

Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Contenu de la présentation

1. Préambule
2. Préparation de chantier
3. Travaux de forage et injection
4. Piliers maçonnés
5. Autres techniques
6. Gestion environnementale
7. Délais de réalisation des travaux



-1- Préambule

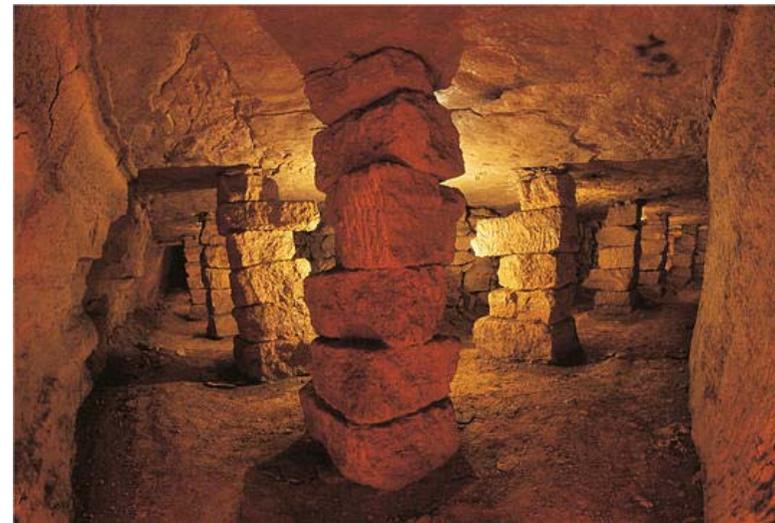
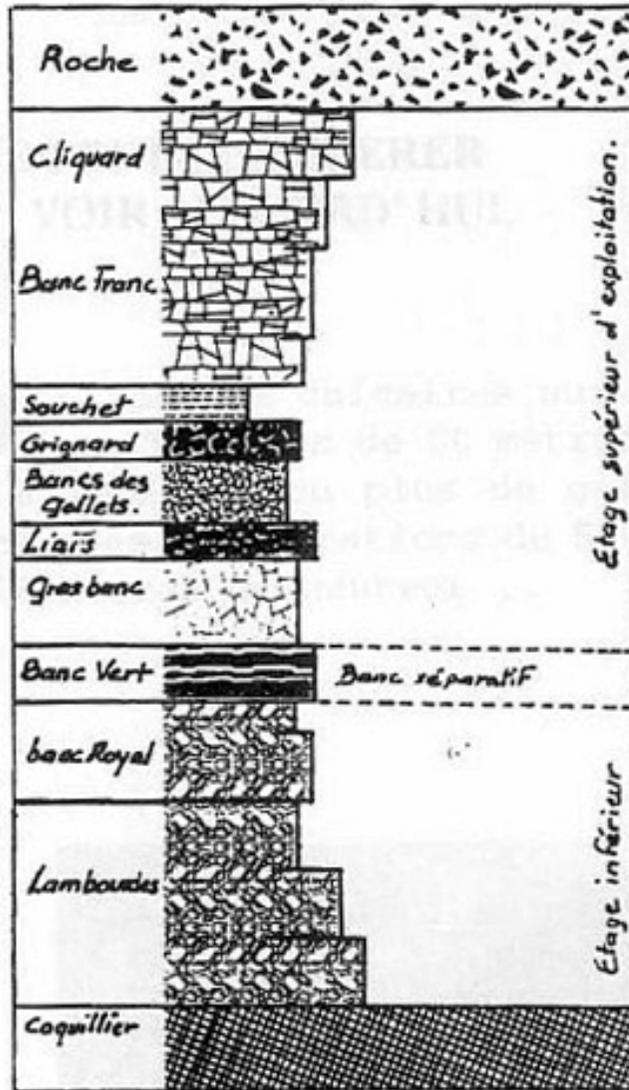
1/ Origine des cavités

- Exploitations humaines (craie – calcaire – gypse...)
 - Souterraines
 - A l'air libre

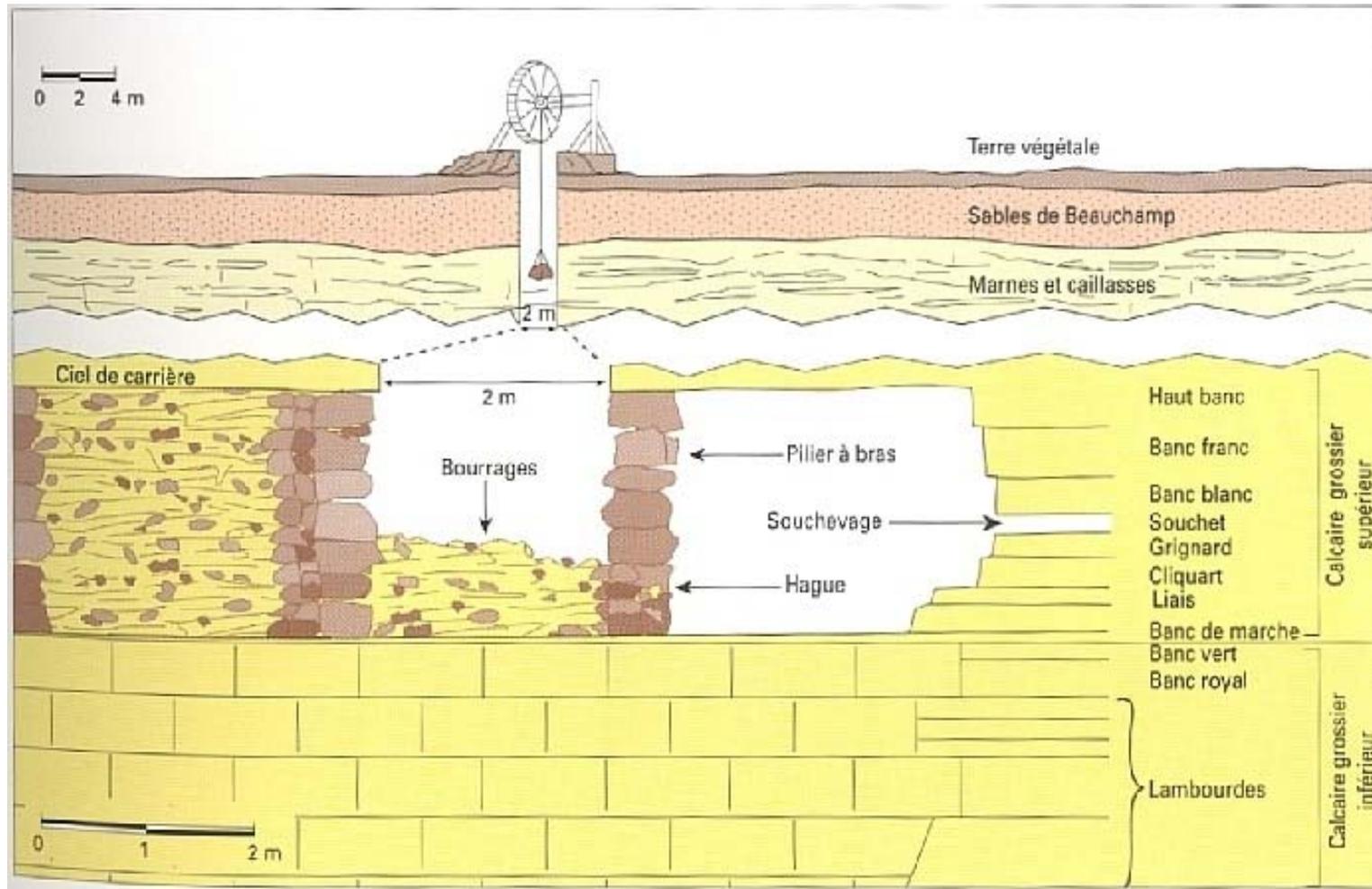
- Phénomènes naturels
 - Dissolutions
 - Fontis



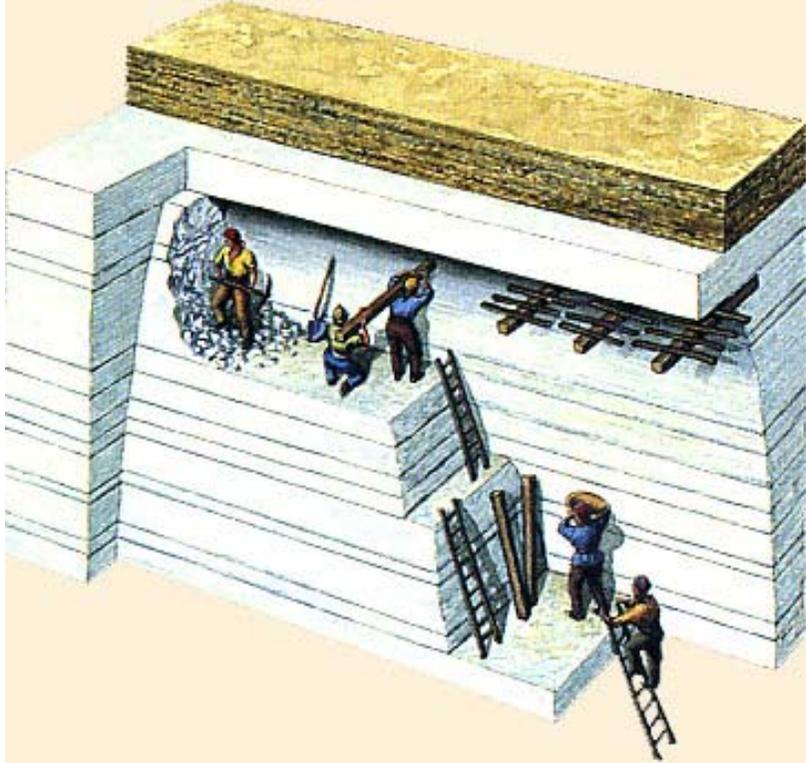
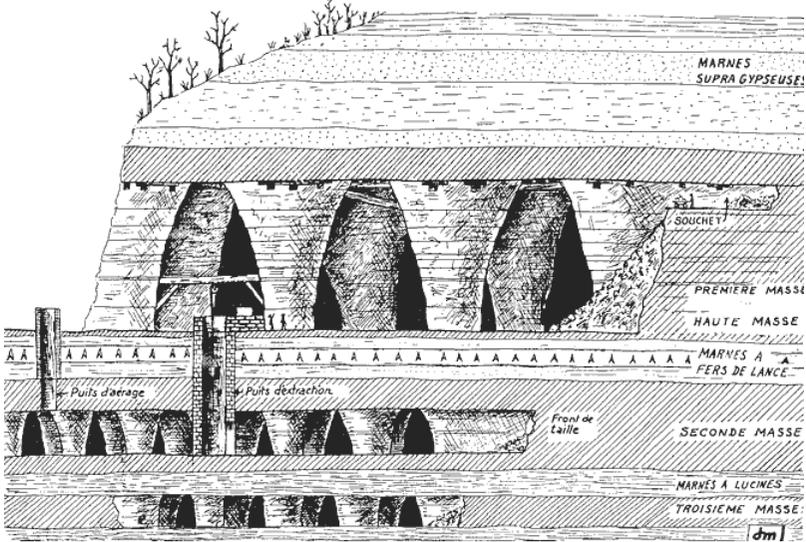
Calcaire Grossier



