

Untertagbau für Wasserkraftanlagen

Donnerstag, 12. Dezember 2013

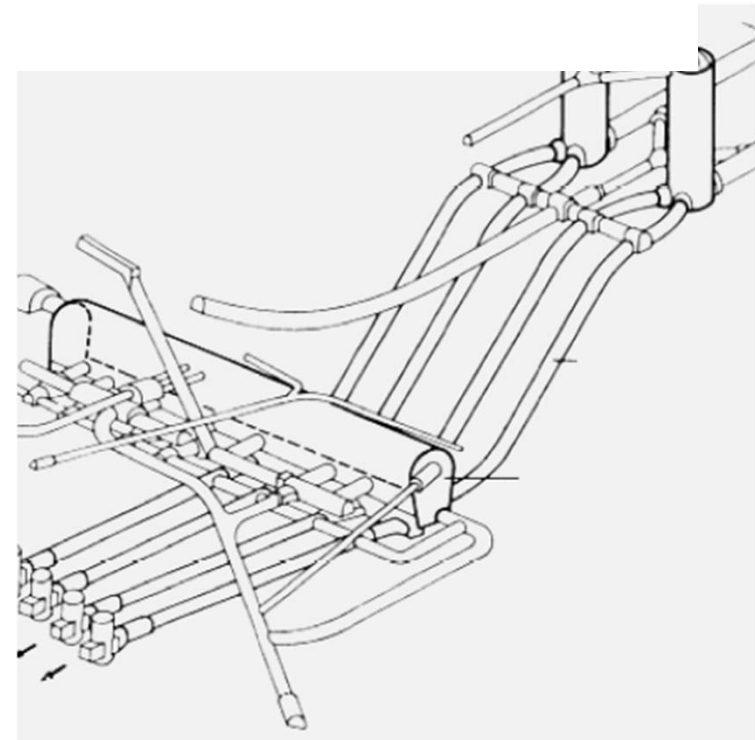
ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IGT

Institut für Geotechnik
Institute for Geotechnical Engineering

Pumpspeicherkraftwerk FMHL+: Ausführung der Zentralenkaverne

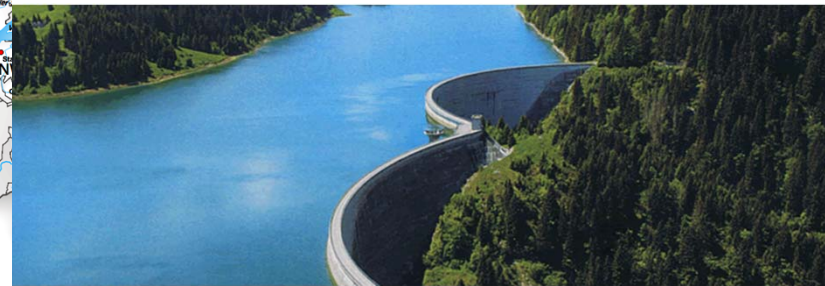


Olivier Müller, STUCKY SA, Renens

Patronat:



FGU Fachgruppe für Untertagbau
GTS Groupe spécialisé pour les travaux souterrains
GLS Gruppo specializzato per lavori in sotterraneo
STS Swiss Tunneling Society



