

Les explosifs civils en carrière, Outil de développement



Ir. Yves MUNDERE NDEKO

EXPOBETON 2019

Kinshasa, Septembre 2019

PLAN

1. Introduction

**2. Explosion - Explosifs civils - Dispositifs
d'amorçage - Accessoires**

3. Stockage des explosifs (poudrière)

4. Emploi des explosifs

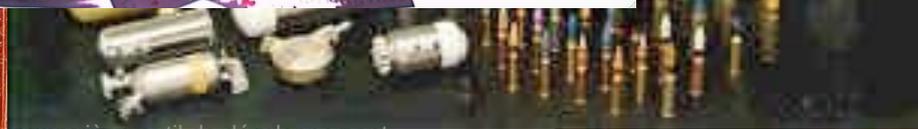
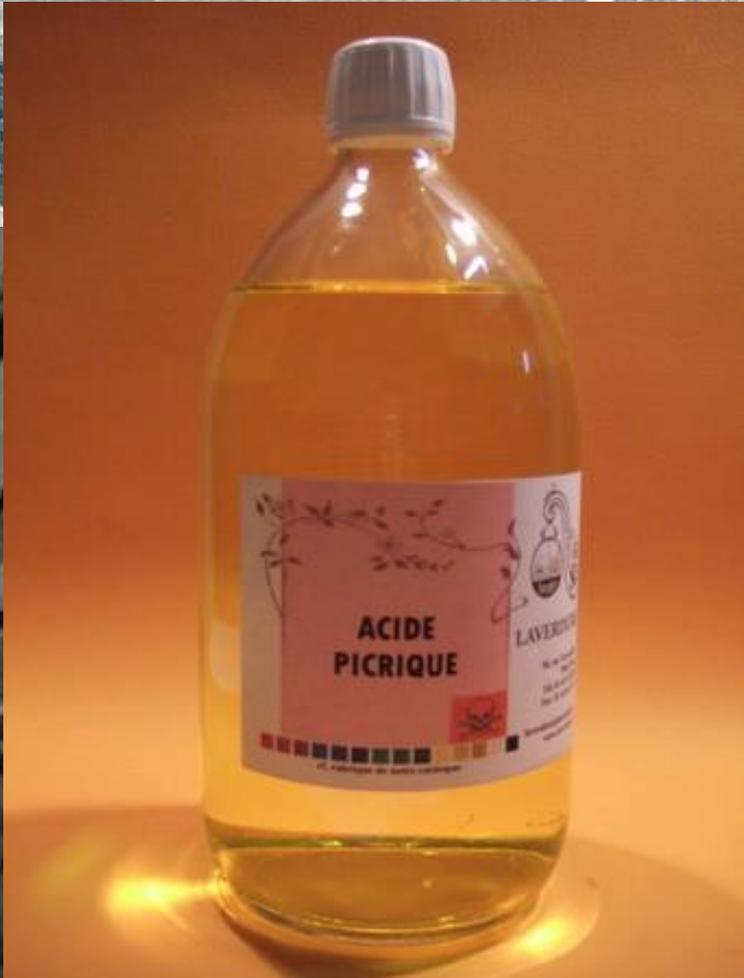
5. Conclusions

1. Introduction



Objectifs de l'exposé

- Sensibiliser, conscientiser
- Faire appréhender les dangers et les risques
- Informer
- Créer réflexes sécurité



Usage maîtrisé

- ▶ La manipulation des explosifs en toute sécurité donne des résultats maîtrisés si leur mise en œuvre est contrôlée

(Vidéo Démolition immeubles)

Par contre, dans certaines circonstances, les process peuvent échapper au contrôle.

Et alors, ...

Mexico 9/9/2007

Incendie camion explosifs sur autoroute



EXPOBETON 2019

Explosifs civils en carrière, outil de développement

- ▶ Collision entre un véhicule et le camion transportant de l'explosif
- ▶ Incendie suivi d'une explosion ~ 43 minutes plus tard
- ▶ 3 morts dus au choc entre les véhicules et 25 morts suite à l'explosion
- ▶ 250 blessés (services secours, riverains, chauffeurs et passagers des véhicules)
- ▶ Plus de 50 véhicules endommagés
- ▶ 67 maisons avec dommages structurels dans un rayon de 1km
- ▶ Dégâts aux installations électriques, routes, ...

▶ Cratère de 20m de diamètre et 3m profondeur



EXPOBETON 2019

Explosifs civils en carrière, outil de développement

AZF Toulouse 21/09/2001

(vidéo extrait journal télévisé)

- ▶ Explosion stock 300 tonnes de nitrate d'ammonium
- ▶ Cratère ovale 70 m long, 40 m large et 5 m profondeur.
- ▶ Détonation entendue à plus de 80 km de Toulouse.
- ▶ Séisme de magnitude 3,4 enregistré.
- ▶ 31 morts, dont 21 employés sur le site,
- ▶ 2 500 blessés dont certains dans un état grave.
- ▶ désordres psychiques (dépressions, angoisses, insomnies) ou auditifs. *(18 mois après l'explosion, 14 000 personnes étaient toujours sous traitement pour pouvoir dormir, calmer leurs angoisses ou soigner une dépression).*

Dommmages matériels

- ▶ Site AZF soufflé
- ▶ Zones commerciales voisines totalement détruites.
- ▶ 150 bus de transport public détruits (entrepôt en face)
- ▶ Logements, entreprises et équipements touchés
(Dégâts matériels estimés: **2 milliards d'euros.**)



Attention !

Les explosifs sont **dangereux!**

Cependant ...

Kinshasa 2050 Mégalopole = besoins en matériaux

En quantité, en qualité et en délai de livraison

Idem pour les multiples Grands projets (INGA 3, ...)

D'où Les explosifs

2.

Explosion

Explosifs civils

Amorçage

Accessoires



EXPLOSION

Transformation **rapide** d'un système matériel, accompagnée de la production de **quantités importantes de gaz à haute pression** et à haute température

Différents types d'explosion

Mécanique

Nucléaire

Chimique

Interaction roche-explosifs

L'effet de l'explosion sur le massif schématisé en **4 phases** :