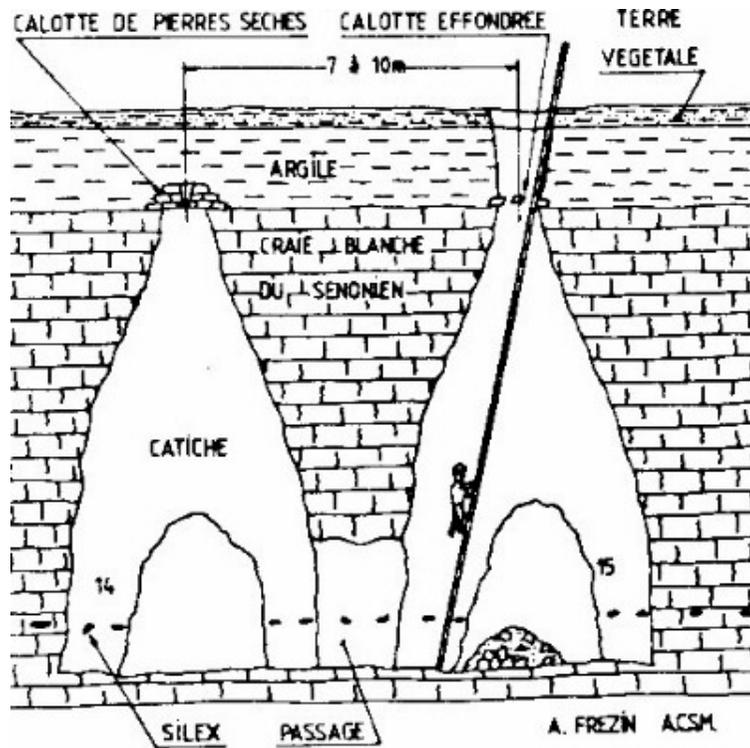
Calcaire Grossier



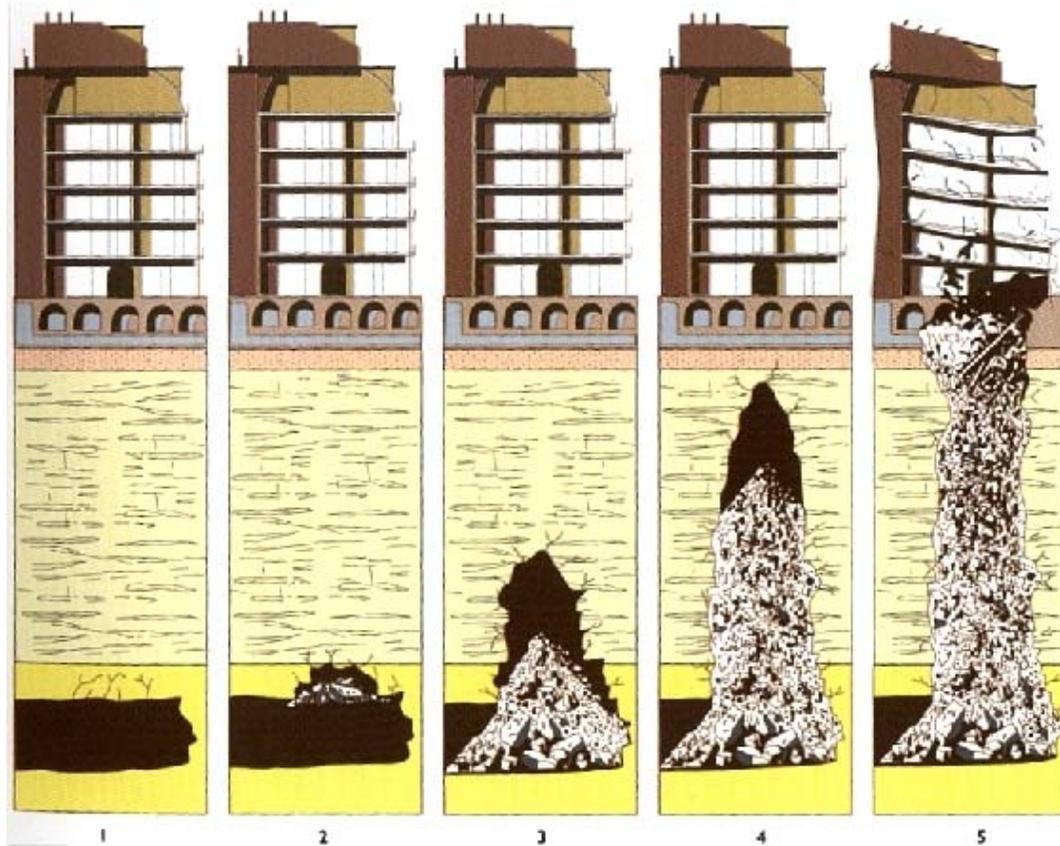
Gypse



Craie



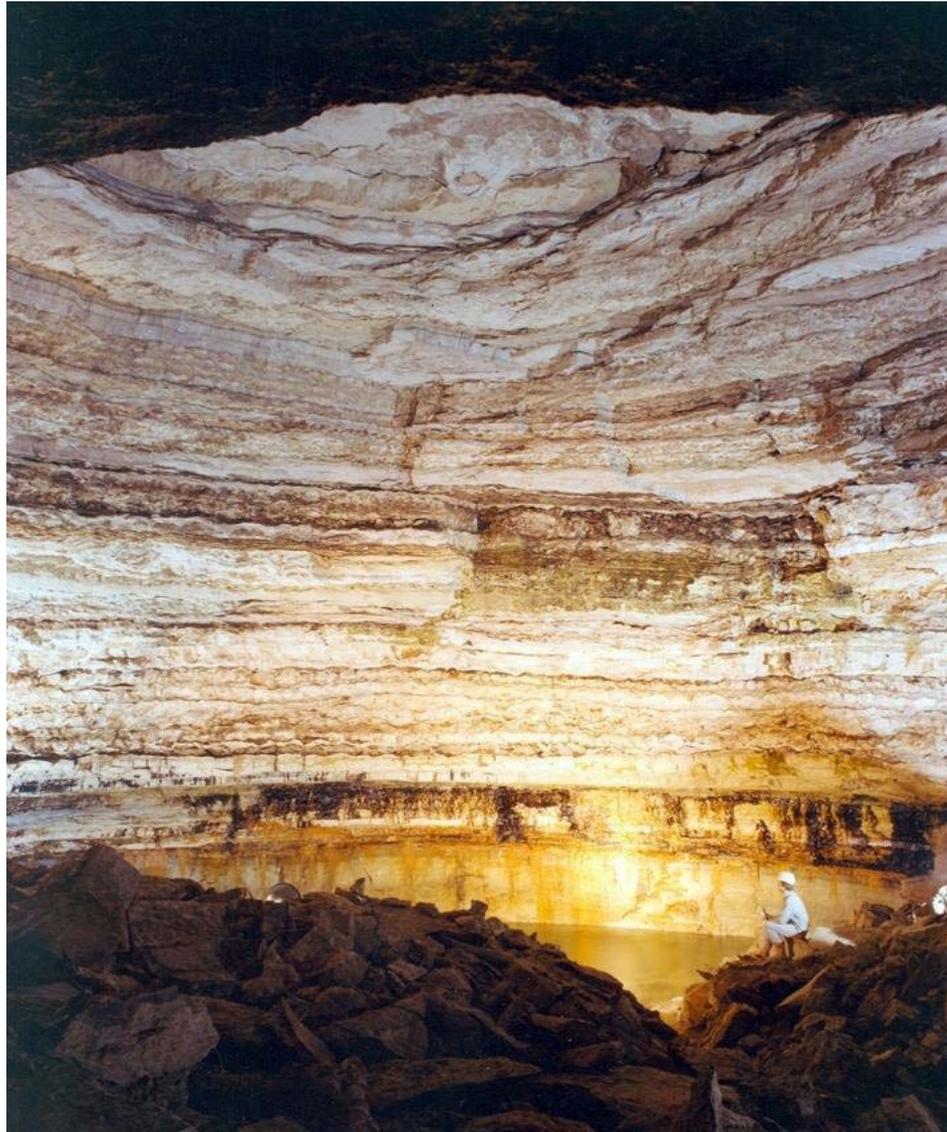
Dissolution et Fontis



- Terre végétale
- Sables de Beauchamp
- Marnes et caillottes
- Calcaire grossier



Dissolution et Fontis



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Préambule

2/ Techniques de mise en sécurité

- Comblement par injection
- Piliers de confortement
- Remblaiement mécanique



Préambule

3/ Réglementation

- Spécificités parisiennes - IGC
 - Piliers maçonnés
 - Injections + Fondations Profondes
 - Injections + Fondations superficielles
 - Injections des dissolutions
- Règles de l'art – réglementation locale et bureaux d'études