Projektbeteiligte



Federführung
Rohbau und Elektromechanik

Elektromechanik

Rohbau

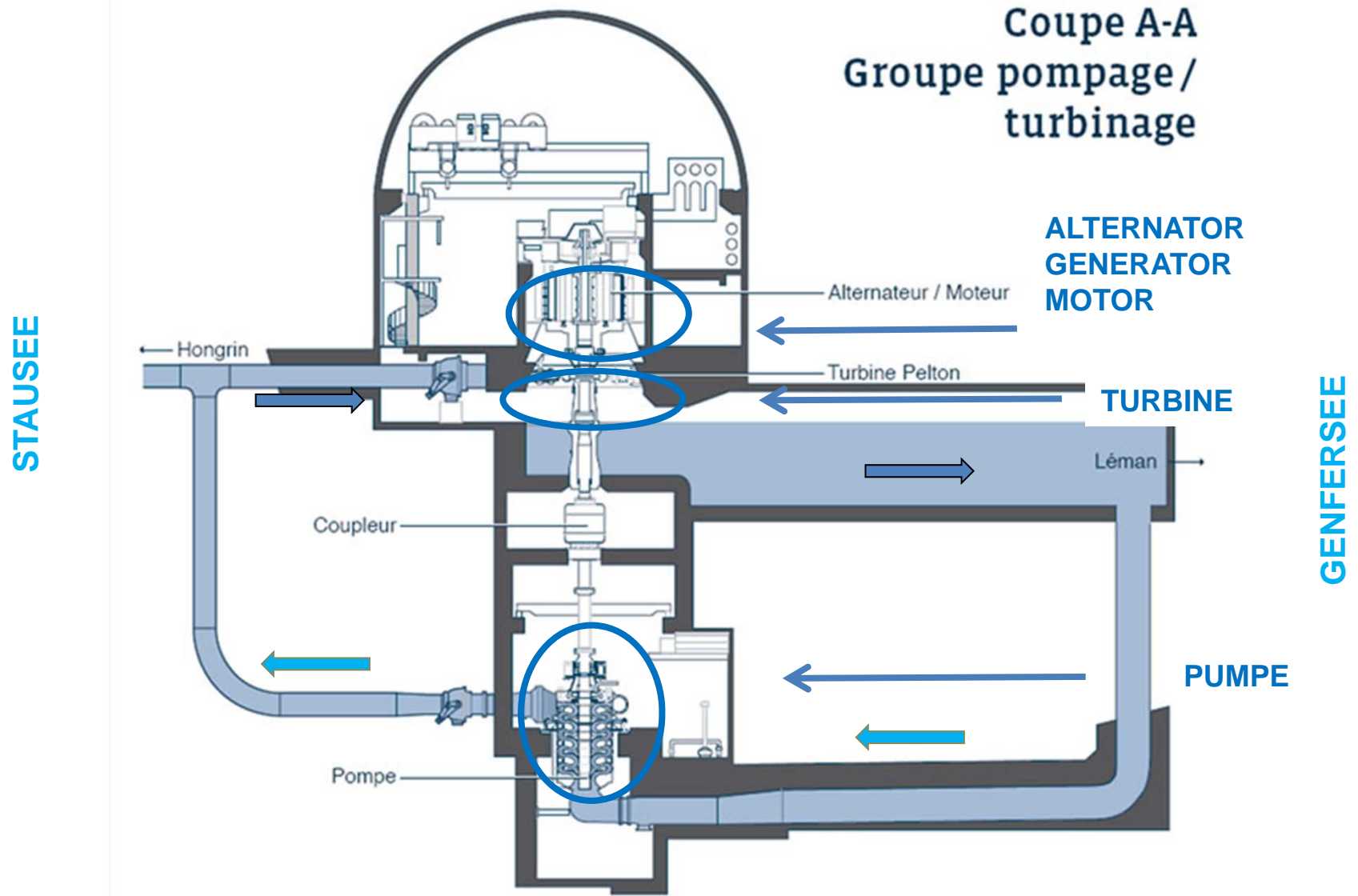
Suivi environnemental		Géologue	
			