Phase 1 : propagation onde de choc vers surface libre

Les micro-fissures existantes dans la roche

(joints de grains, ...) se développent et se ramifient

Phase 2 : réflexion onde de choc sur surface libre

Apparition d'une fissuration parallèle au plan d'onde

Phase 3 : propagation onde réfléchie

Nouvelles fissures et amplification fissuration

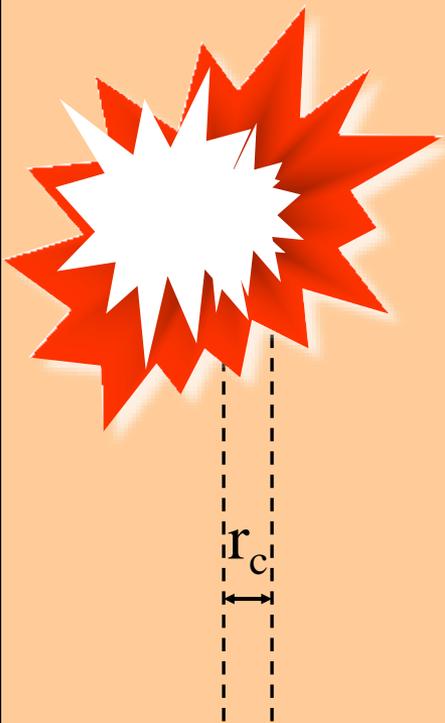
Phase 4 : effet des gaz

Mise en mouvement des blocs

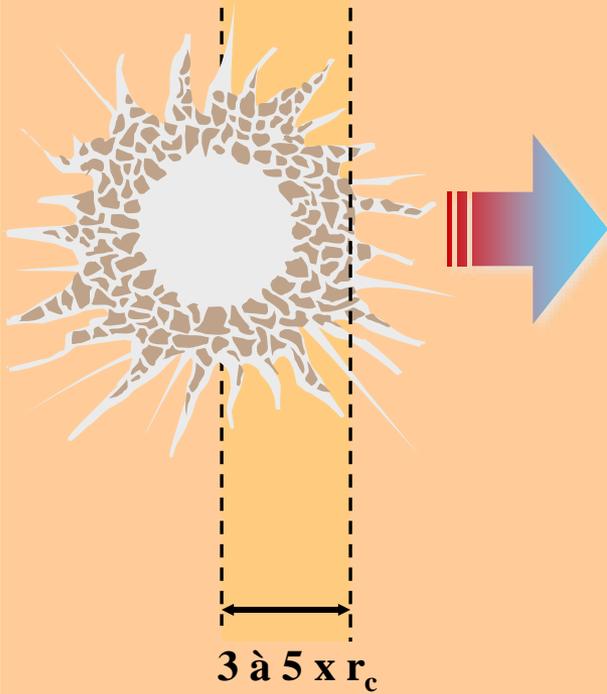
MASSIF

Surface
libre

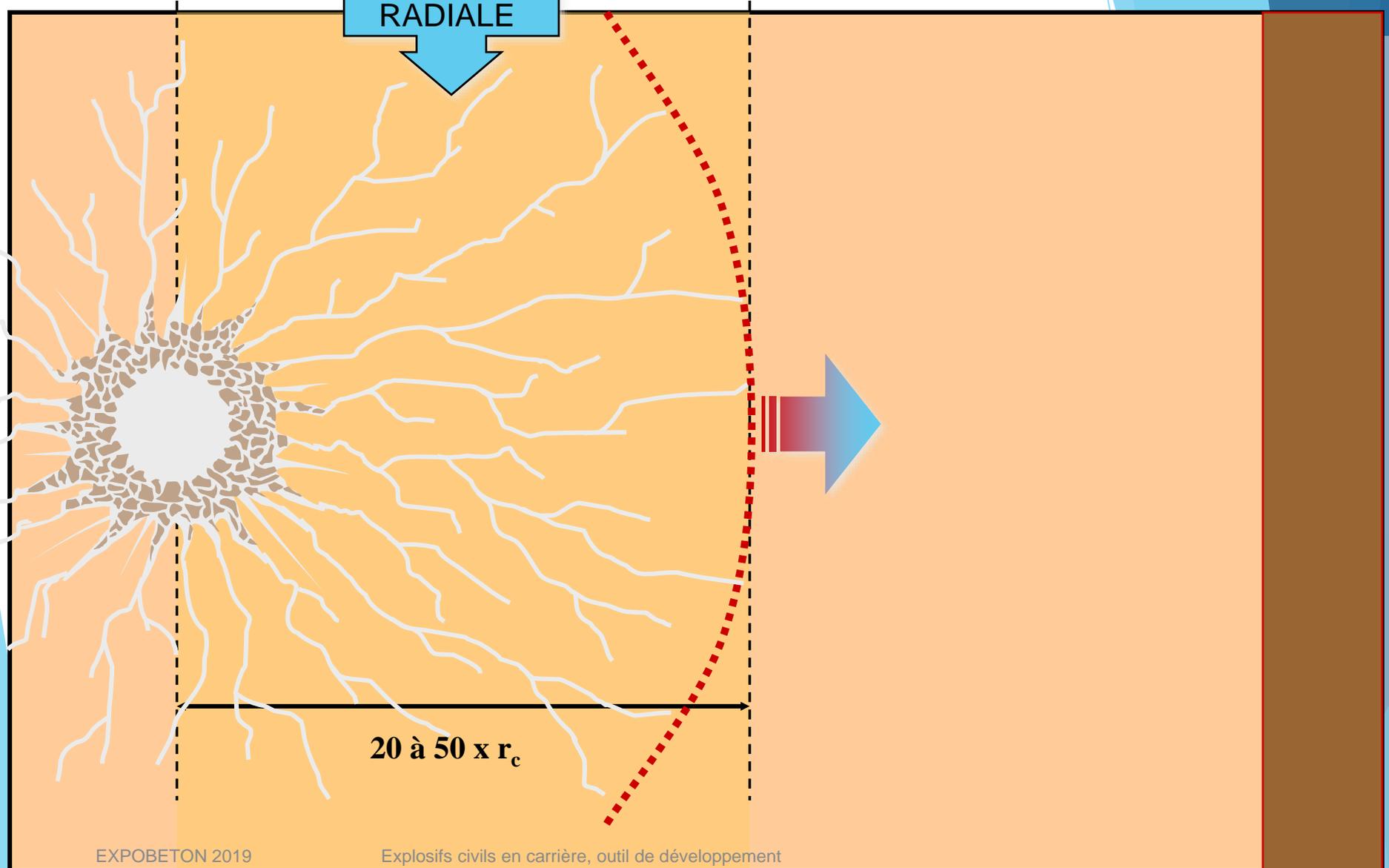




ZONE
DE
BROYAGE

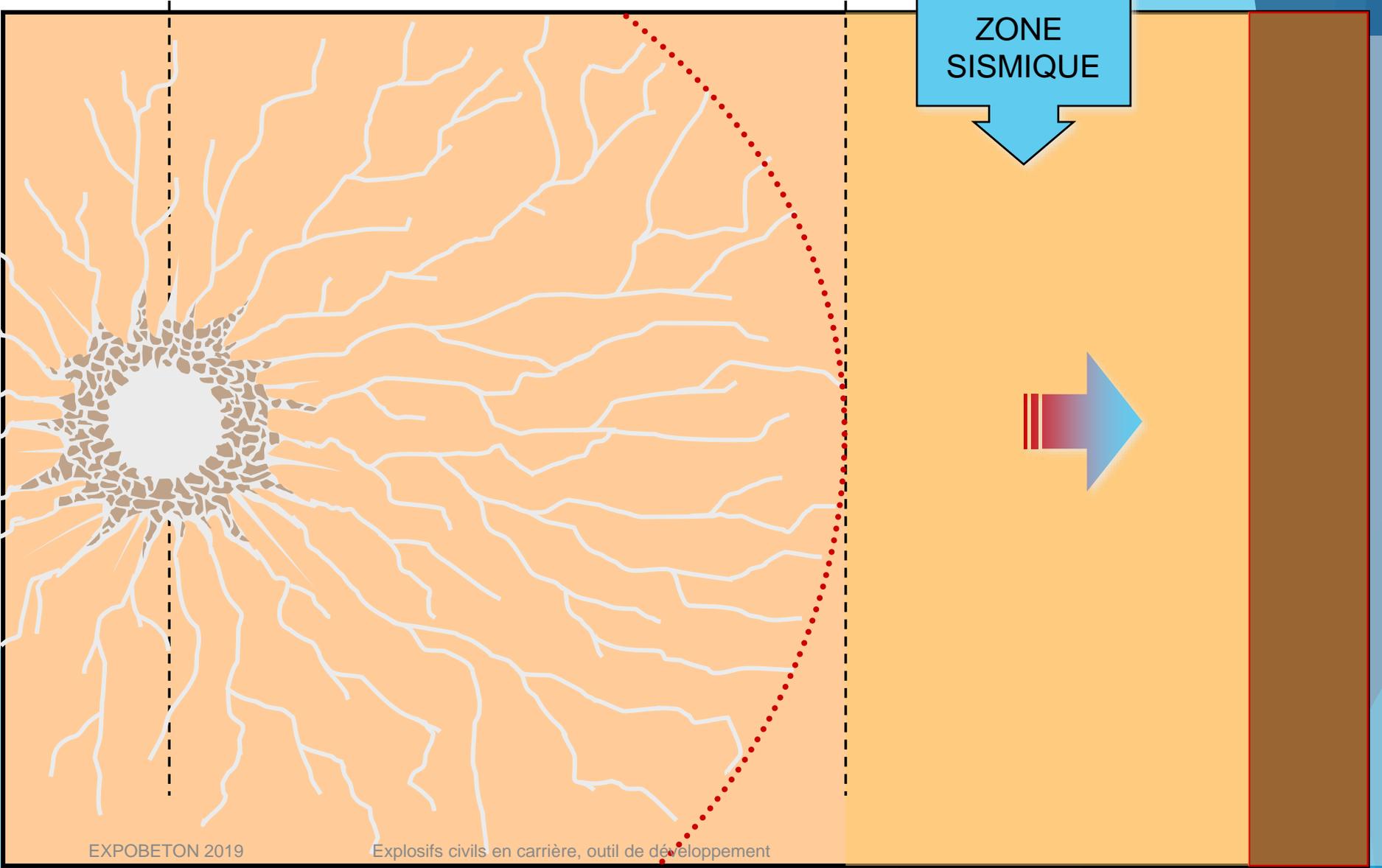
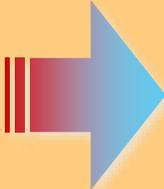