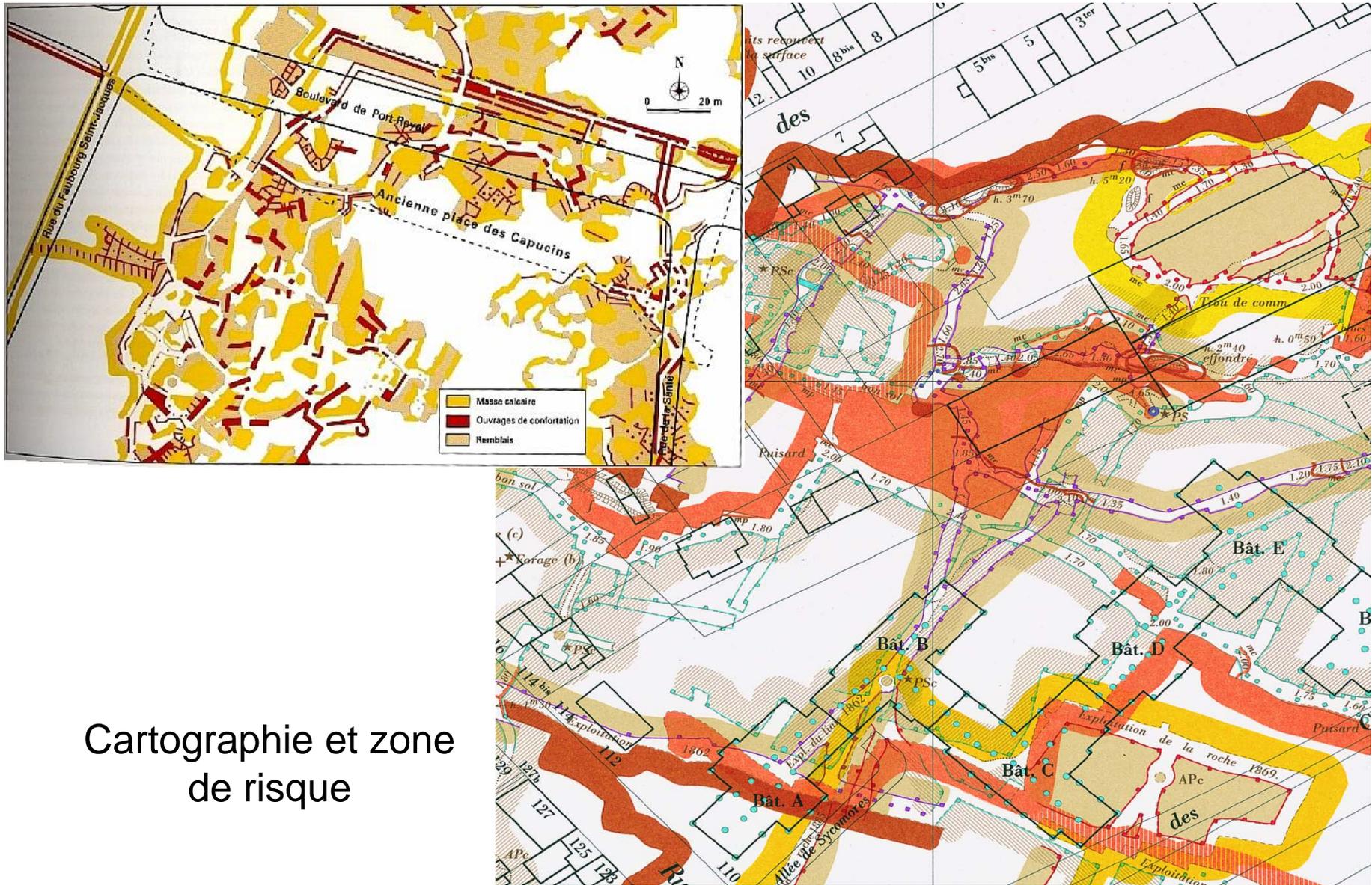


-2- Préparation de chantier

1/ Choix de la solution technique

- Réglementation
- Carte de repérage
- Reconnaissances de sol
- Donneur d'ordre
- Contexte environnemental
- Ampleur du projet – estimation des quantités



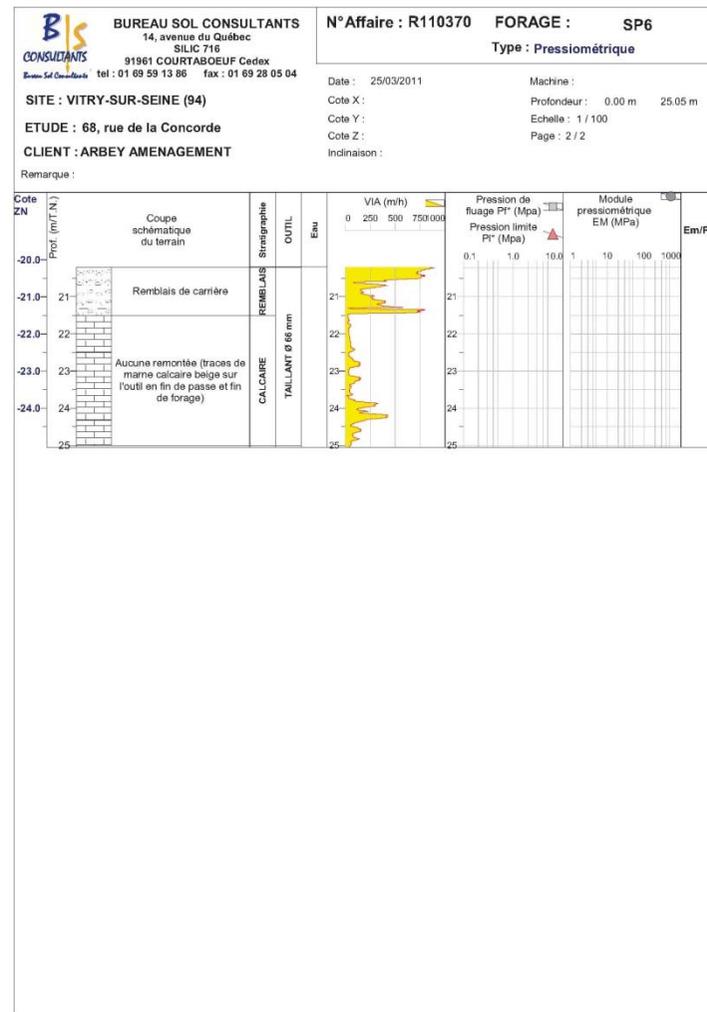
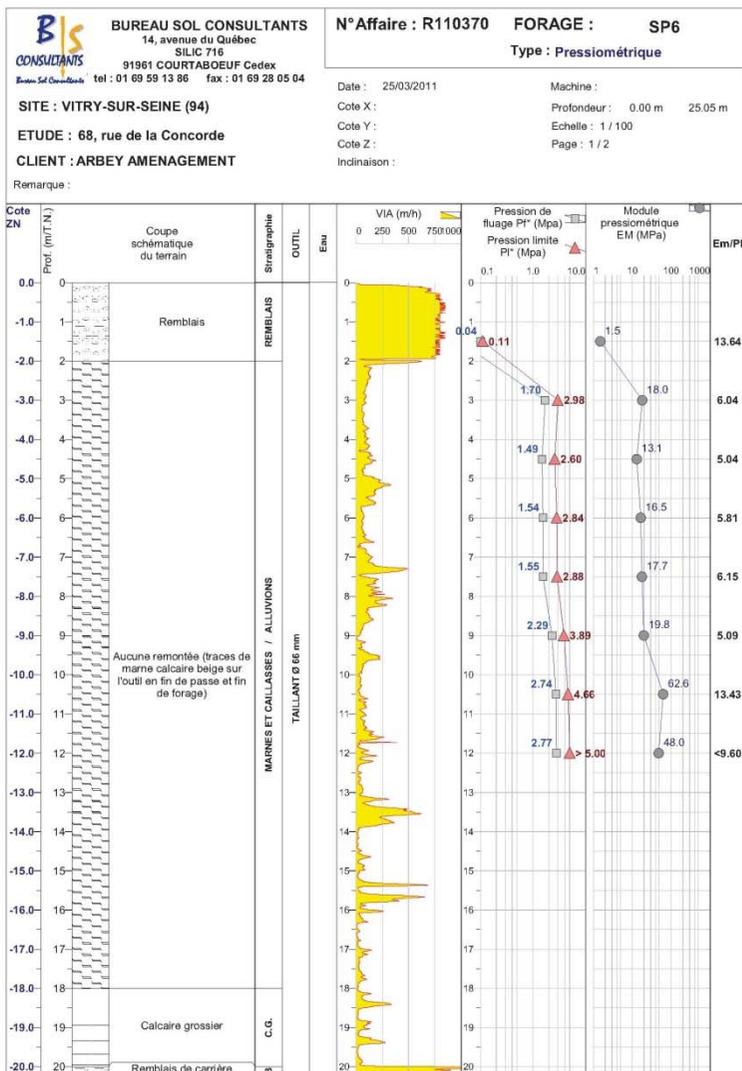


Cartographie et zone de risque

Cartographie et zone de risque



Reconnaitances de sol



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Contexte environnemental



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Préparation de chantier

2/ Procédures et plans

- Maillage du projet
- Interface avec des réseaux existants - DICT
- Information des services compétents (IGC...)
- Adaptation pour protéger les zones conservées
- Définition des moyens et matériaux



Réseaux existants



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Adaptation aux contraintes



-3- Travaux de forage et injection

1/ Implantation et forage

- Implantation
- Matériel
- Forage et méthode
- Phasage
- Équipement
- Barrage
- Contrôle