Génie civil			
			
			
Fournisseurs électromécaniques			
			



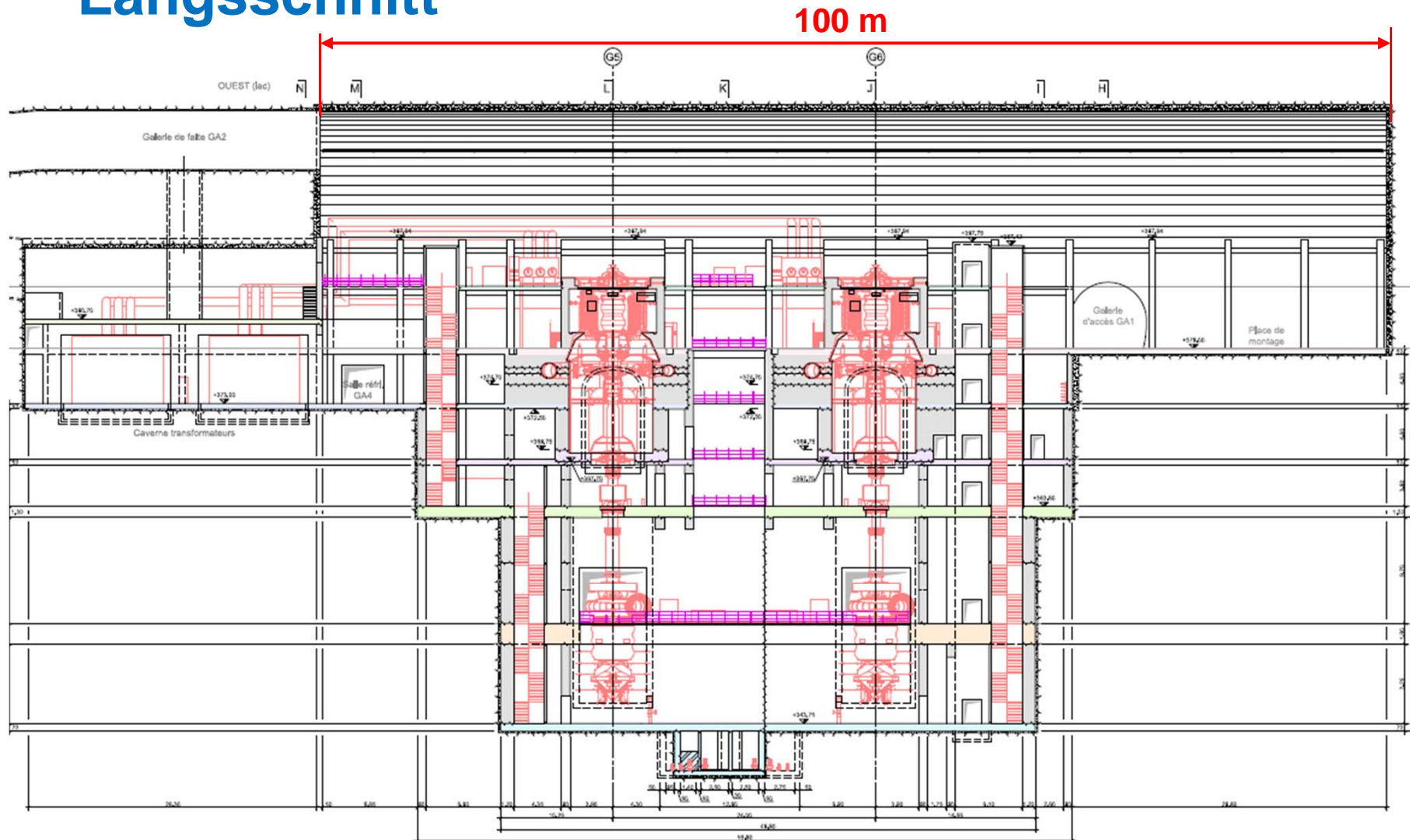
Zugangsstollen

GESAMTÜBERSICHT VEYTAUX

