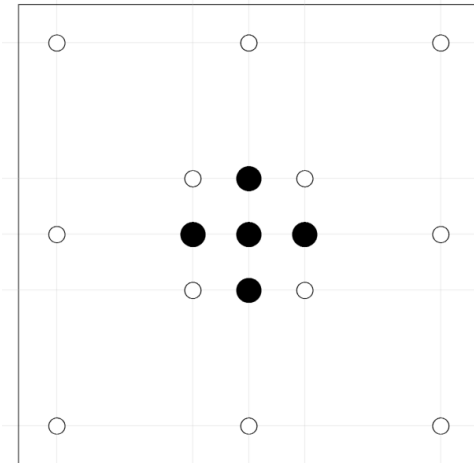
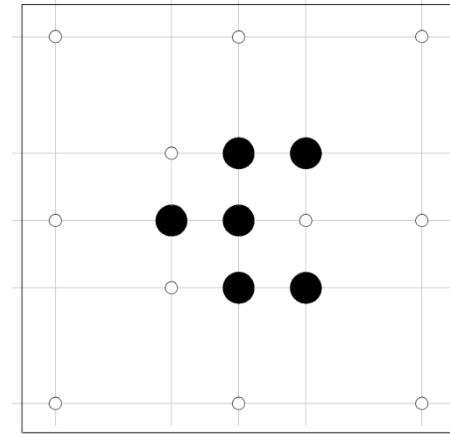
3. Diamètre de forage

- 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 Vitesse de Détonation dans le bouchon peut être envisagée si le point précédent n'est pas suffisant.