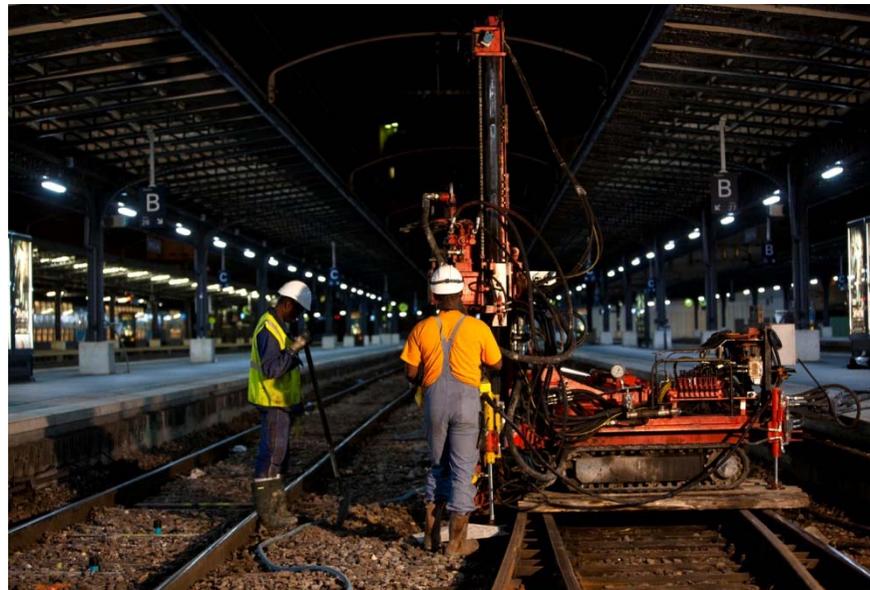
Implantation



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Matériel



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Matériel



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Matériel



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



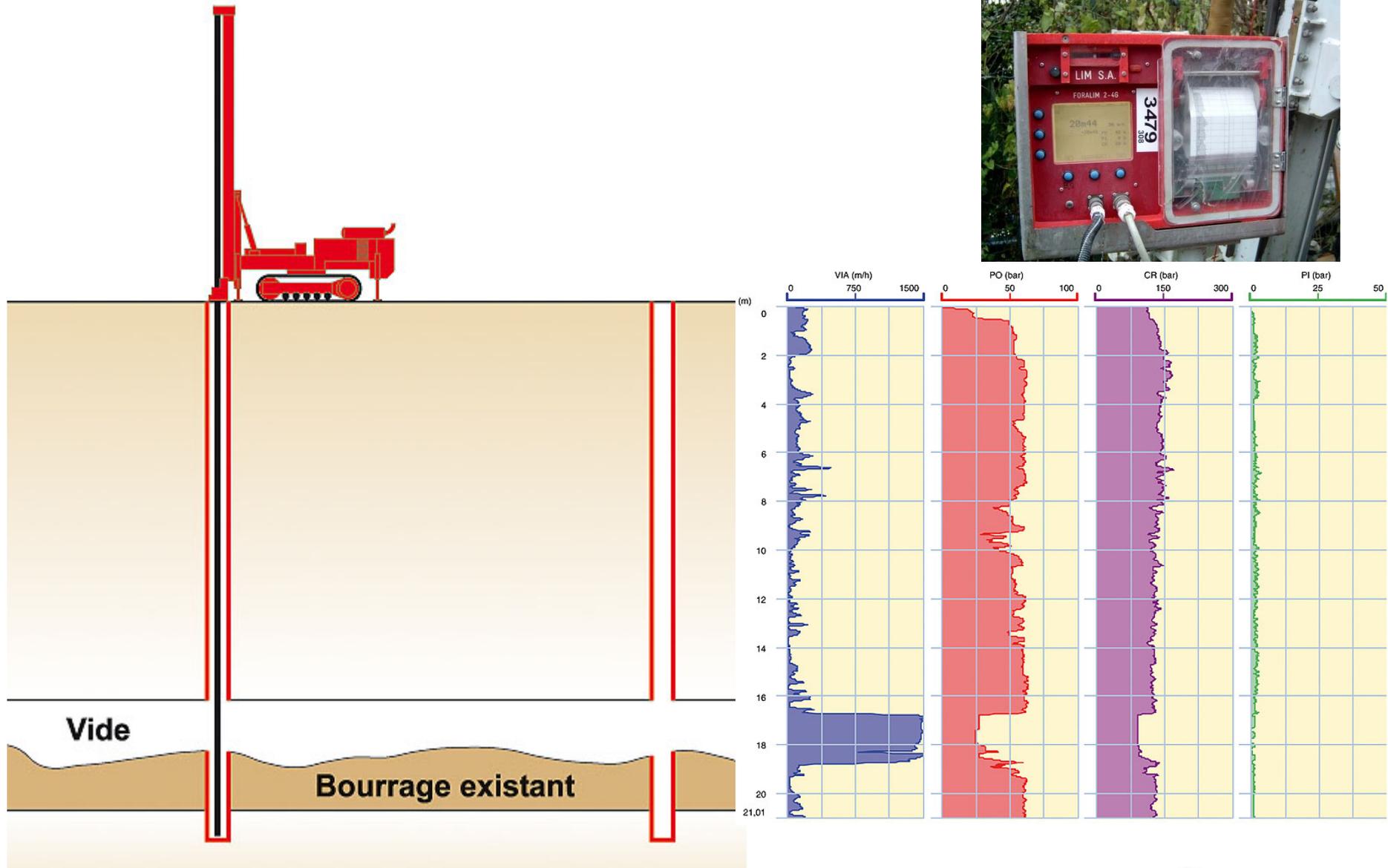
Forage et méthode



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



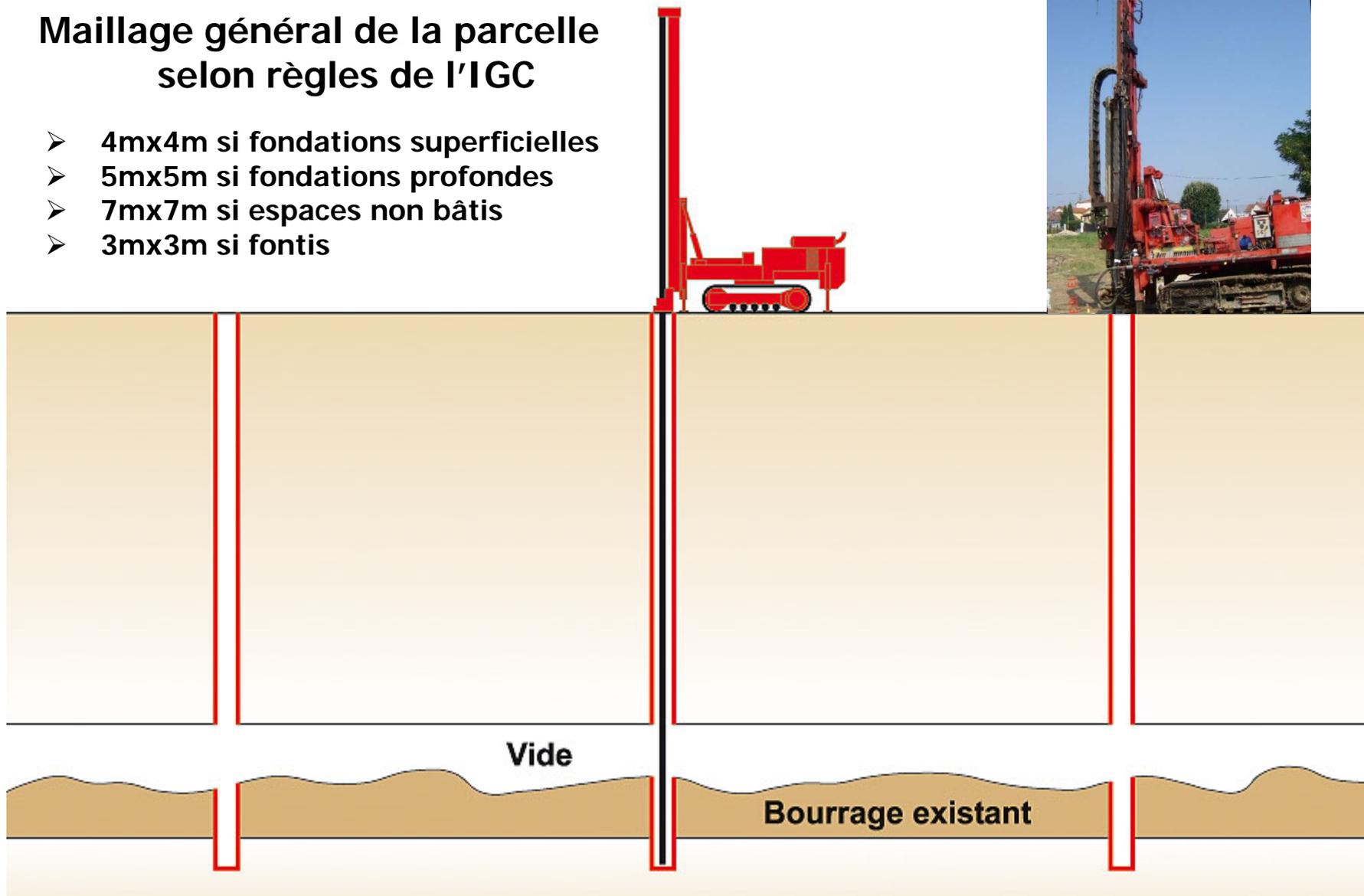
Forage et méthode



Phasage

Maillage général de la parcelle selon règles de l'IGC

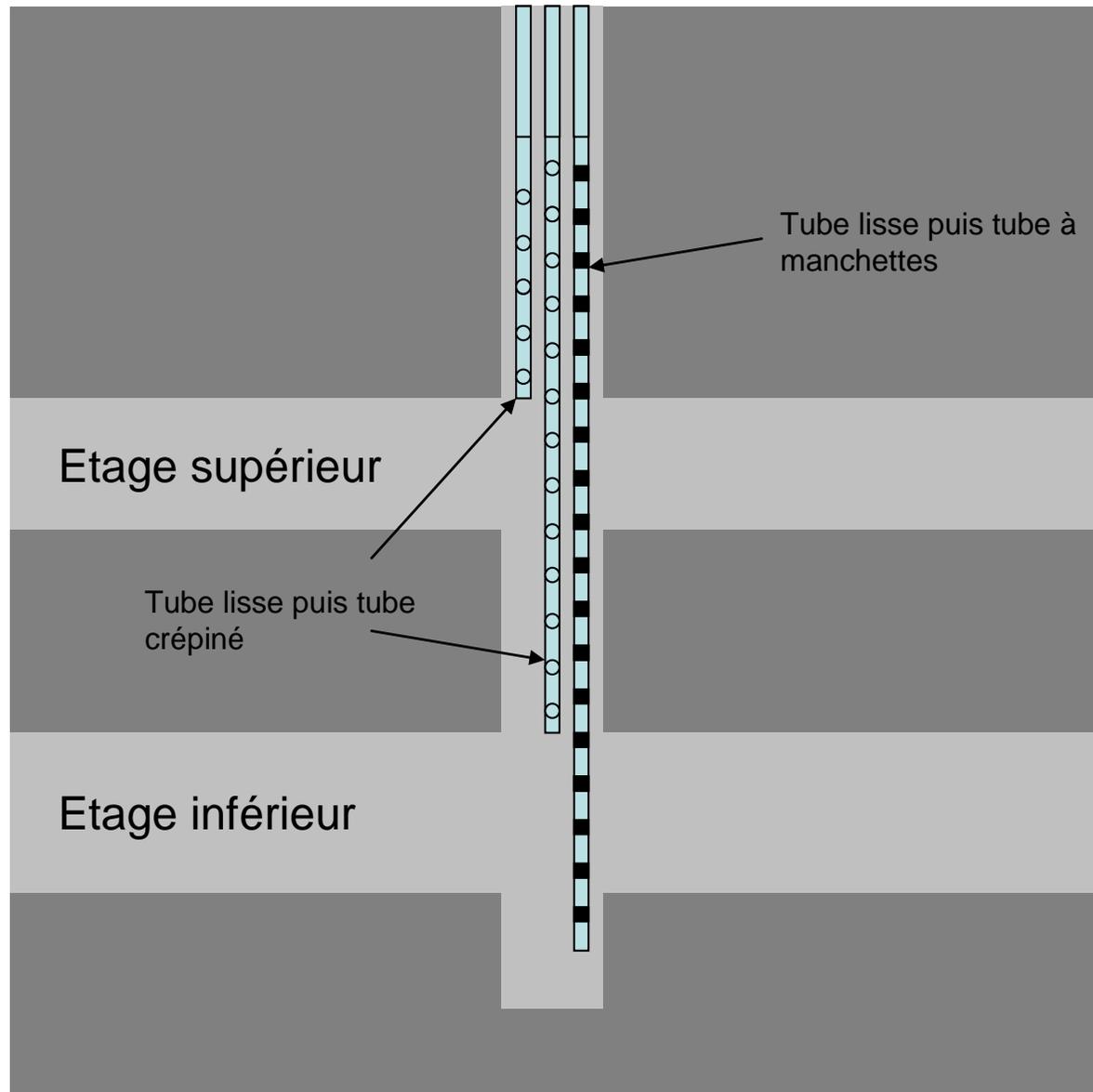
- 4mx4m si fondations superficielles
- 5mx5m si fondations profondes
- 7mx7m si espaces non bâtis
- 3mx3m si fontis