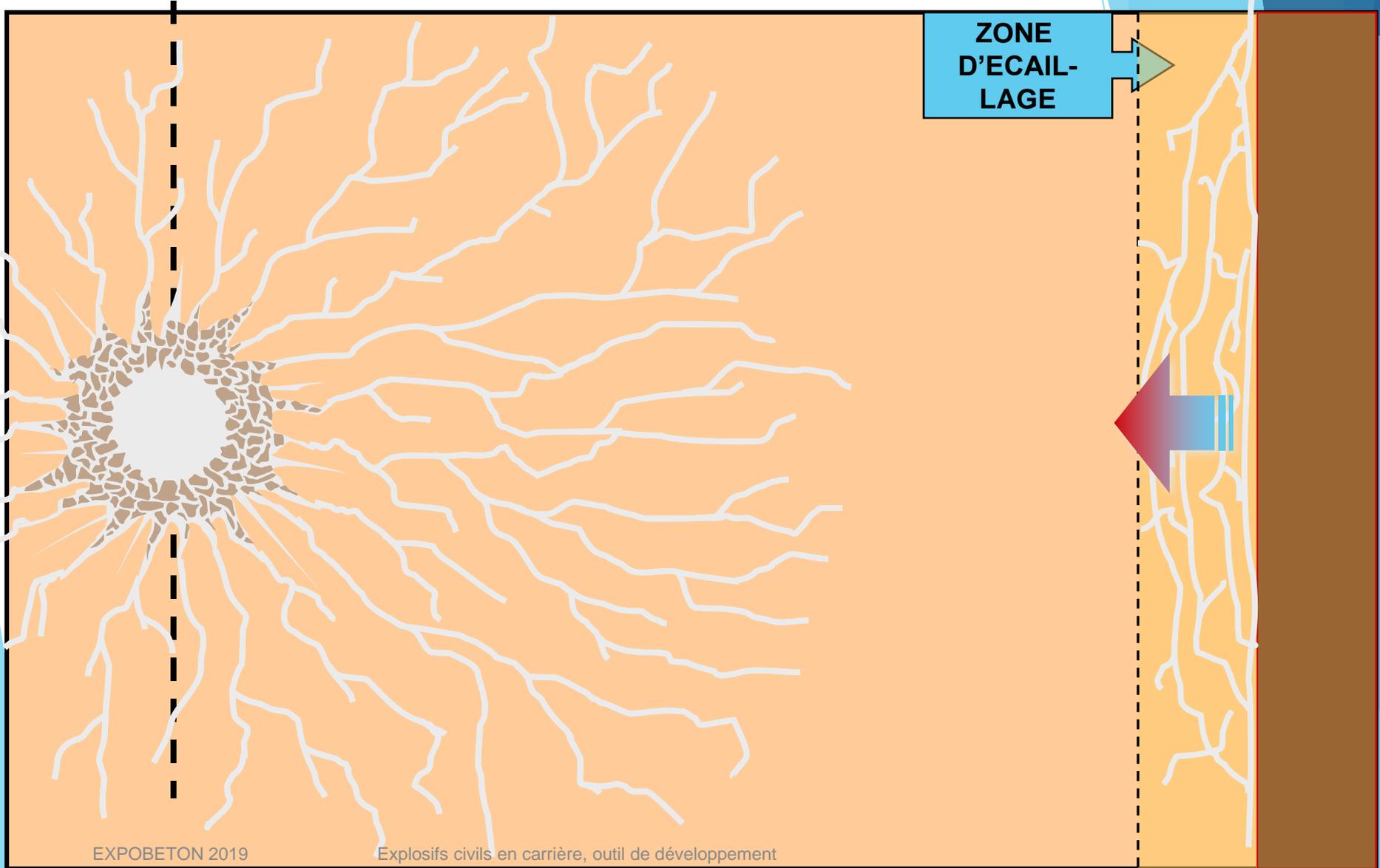
ZONE DE
FISSURATION
RADIALE

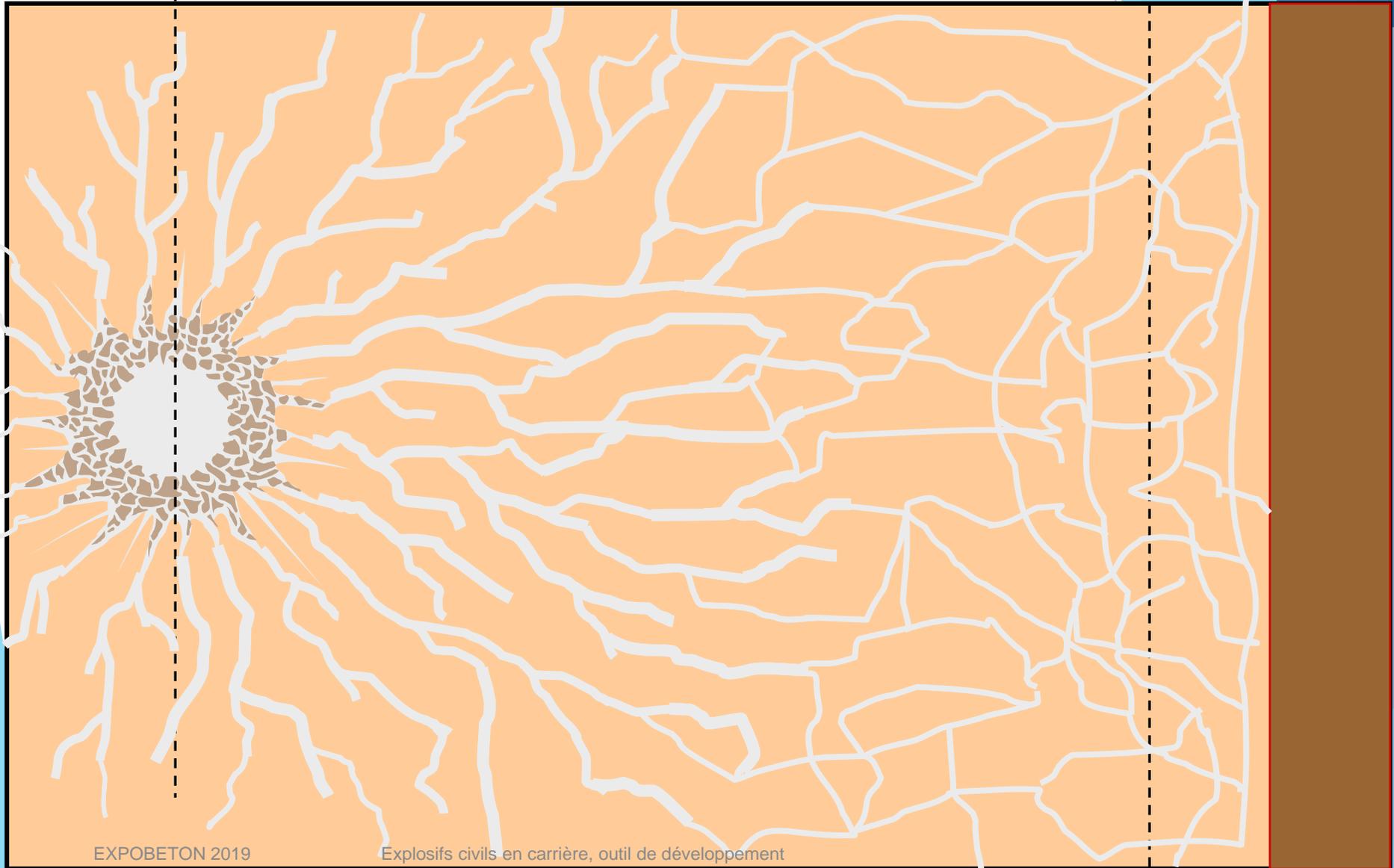


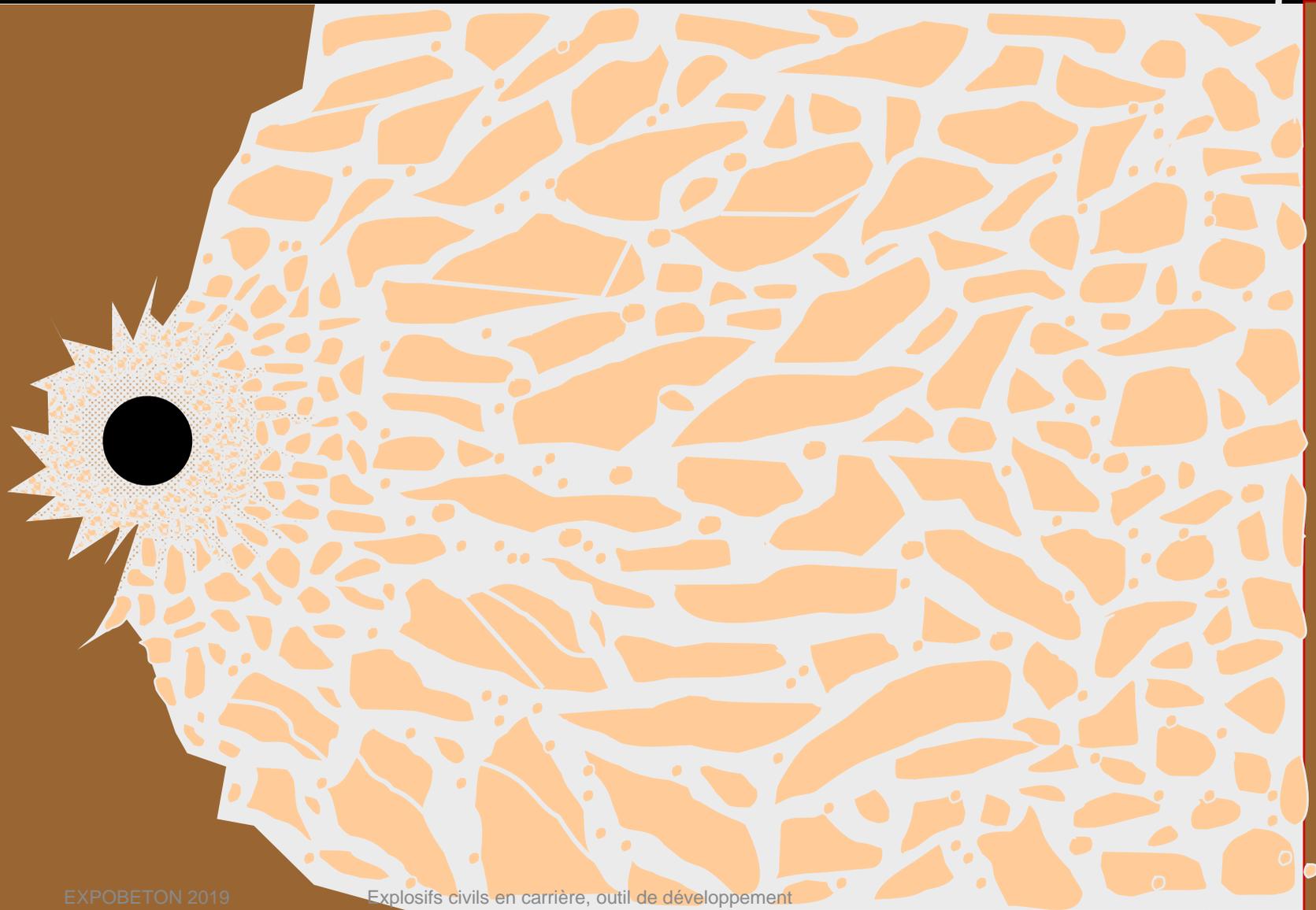
20 à 50 x r_c

ZONE
SISMIQUE









EXPLOSIF

Substance simple ou mélange de substances qui, dans certaines conditions, génèreront une explosion.