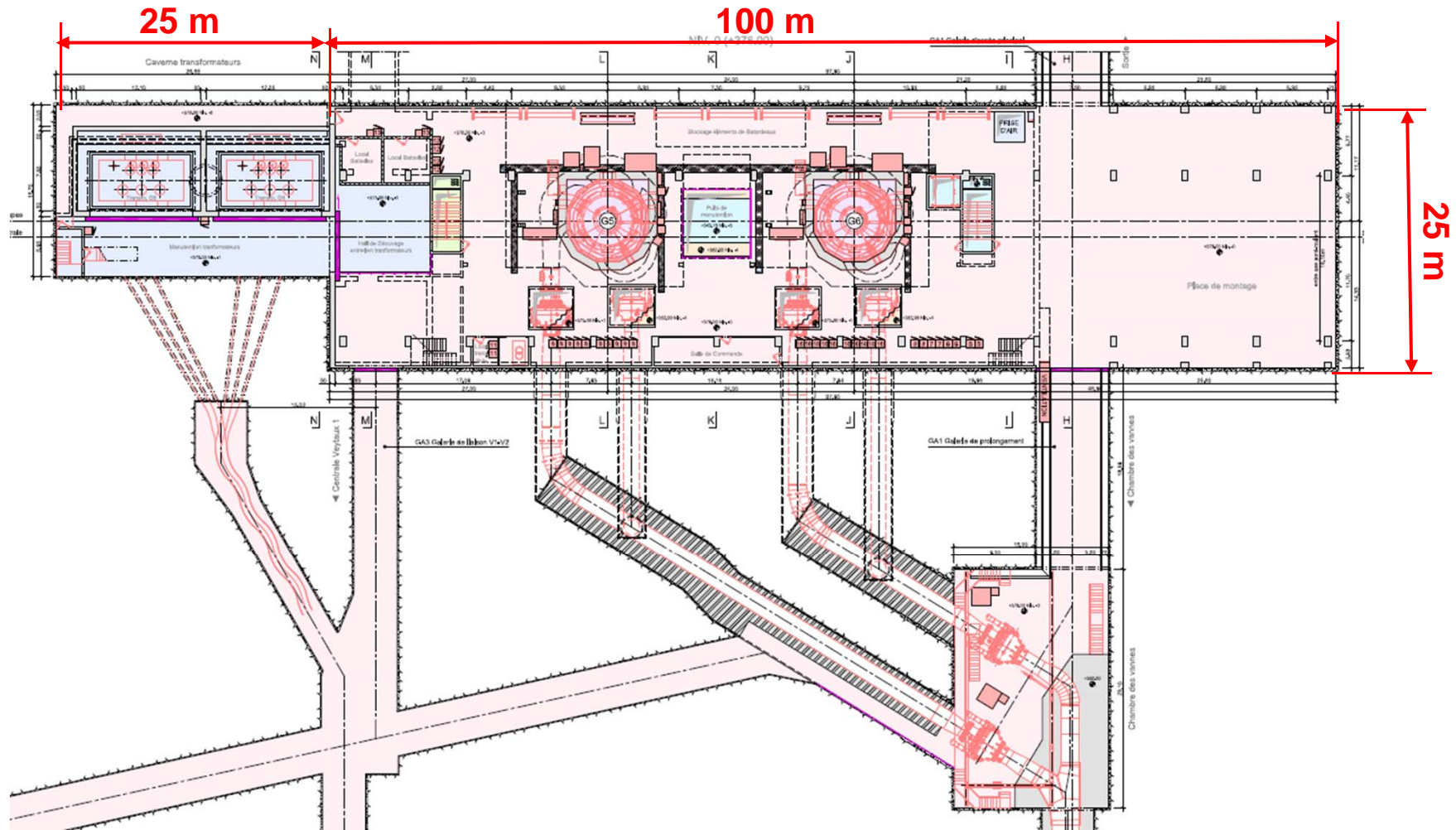


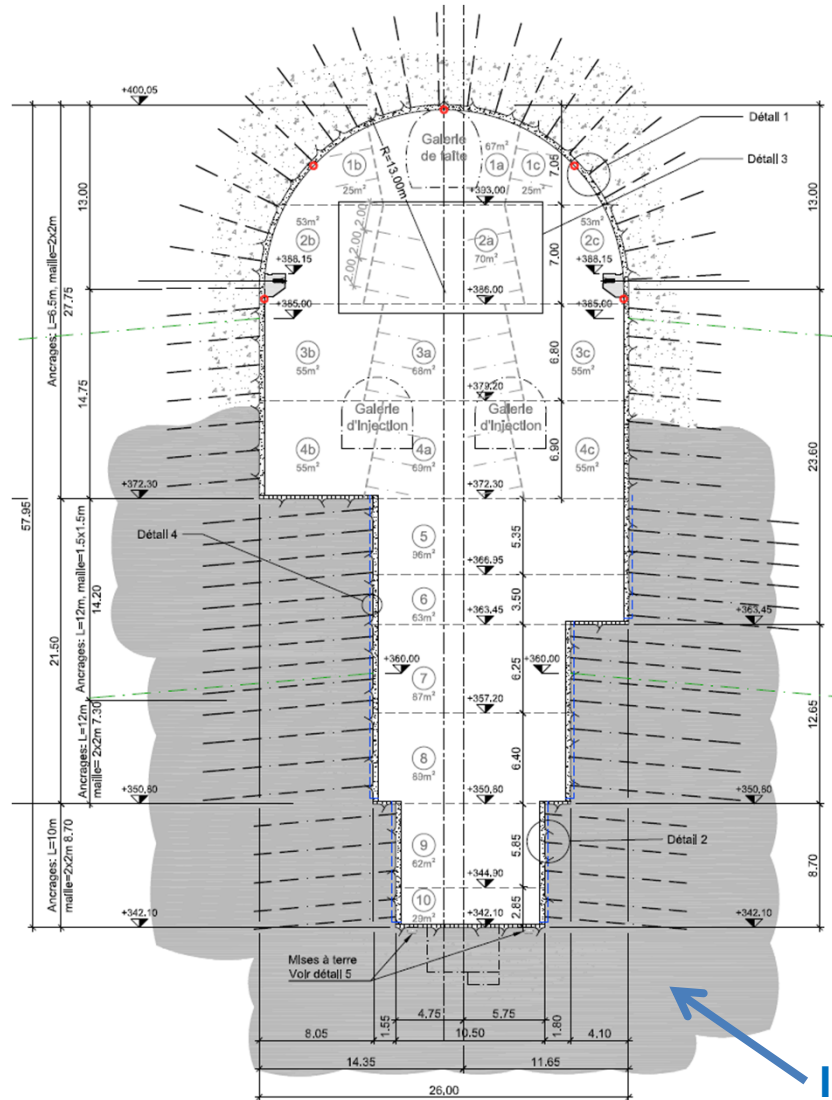


Längsschnitt



Grundriss





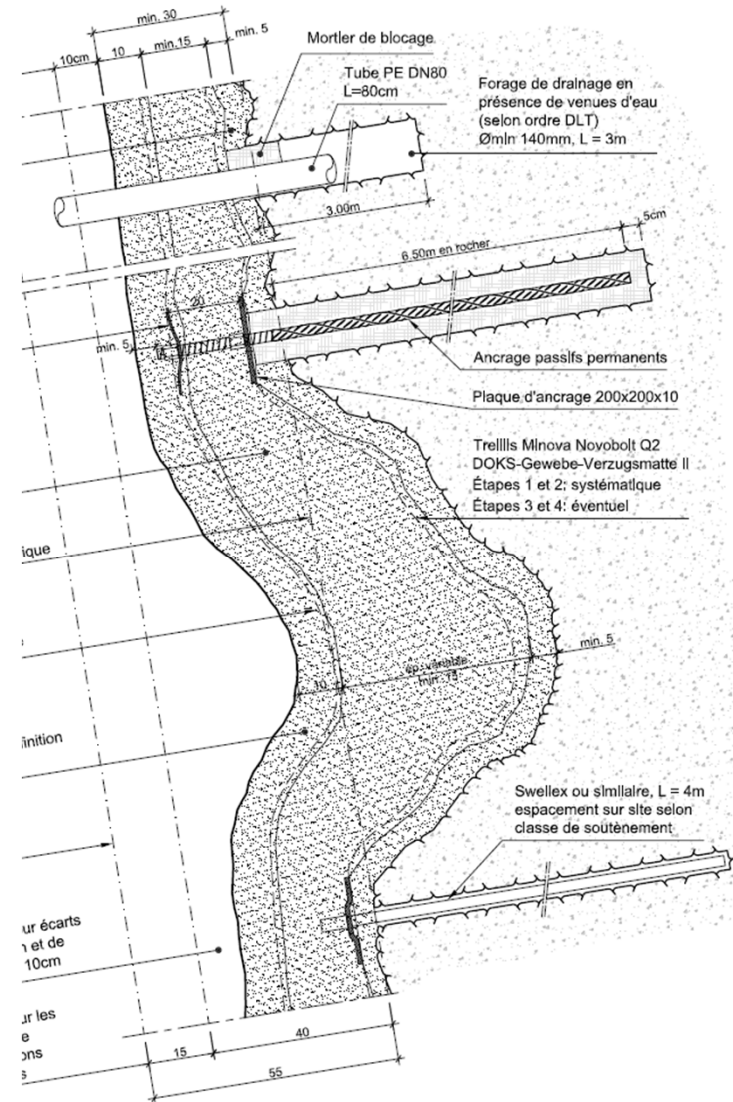
Höhe : 56 m