Équipement



Équipement



Équipement

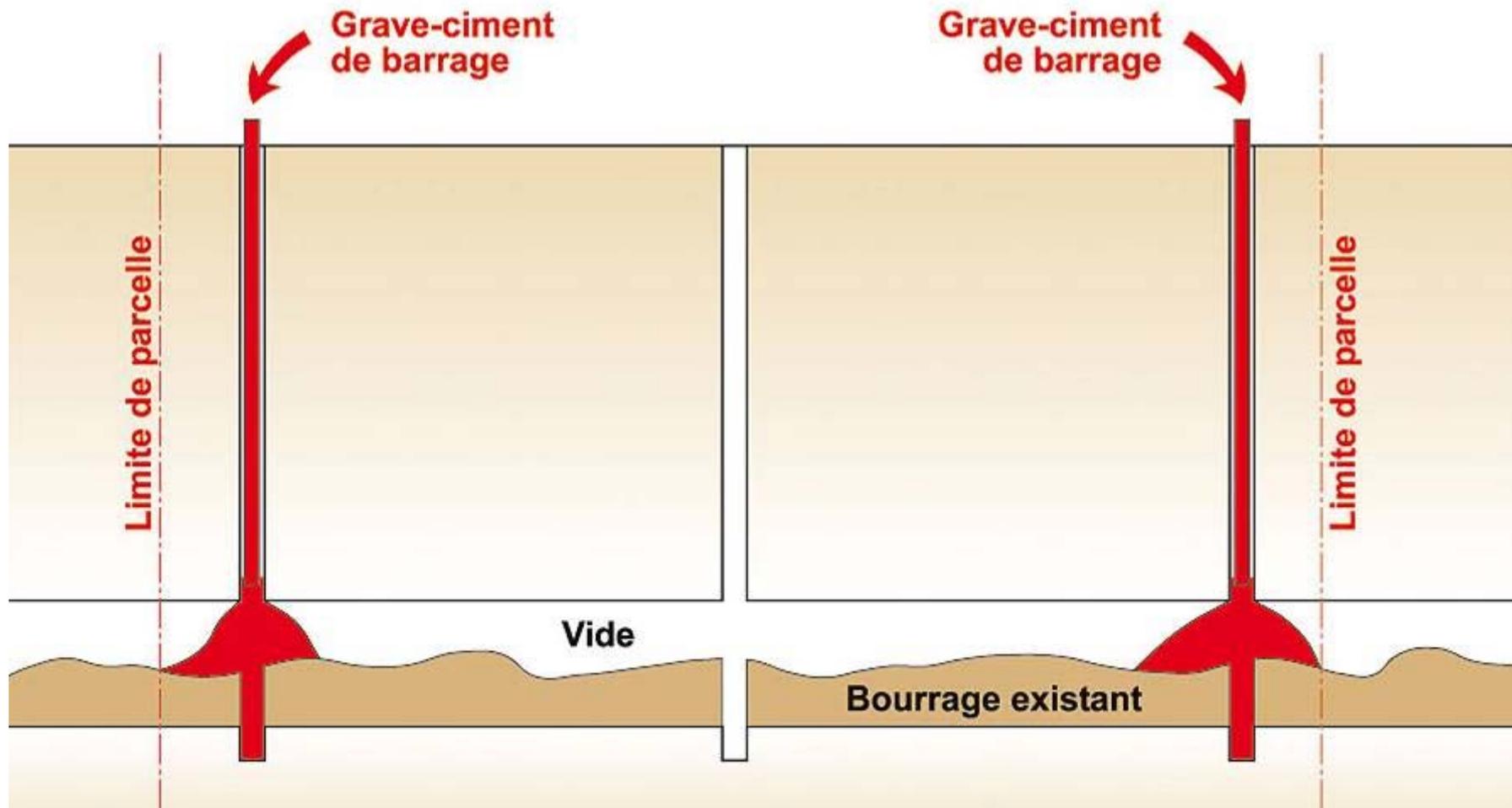


Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



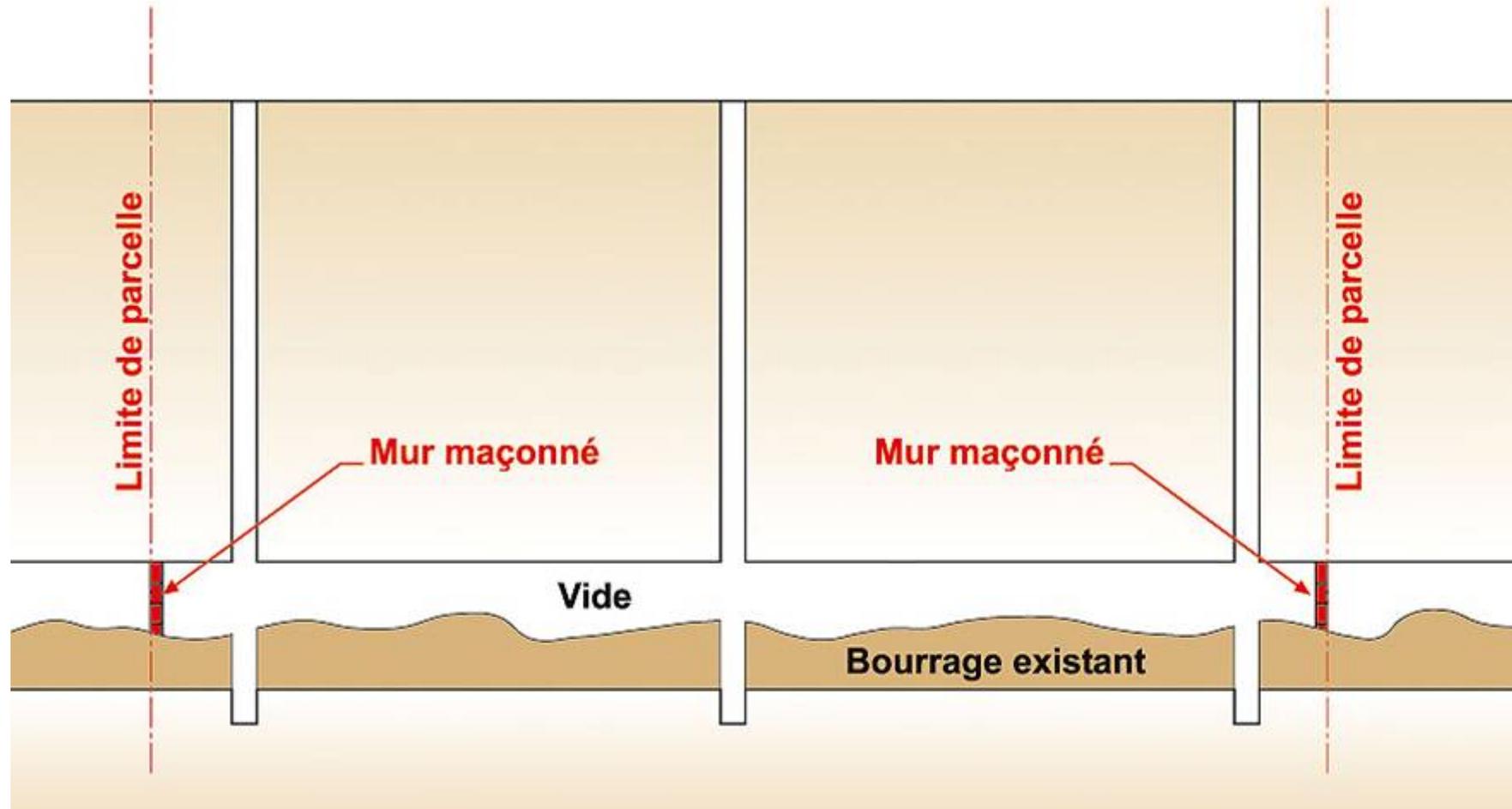
Barrage

Barrage en limite de parcelle si carrière inaccessible

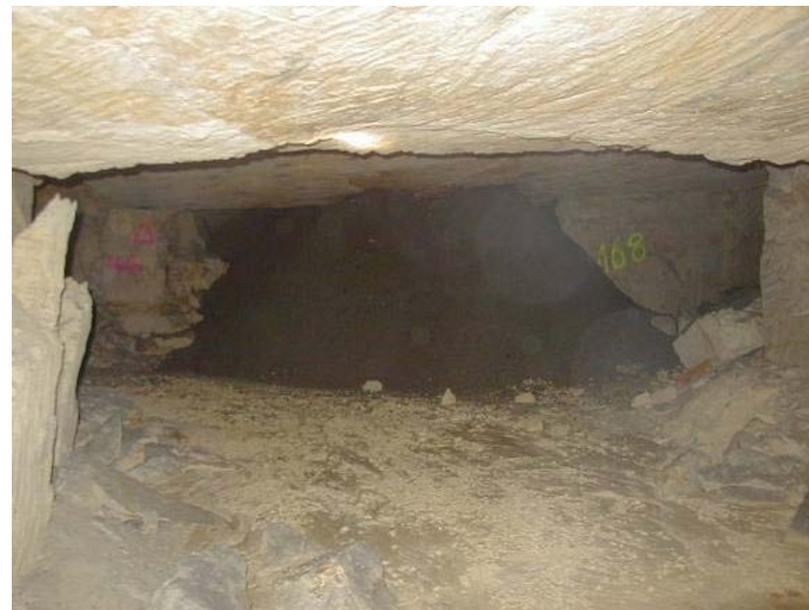


Barrage

Barrage en limite de parcelle si carrière accessible



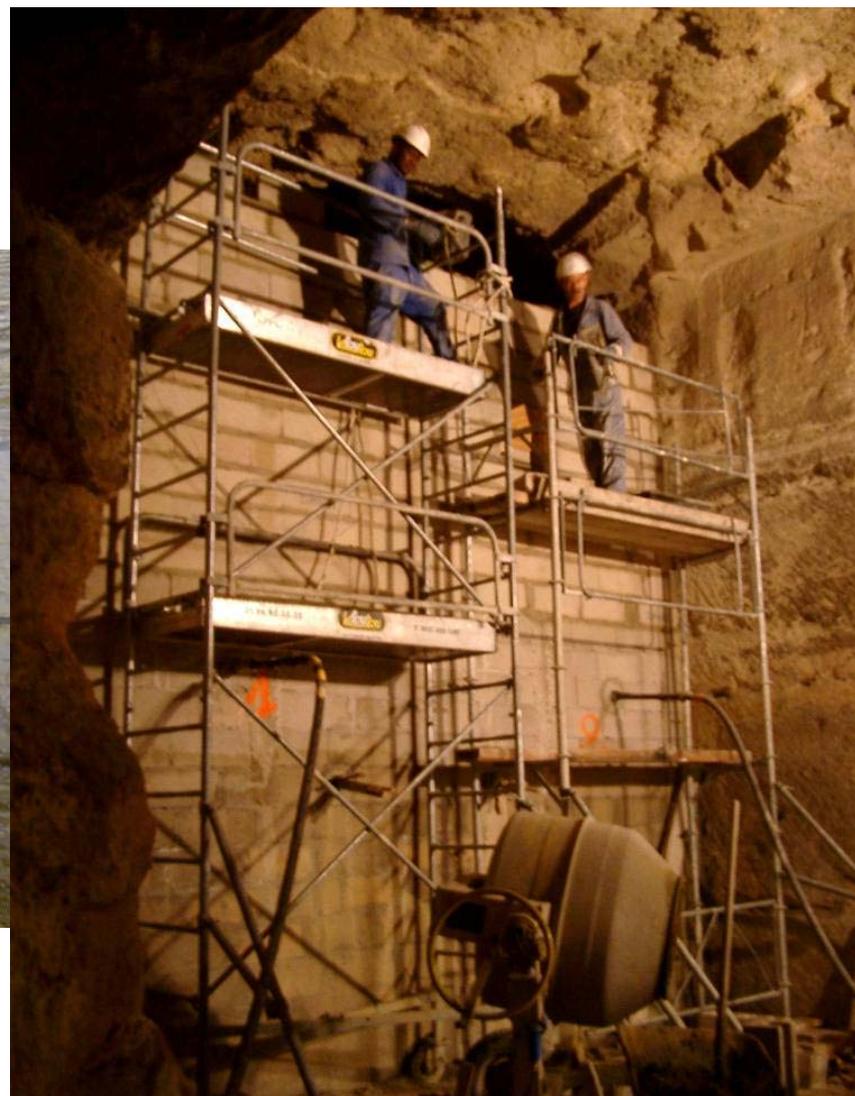
Barrage



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Barrage



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Contrôle



SECTEUR EST



SECTEUR SUD

Travaux de forage et injection

2/ Injection

- Centrale de fabrication et d'injection
- Phasage
 - Comblement
 - Clavage
- Traitement - Consolidation
- Lavage
- Pilotage et suivi des quantités



Centrale de fabrication et d'injection



Centrale de fabrication et d'injection



Centrale de fabrication et d'injection



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Centrale de fabrication et d'injection