Fiches données sécurité

- ▶ La **fiche de données de sécurité FDS** (en anglais: *Material Safety Data Sheet* ou **MSDS**) est un formulaire contenant des données relatives aux propriétés d'une substance chimique.
- ▶ Informe sur les risques liés aux produits et les moyens de les réduire.
- ▶ Distribuées par fabricant ou distributeur
- ▶ Autre source d'informations: la fiche technique du fournisseur

Explosifs civils

A. Poudres noires

B. Dynamites

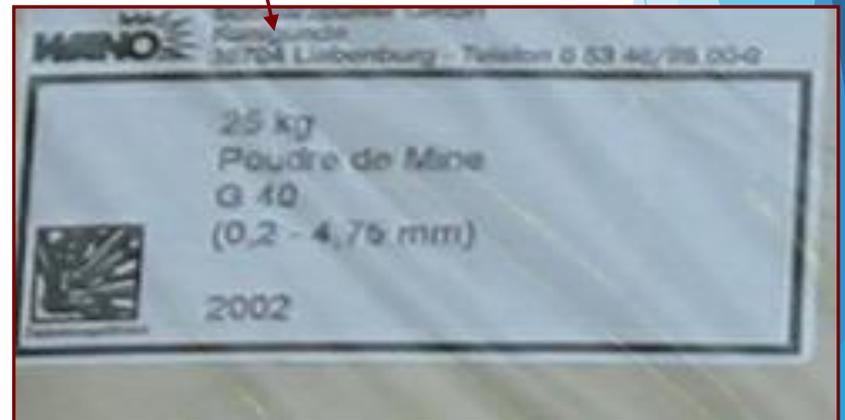
C. Explosifs difficilement inflammables (D.I.)

- ANFO
- Emulsions
- Booster

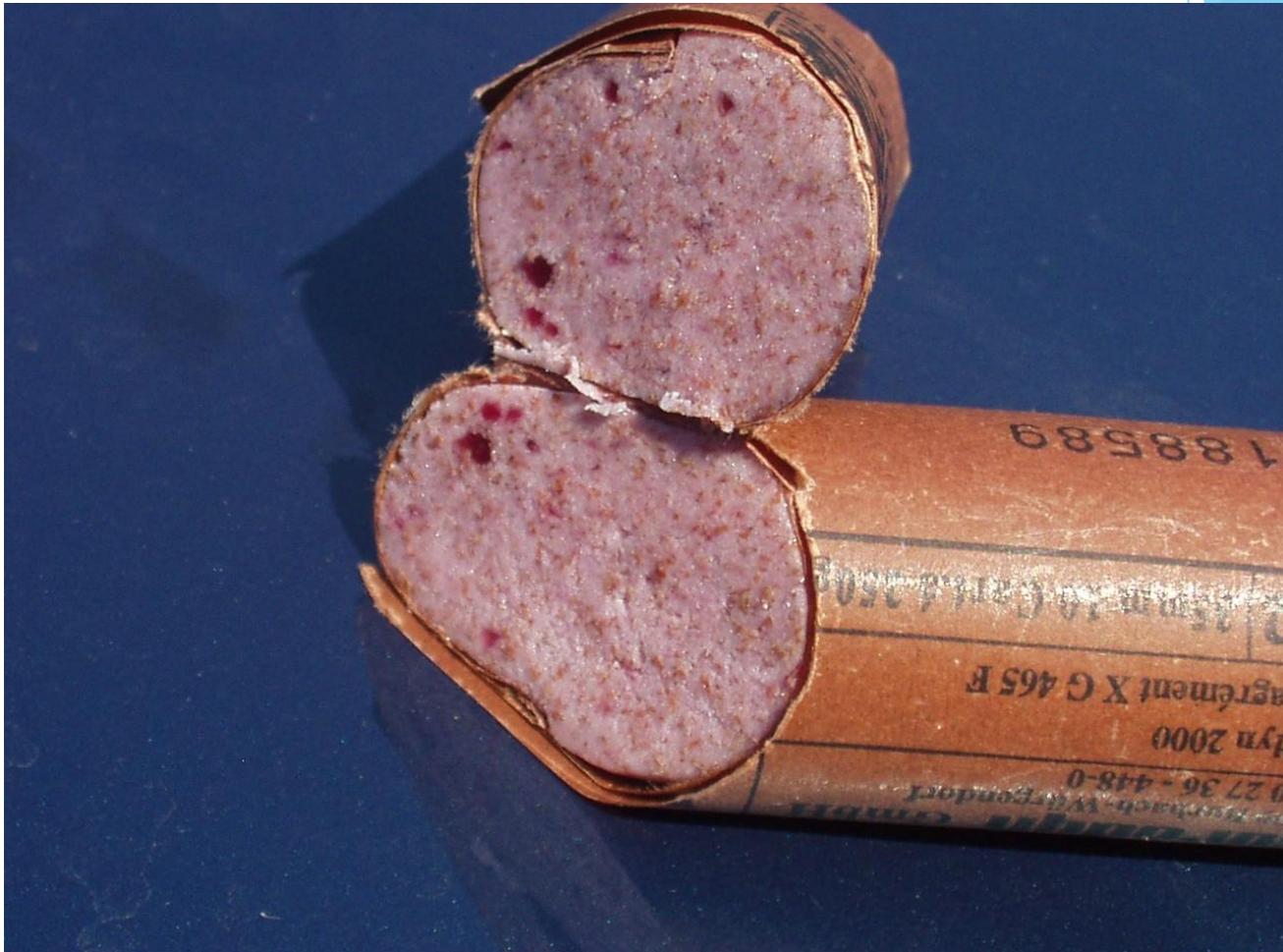


 USINE DE VONGES 21	
POUDRE NOIRE Sous forme de comprimés	N°ONU 0028
	AGREMENT P336F <small>0080.EXP.97.0021</small>
SACHET	MCHA
DIAMETRE UNITE 25	MASSE 25 kg
DATE: 24 SEP. 2002 ^A	
N° LOT: 24/02	
N° CASSE: 800	