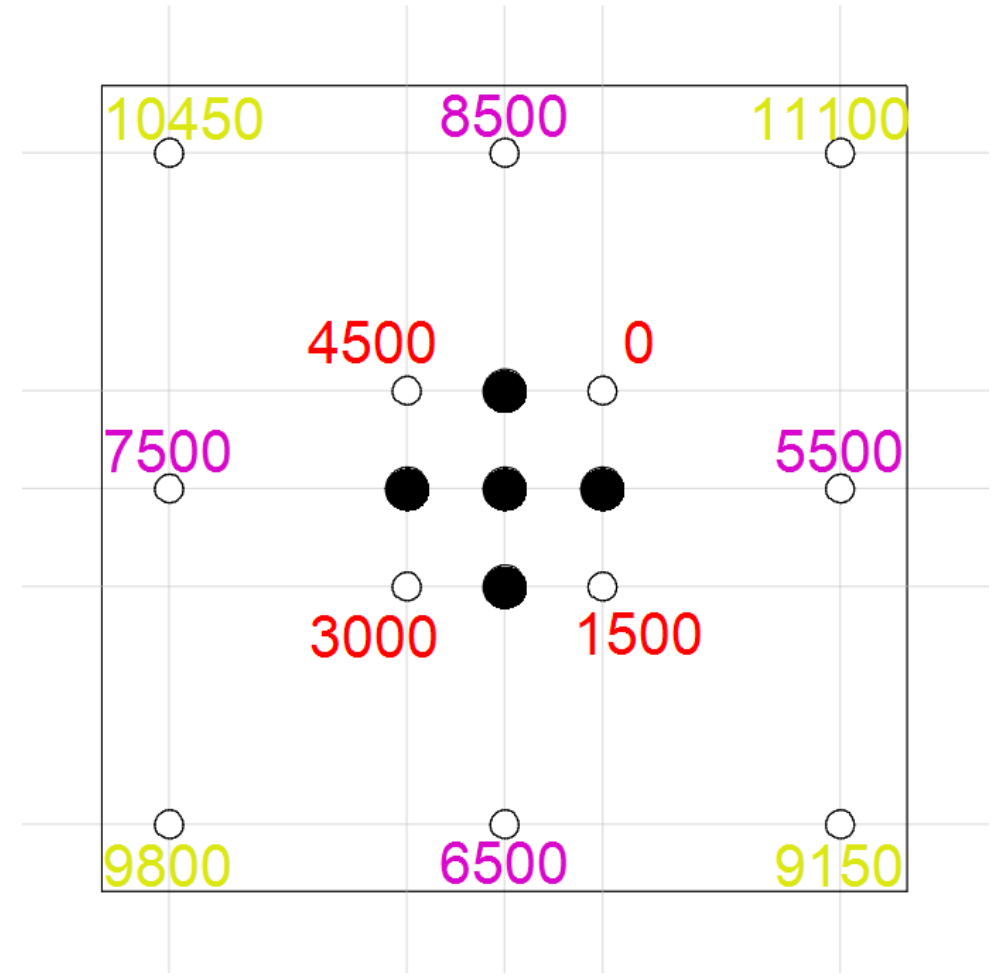




En conclusion...

5. Délais et séquence

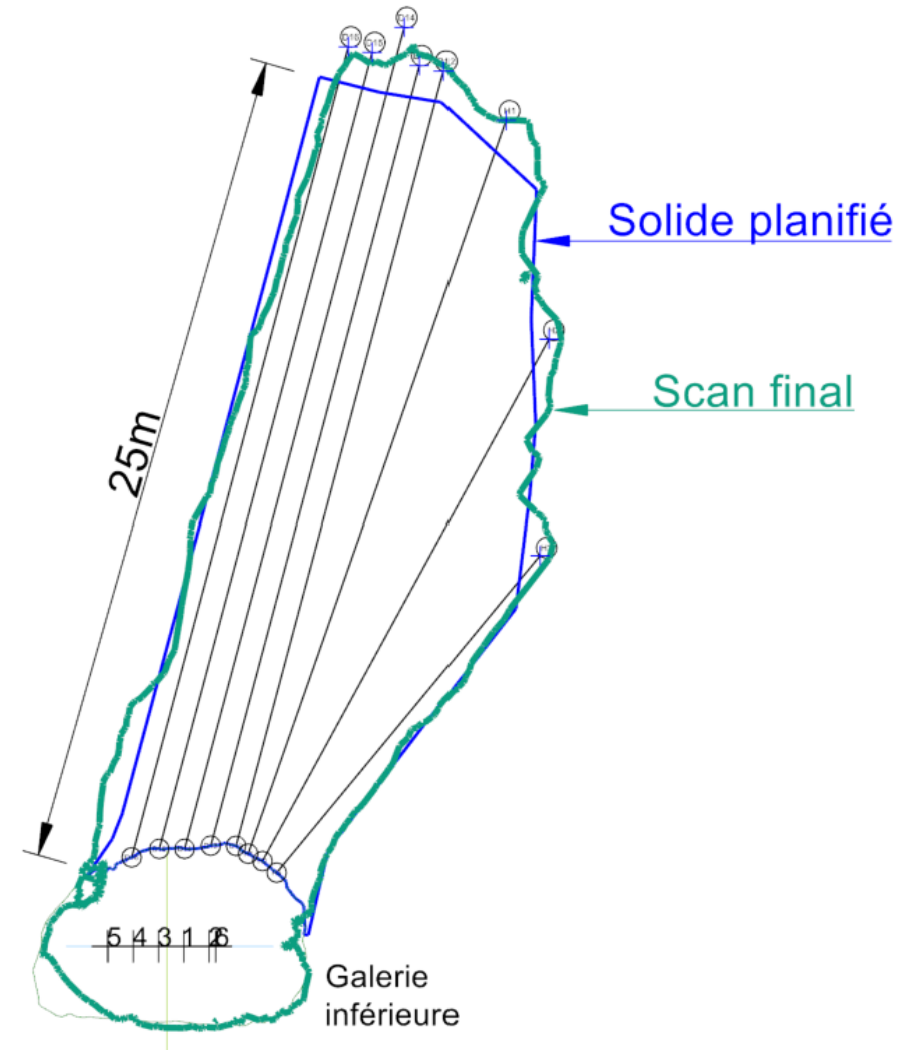
- Délais inter-trous dans le bouchon devrait être augmenté pour les monteries de 10m et plus.
- Il est préférable d'utiliser des délais trop longs que trop courts.
- Toujours initier avec le trou le plus proche du vide.
- Les méthodes de séquençage « circulaire » et « croisée » donnent des résultats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