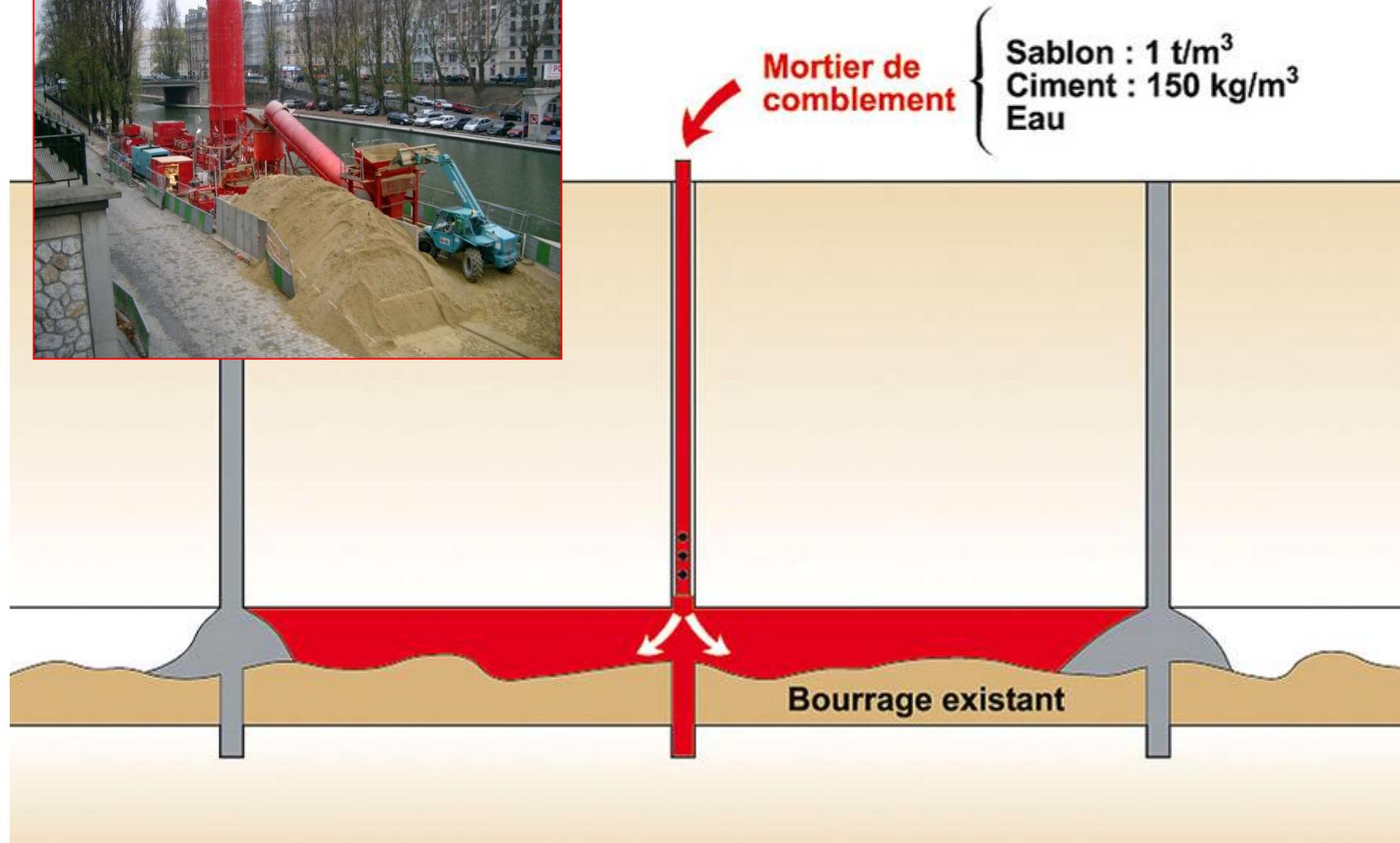


Centrale de fabrication et d'injection



Comblement

Comblement gravitaire



Clavage

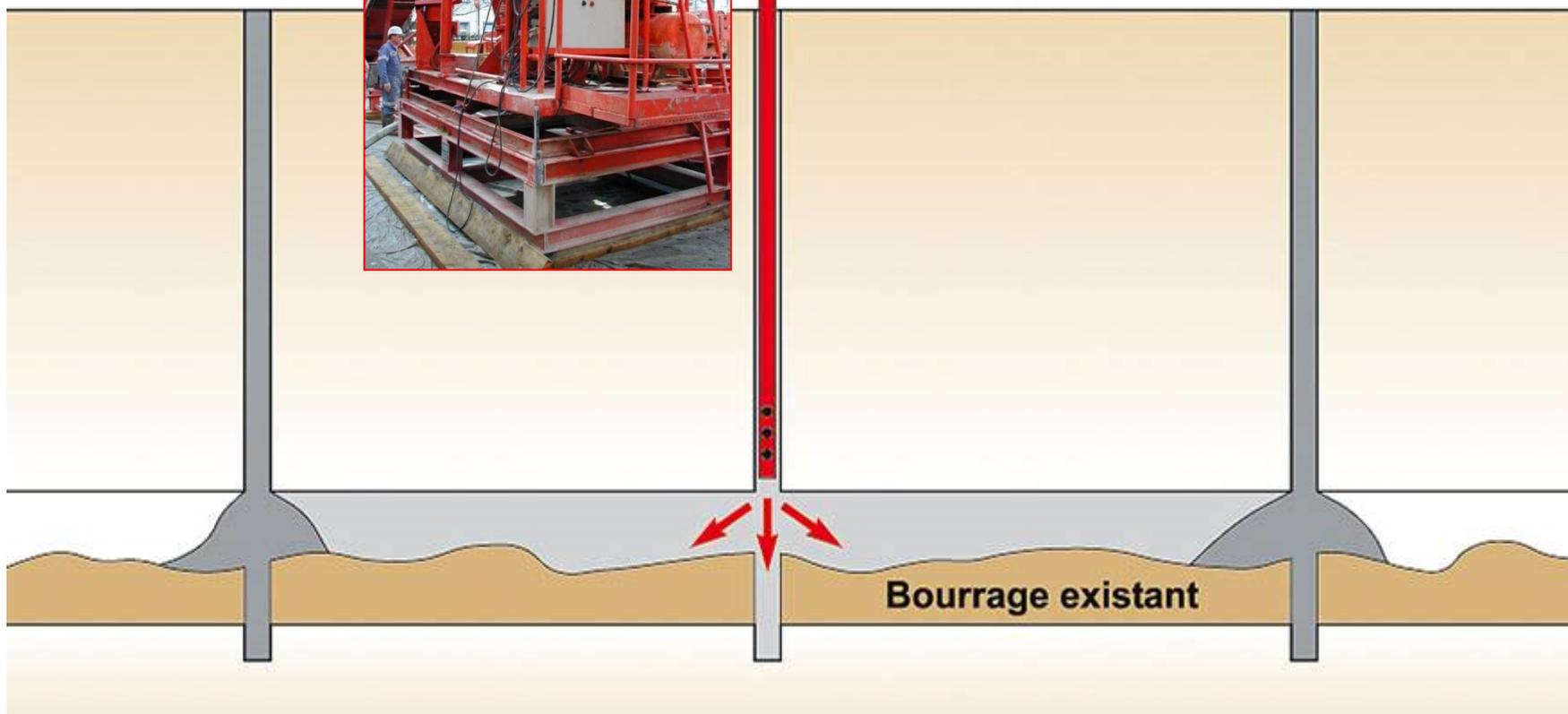
Clavage 7 jours après

La fabrication est automatisée (pesons & automate)



Clavage
(injection sous faible pression du mortier)

Sablon : 650 kg/m^3
Ciment : 250 kg/m^3
Eau



Traitement

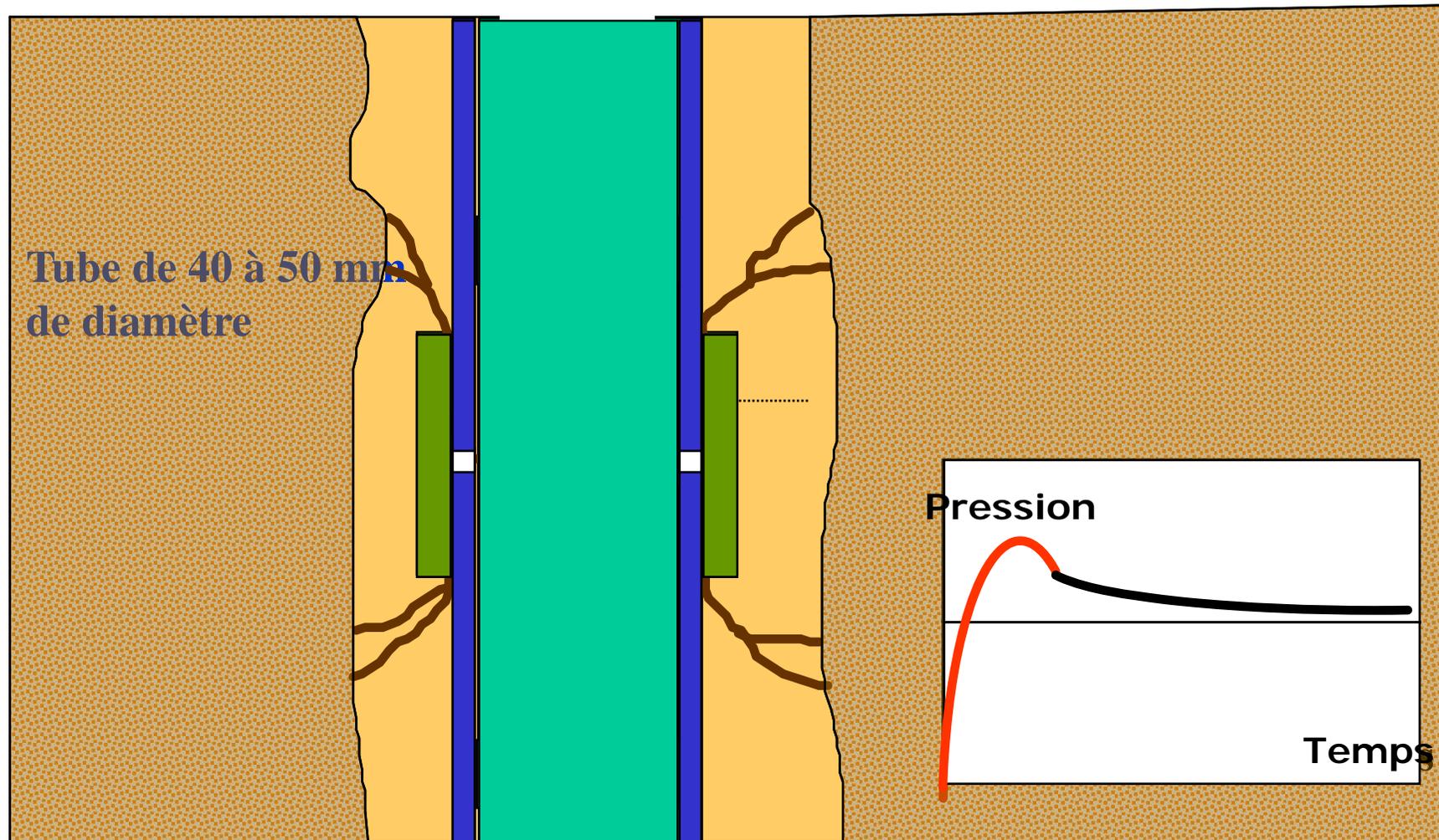


Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET

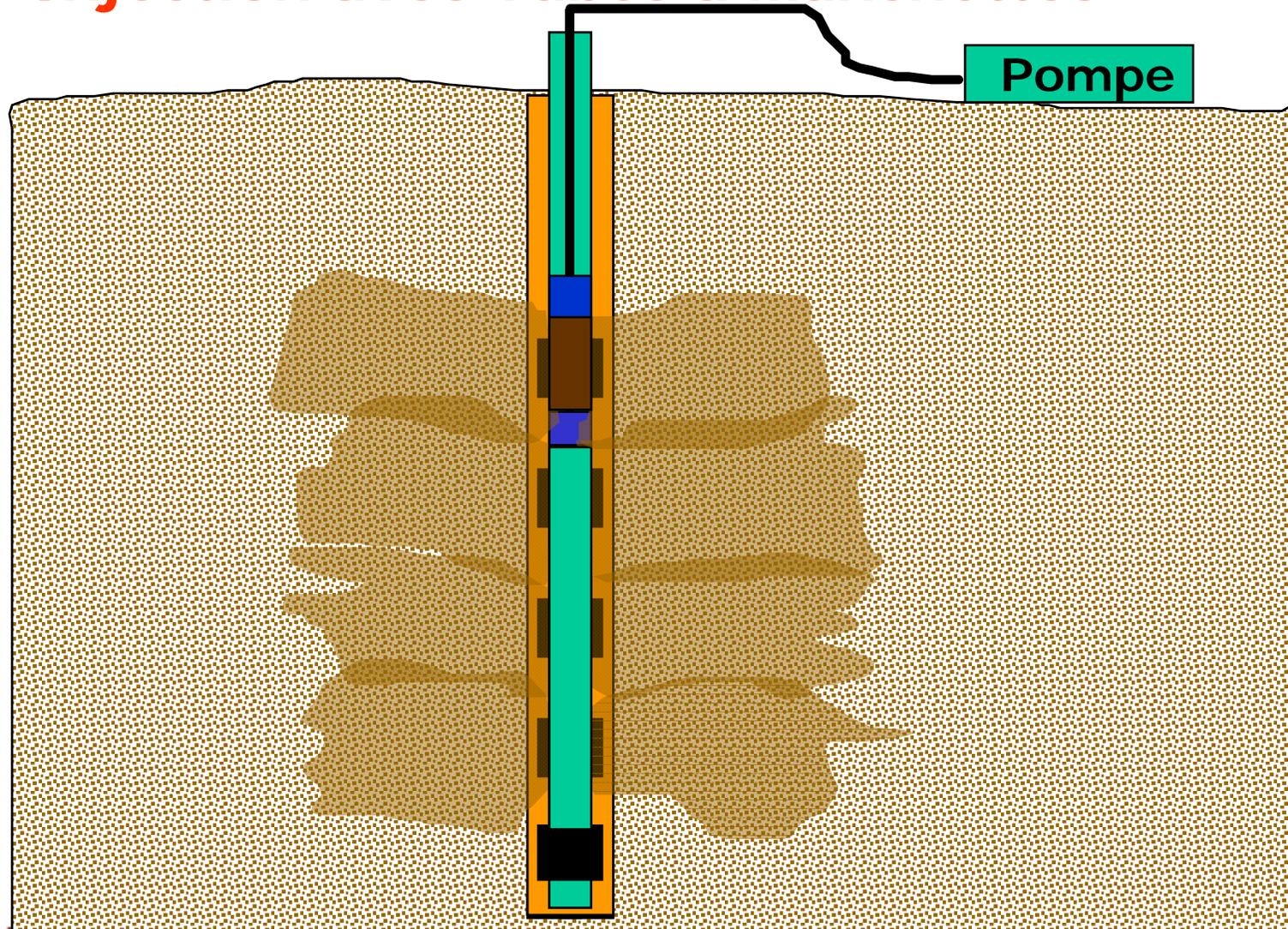


Traitement

Le Tube à Manchettes



Traitement Injection avec Tubes à Manchettes



Travaux de forage et injection

3/ Produits et contrôles

- Formulations
- Matériaux
- Contrôles internes
 - Densité
 - Viscosité
 - Stocks
 - Écrasements
- Contrôles externes