Poudre noire



Dynamite





EXPOBETON 2019

Explosifs civils en carrière, outil de développement





EXPOBETON 2019

Explosifs civils en carrière, outil de développement



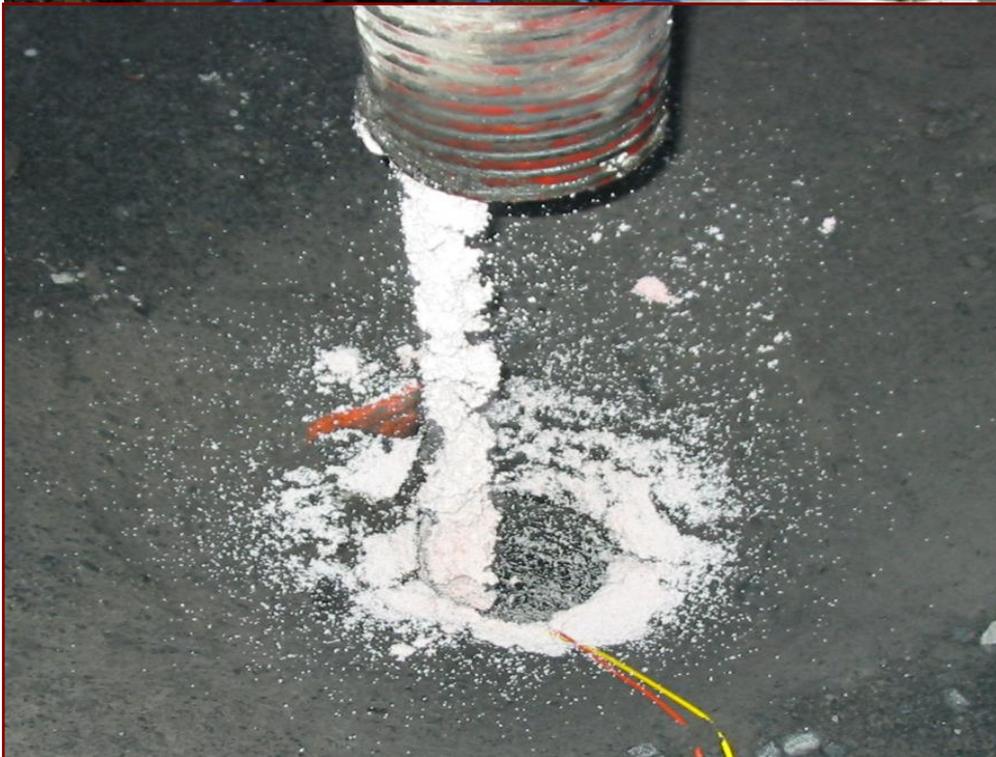


EXPOBETON 2019

Explosifs civils en carrière, outil de développement









EXPOBETON 2019

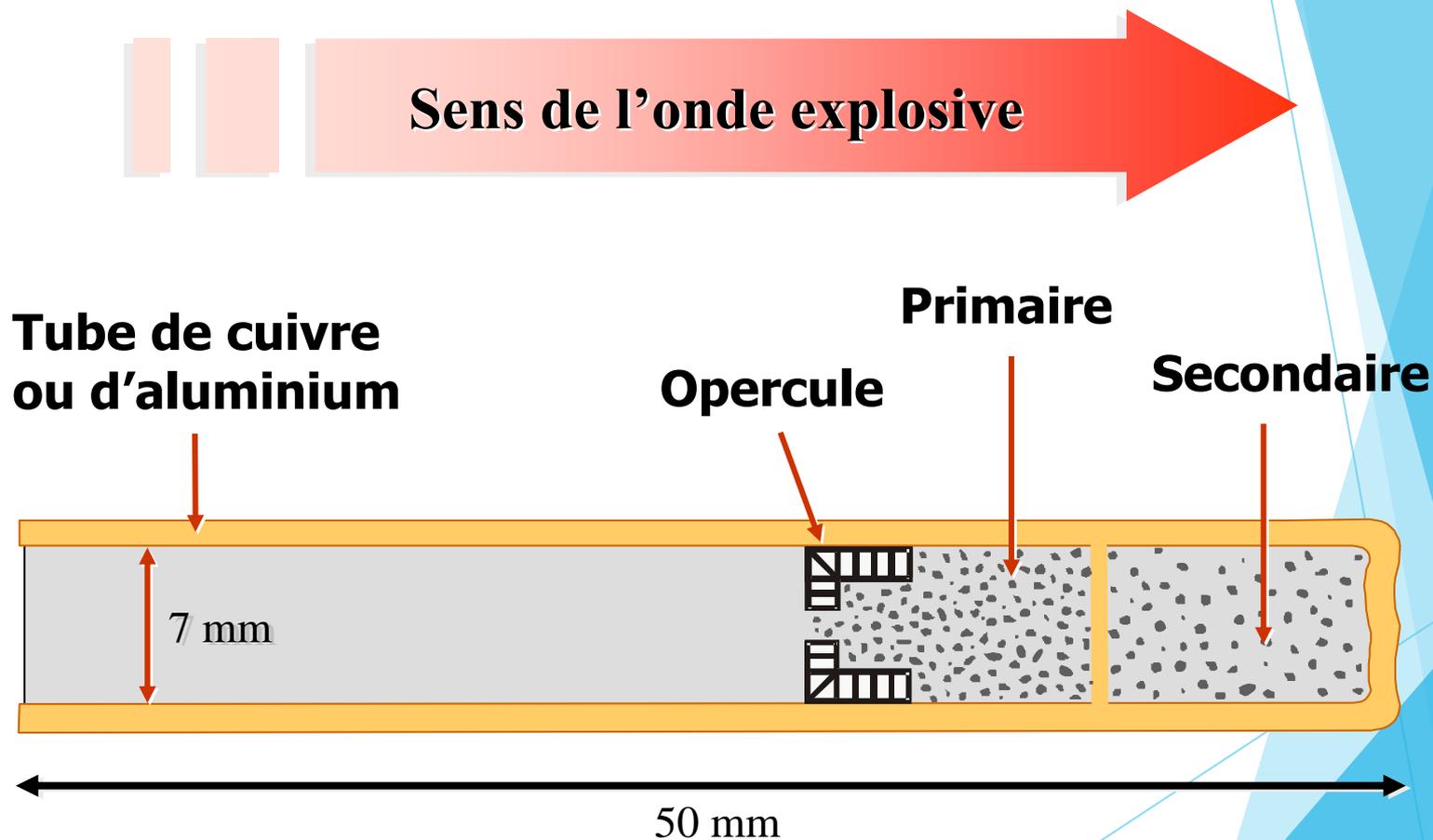
Explosifs civils en carrière, outil de développement

Les dispositifs d'amorçage les plus utilisés

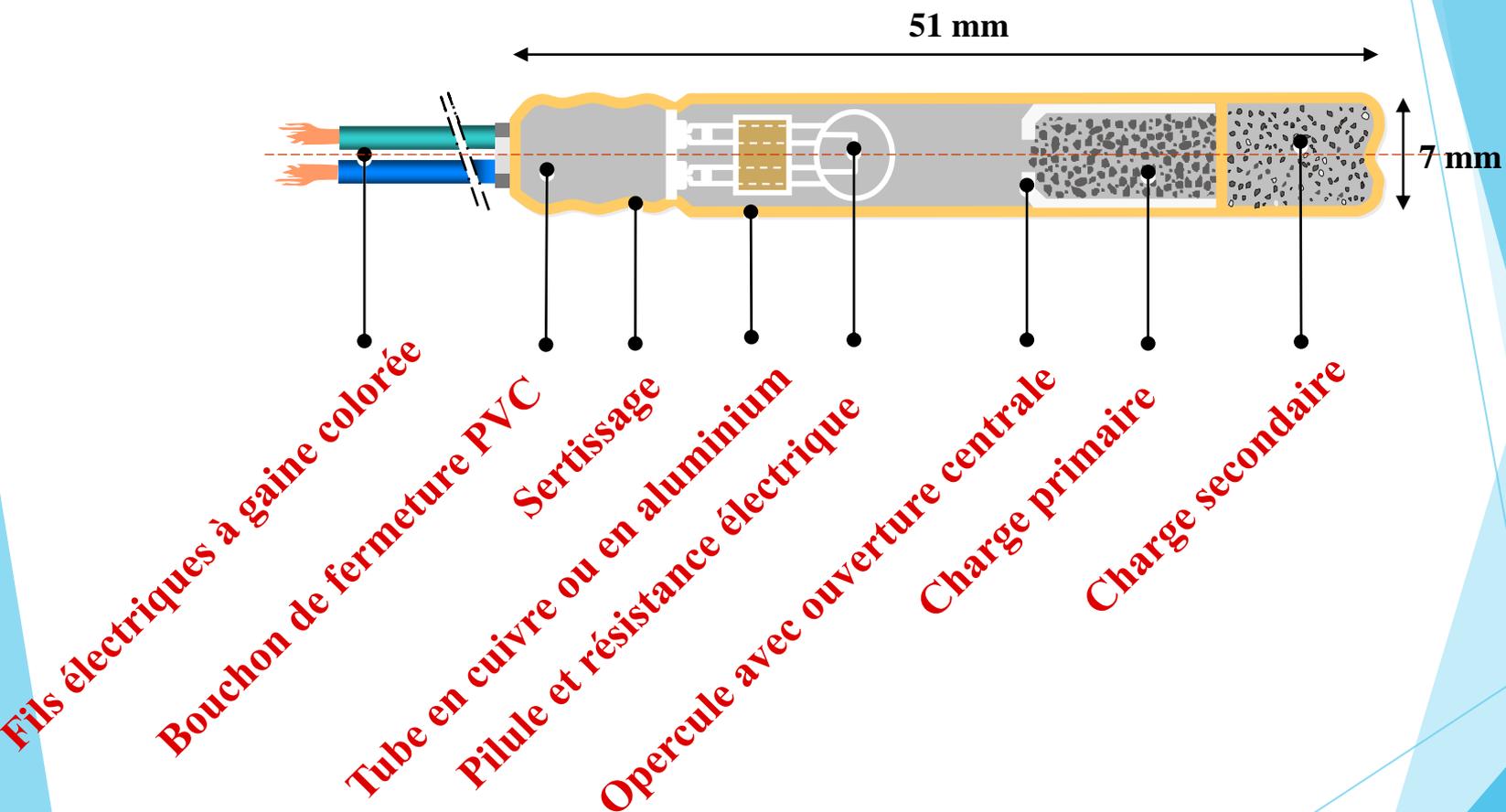
(engins qui permettent la mise à feu d'explosifs)

- ❑ Les mèches
- ❑ Les détonateurs (ordinaire ou électrique)
- ❑ **Le détonateur électronique**
- ❑ Le détonateur non-électrique
- ❑ Le cordeau détonant