Ref: Prince, 2025

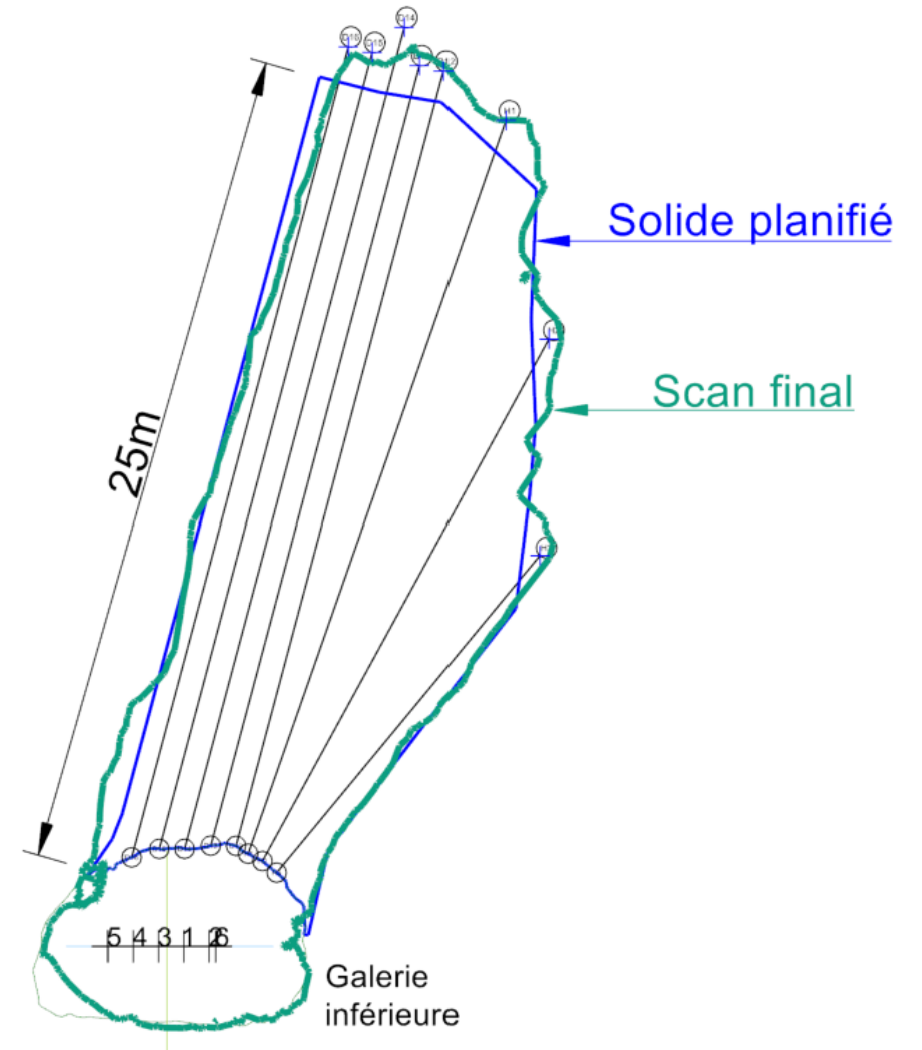
6. Longueur d'avance et vide

- 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.



En conclusion...

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



Marc-Antoine Prince, ing.

Mines et Civil | Consultant Forage & Dynamitage

maprince@evomine.ca

438-334-7993

www.evomine.ca