Formulations

	Composition type par m ³		
	GRAVITAIRE	CLAVAGE	TRAITEMENT
Dénomination	Type 1	Type 2	Type 3
Ciment CLK 45	150 kg	250 kg	350 kg
Sablon ou cendres volantes	1000 kg	800 kg	0 kg
Bentonite	---	0 à 10 kg	30 kg
Eau	QSP 1000 litres	QSP 1000 litres	QSP 1000 litres

CARACTERISTIQUES VISÉES			
Dénomination	Type 1	Type 2	Type 3
Viscosité au cône Ø 8 mm	13''	16''	21''
Densité	# 1,7	# 1,6	# 1,50
Temps de prise	24h00	24h00	20h00
C/E	# 0,20	# 0,30	# 0,50
Rc à 28 jours	1,5 Mpa	3 MPa	3 MPa
Décantation à 3h en éprouvettes de 1l	10 à 14%	6 à 8 %	3 à 5%



Formulations

MISE EN ŒUVRE			
Dénomination	Type 1	Type 2	Type 3
Ordre de mise en oeuvre	1	2 (1 semaine après la fin de 1, par zone)	3 (1 semaine après la fin de 2, par zone)
Mise en œuvre	Gravitaire par branchement du flexible d'injection en tête de forage	En pression à 2/3 bars à l'obturateur simple déposé en tête de forage	En pression à l'obturateur double par passes montantes en commençant par le point le plus bas de l'anomalie la plus basse
Cadence Maxi d'injection	10 à 15 m ³ /h	1 à 2 m ³ /h	1 à 1,5 m ³ /h
Quantité limite en cas de non obtention du critère d'arrêt avant recyclage	40 m ³ /24h/forage	4 m ³ /24h/forage	2 m ³ /24h/forage
Critère d'arrêt	Après obtention de la résurgence en tête de l'espace annulaire	Après obtention d'une pression de refus de 5 à 7 bars	Après obtention de la pression de refus de 8 à 10 bars

	Rc à 28 jours	Rc à 90 jours
Coulis gravitaire type 1	1,5 MPa	2,5 MPa
Coulis gravitaire type 2	3 MPa	4 MPa
Coulis gravitaire type 3	3 MPa	4 MPa



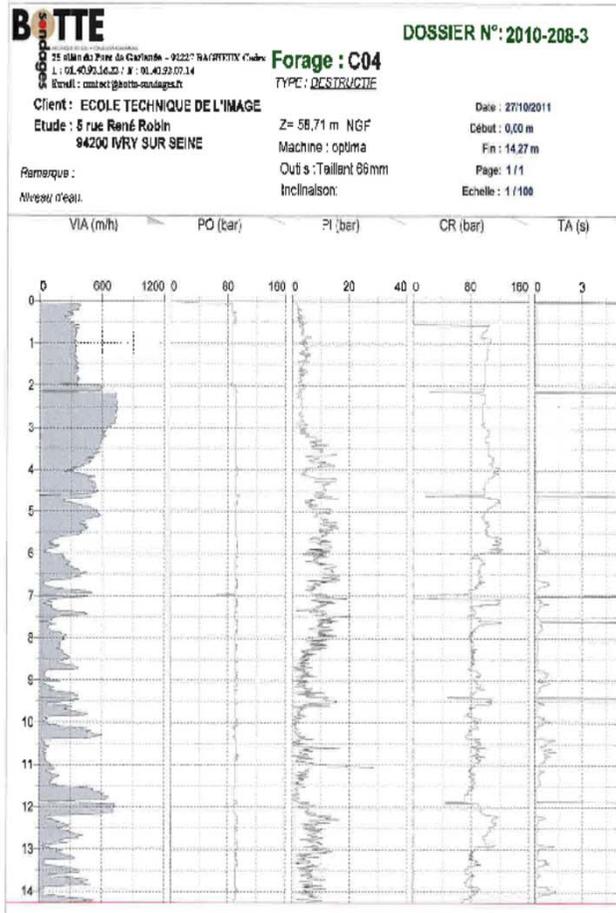
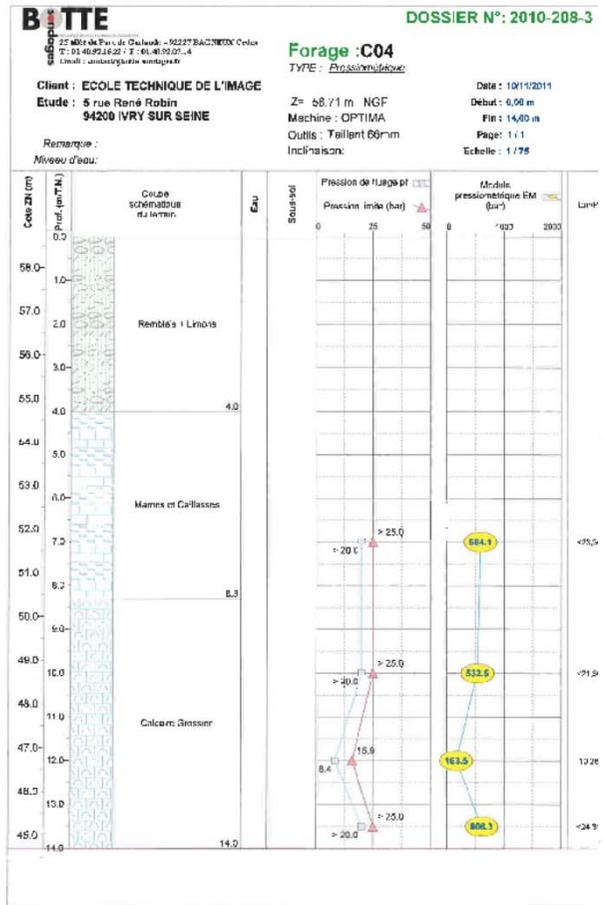
Contrôle interne



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Contrôle externe



-4- Piliers maçonnés



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



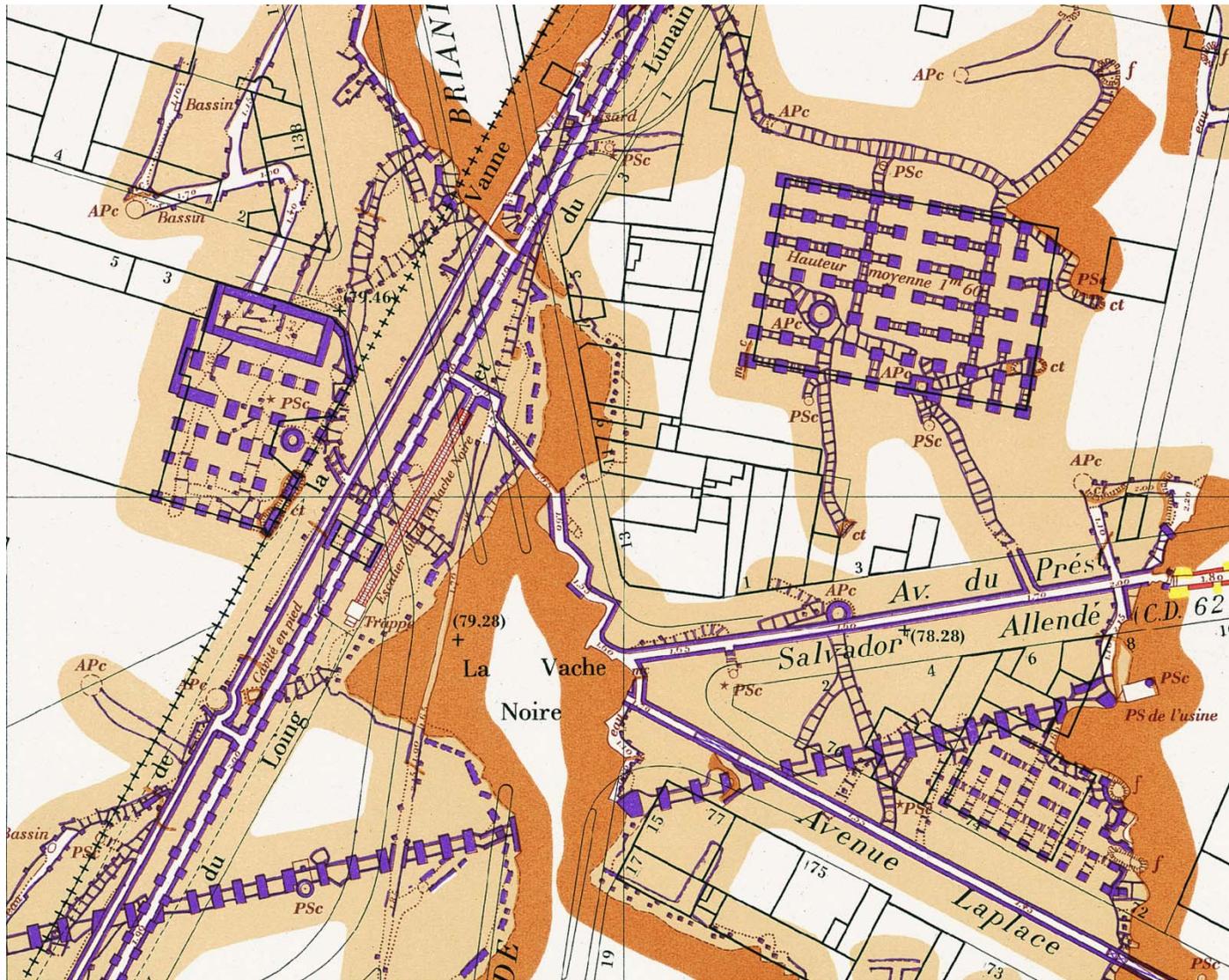
Piliers maçonnés



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET



Piliers maçonnés



-5- Autres techniques

- Remplissage hydraulique
- Remblais poussés
- Renforcement par membrane / armatures



-6- Environnement et développement durable

- Matériaux inertes
- Fournitures en vrac
- Gestion de l'eau (forage et injection)
- Nuisances sonores et visuelles



Merci pour votre attention !



Mise en Sécurité de Cavités : exemple de l'Ile-de-France - 04 mai 2017 - Guillaume DOUHERET