Coupe de détonateur ordinaire



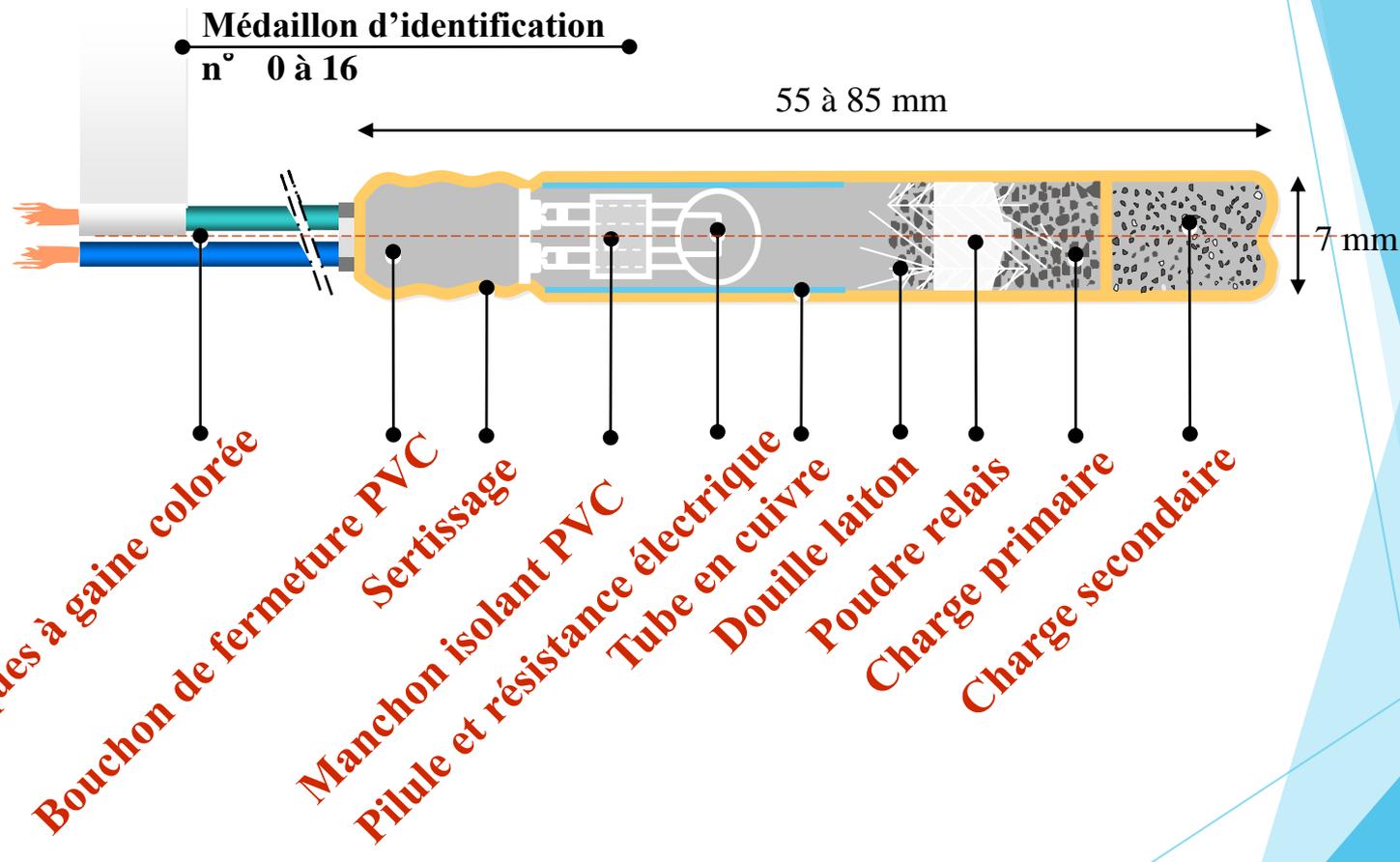
Coupe d'un détonateur électrique instantané



3.2. Détonateur électrique instantané



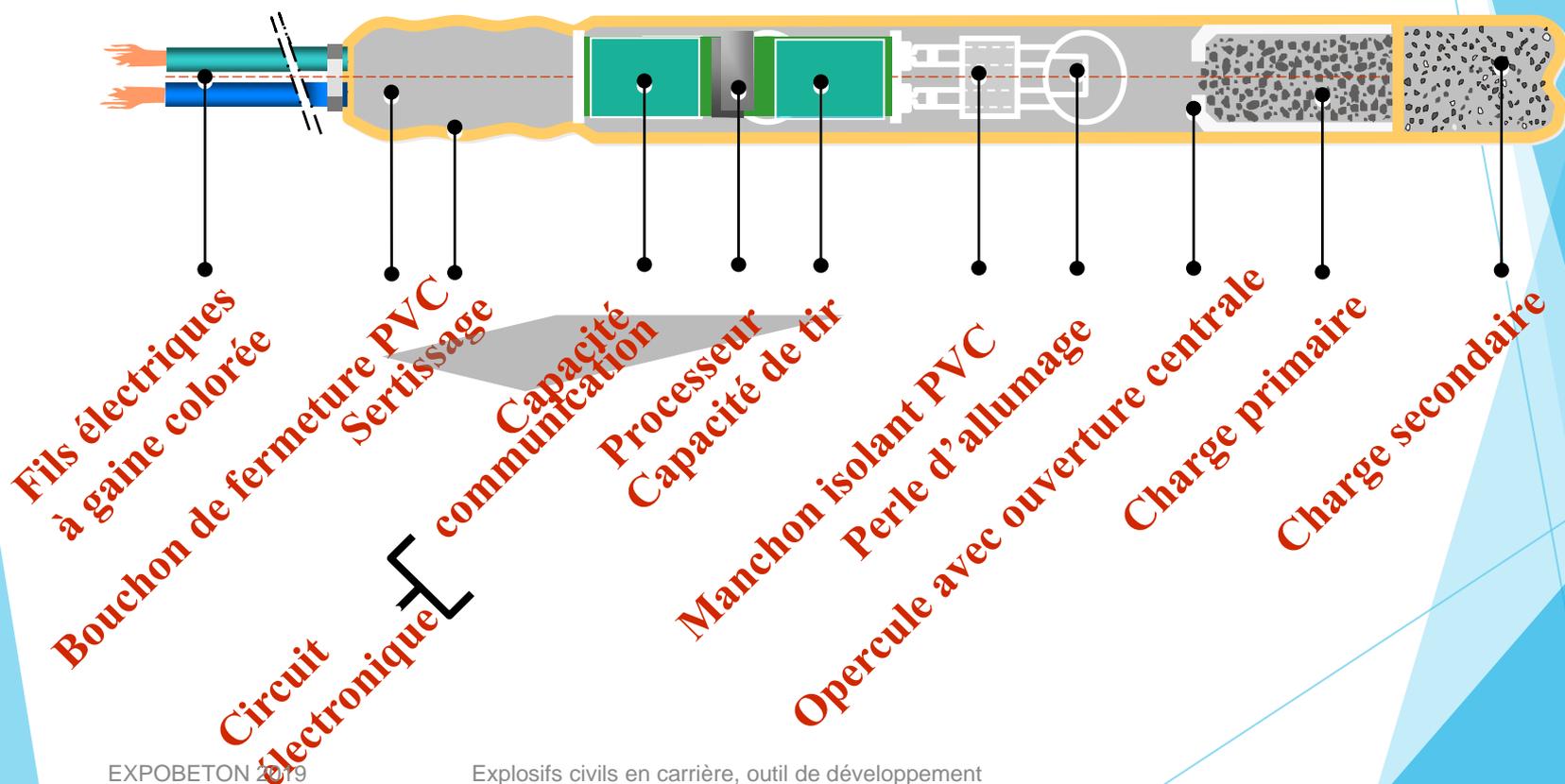
Coupe d'un détonateur électrique à retard



Botte de 10 détonateurs électriques à retard



Coupe d'un détonateur électrique à retard électronique



Détonateur électrique à retard électronique



Détonateur non-électrique



Connecting



Cordeau 40 g/m



Exploseurs



EXPOBETON 2019

Explosifs civils en carrière, outil de développement

Ohmmètre



Lignes de tir



Console de tir (électronique)



Console de programmation



Console Logger



Console Blaster



Systemes d'initiation à distance de détonateurs électroniques ou non électriques (sécurité)

Systeme ROBIS (non-électrique)



3. Stockage des explosifs - Emmagasinage

- ▶ Variable en fonction du type de produits
- ▶ Simplifié si chambre forte et fermeture à secrets ou système détection anti intrusion

Implantation

Règles de construction

- ▶ Règles « OTAN » - AASTP-1 à 5 (manuel des lignes directrices)
 - ▶ Tables Distance / Quantité pour différents modes de construction et différentes dispositions, routes
- ▶ $D = k Q^{1/3}$ avec $k = 2$ à 44

Analyse sécurité pyrotechniques / Etudes de risques

- ▶ Calculs de Zones de Risque
- ▶ Détermination de critères d'acceptabilité pour les différents acteurs: opérateur ➔ riverain
- ▶ Tiennent compte du type d'activité, de l'exposition, du type d'accident potentiel...

Zones de risque autour d'une explosion

Distance réduite	Pression	Dommages	
		Personnes	Bâtiments
k.Q1/3	bar		
1,1	8	Risque lé tal	Dégâts très importants
2,4	1,8	Risque lé tal	Effet domino Un camion est retourné
3,6	1	50% rupture tympan	Dégâts importants
5	0,5	Blessures graves	Limite de dé molition partielle
8	0,21	Nombreuses blessures lé gères	Dégâts moyens
15	0,08	Peu de blessures lé gères	Dégâts lé gers
22	0,05	Très peu de blessures lé gères	Peu de dégâts lé gers, bris de vitre
44	0,025	Aucune blessure	Pas de dé gât

Détournement / usages illicites

- ▶ **Protection contre le vol et le détournement**
 - ▶ Règles de construction
 - ▶ Gestion par des « personnes de confiance »
 - ▶ Gardiennage, contrôles
 - ▶ Registre, inventaires

Détournement / usages illicites

- ▶ Séparation explosifs / dispositifs mise à feu
- ▶ Gardiennage, surveillance
- ▶ **Traçabilité**

Fig. 1 – Dépôt avec coffres-forts

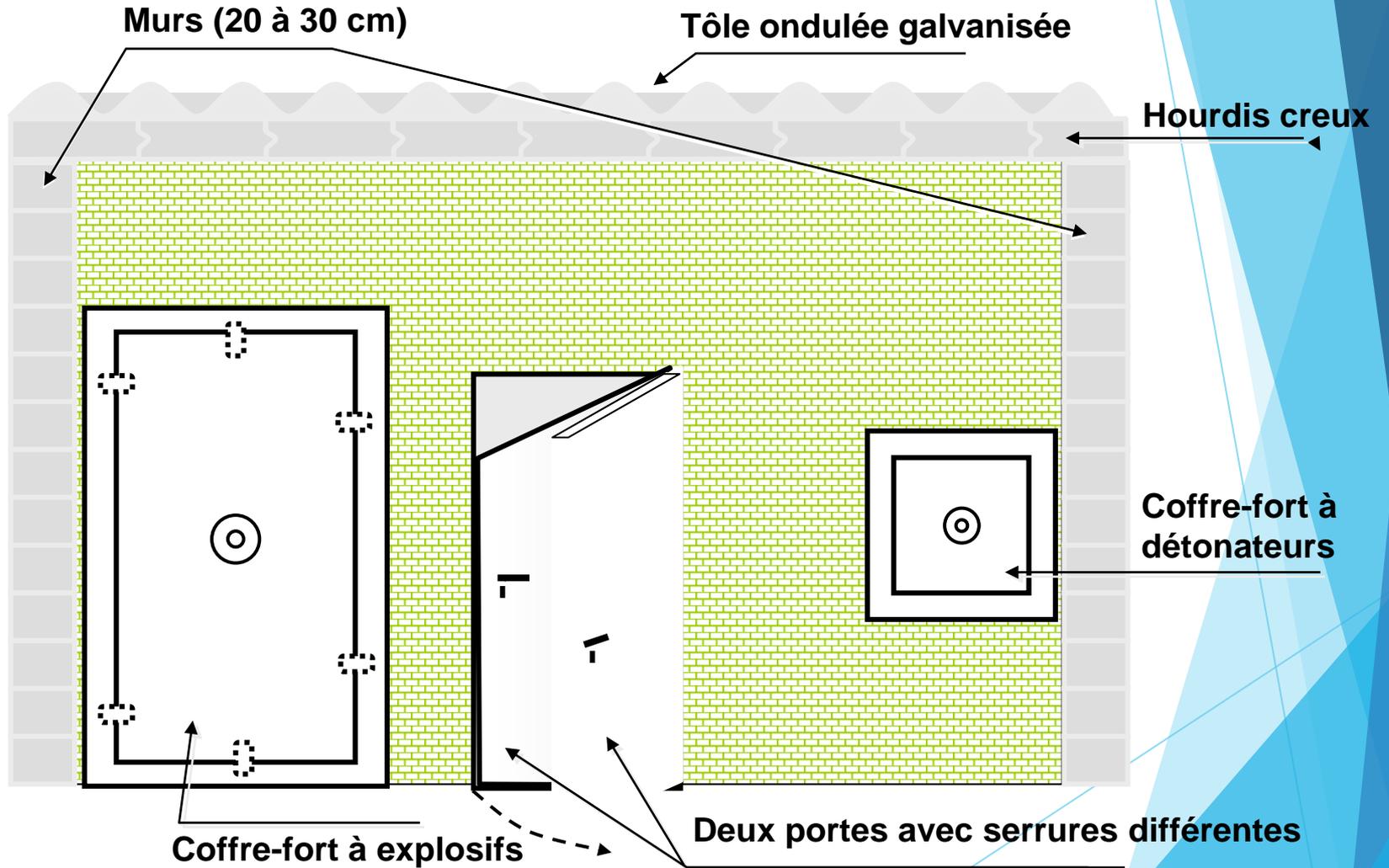
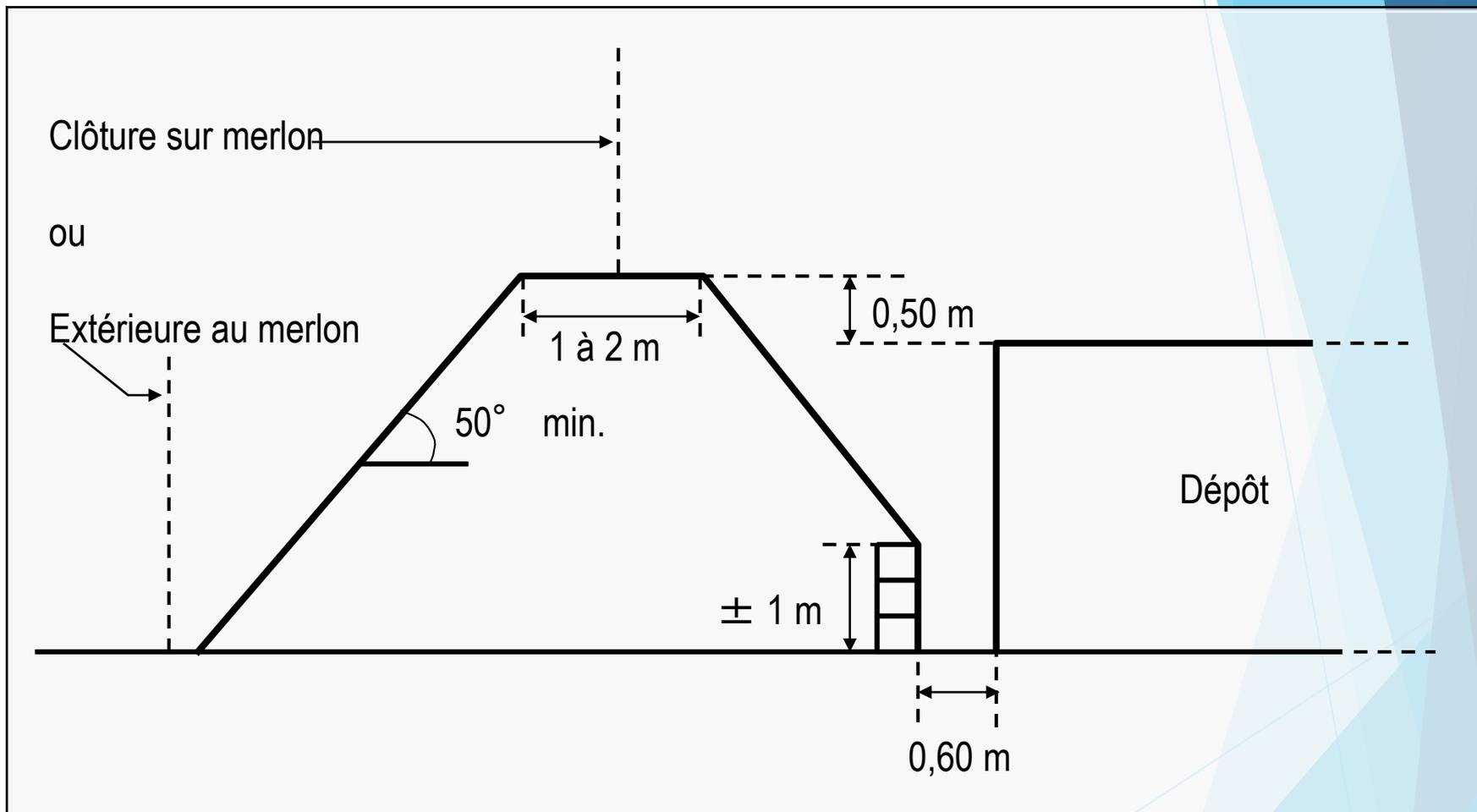
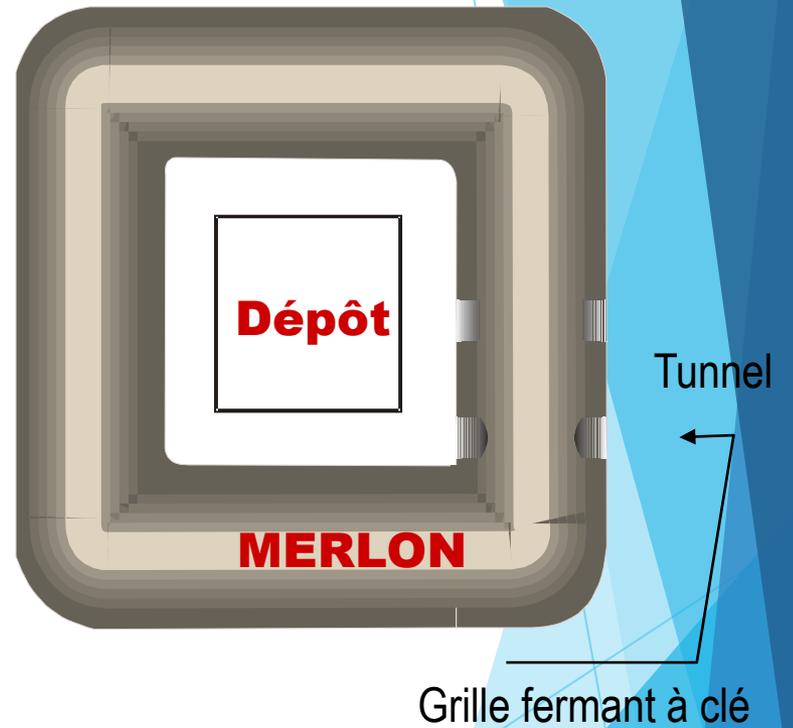
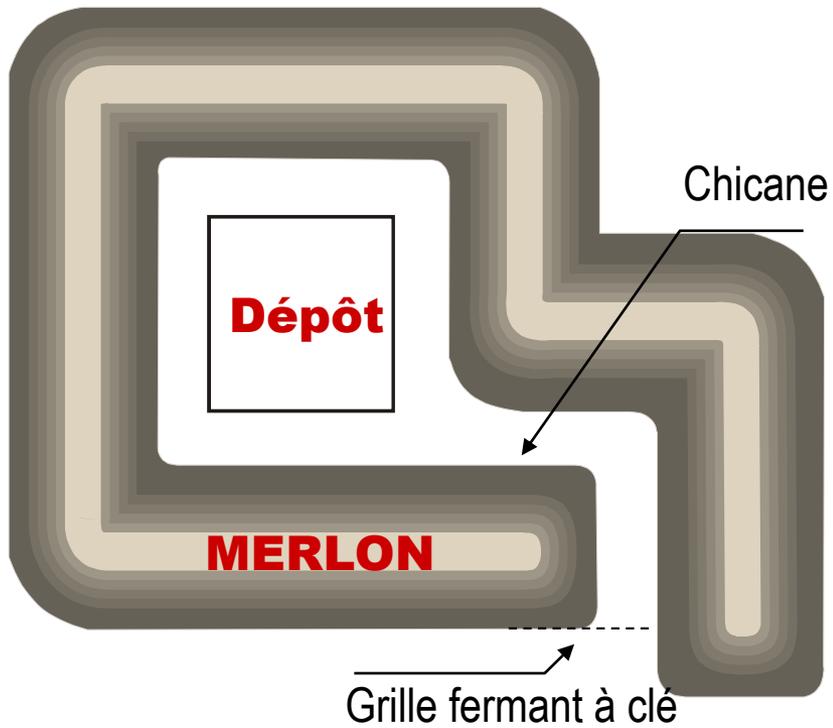


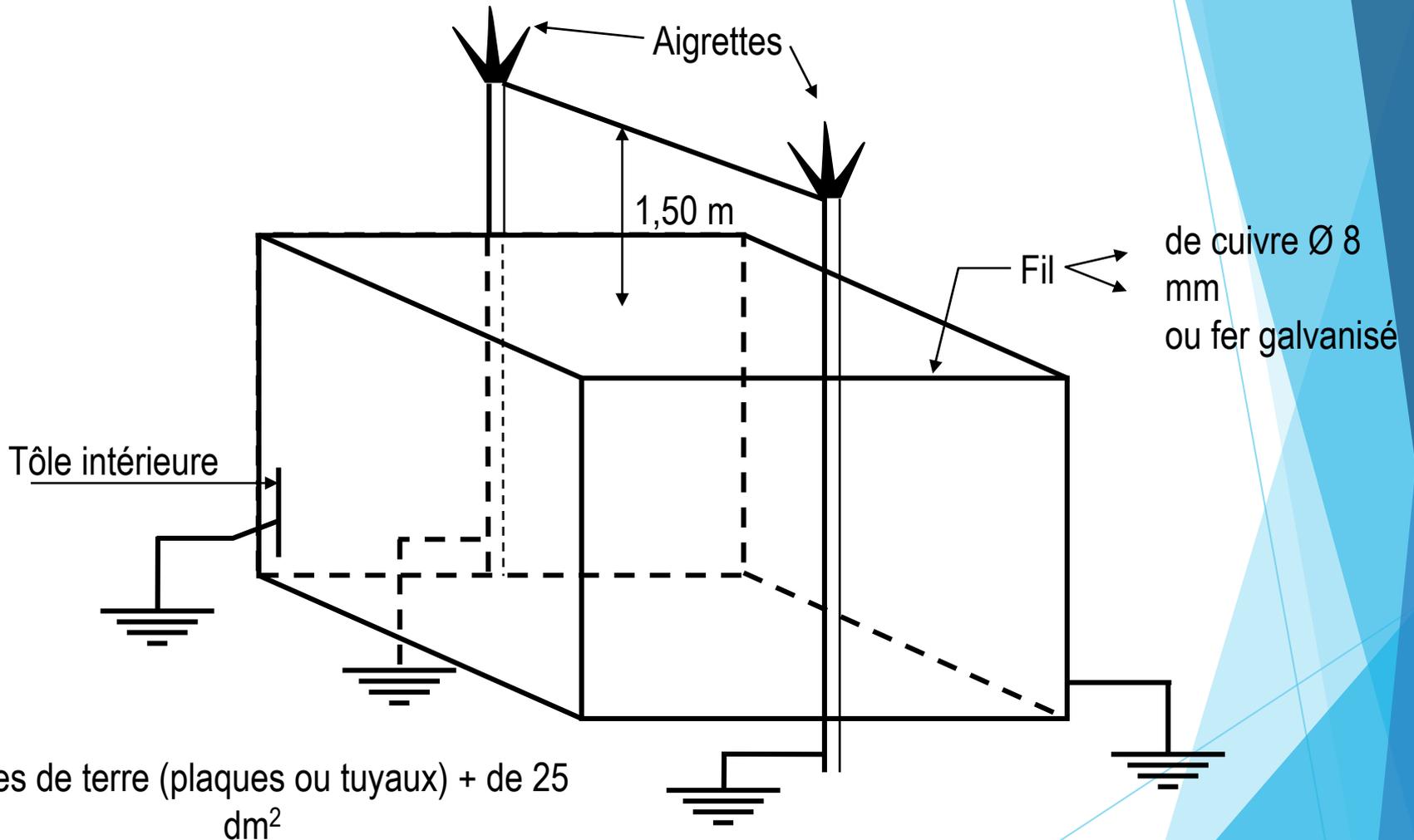
Fig. 4 – Le merlon



Dépôt chambre-forte



Protection contre la foudre



Résistance < 10 Ohm (Ω)

Mesures générales dépôts

- ▶ Ne pas fumer
- ▶ Pas de feux à proximité
- ▶ Pas stockages de matières combustibles dans un rayon de 25 m.
- ▶ Vêtements et équipements appropriés
- ▶ Produits contenus dans emballages réglementaires
- ▶ Ne pas jeter ni traîner les colis

4. Mise en œuvre en carrières



- ▶ Conception (adapter paramètres en fonction des objectifs principaux: blocométrie et étalement, front rectiligne et effets arrières réduits, carreau plan
- ▶ Implantation (volume)
- ▶ Foration (déviations - rapport de forage)
- ▶ Contrôle géométrie par laser ou drone (image 3D) -
accessibilité

- ▶ Chargement des explosifs (plan de minage)
- ▶ Amorçage (tir mono ou bi-étagé)
- ▶ Séquence d'abattage (charge instantanée - surfaces libres)
- ▶ Contrôles avant tir
- ▶ Contrôles après tir

Amorçage électronique

- ▶ Grande précision (0,01%)
- ▶ Entièrement programmable (de 0 ms à plusieurs secondes)
- ▶ Reproductible
- ▶ Fiabilité et sécurité de mise à feu

5. Conclusions:

- ▶ Les explosifs sont dangereux
- ▶ Bien utilisés, ils sont un outil redoutable
- ▶ Réflexion dans la conception,
- ▶ Rigueur, soins dans la réalisation tir de mines
- ▶ Précision
- ▶ Investir dans formation, maîtrise (études) et matériel
- ▶ Car il y a toujours une marge de progression

Cependant QUID?:

- ▶ Législation (actualisée, sureté et sécurité)
- ▶ Environnement
- ▶ Plan d'action pour atteindre *Mégalopole*

Merci pour votre attention.