 Tragweite Gewölbe: 25.0 m
 Länge: 100 m
 Länge der Passivanker: 6.5 – 12 m



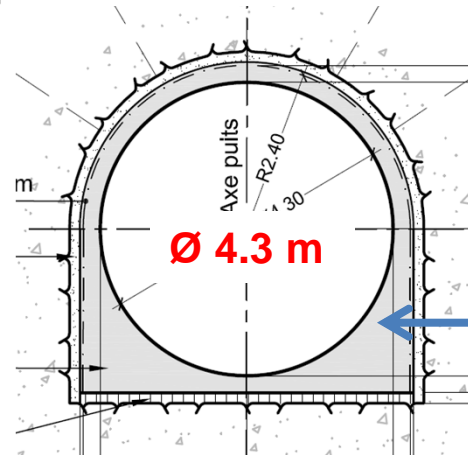
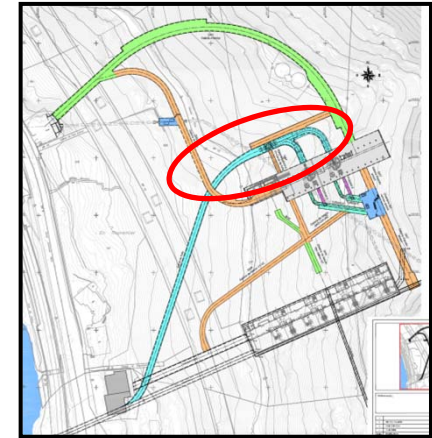
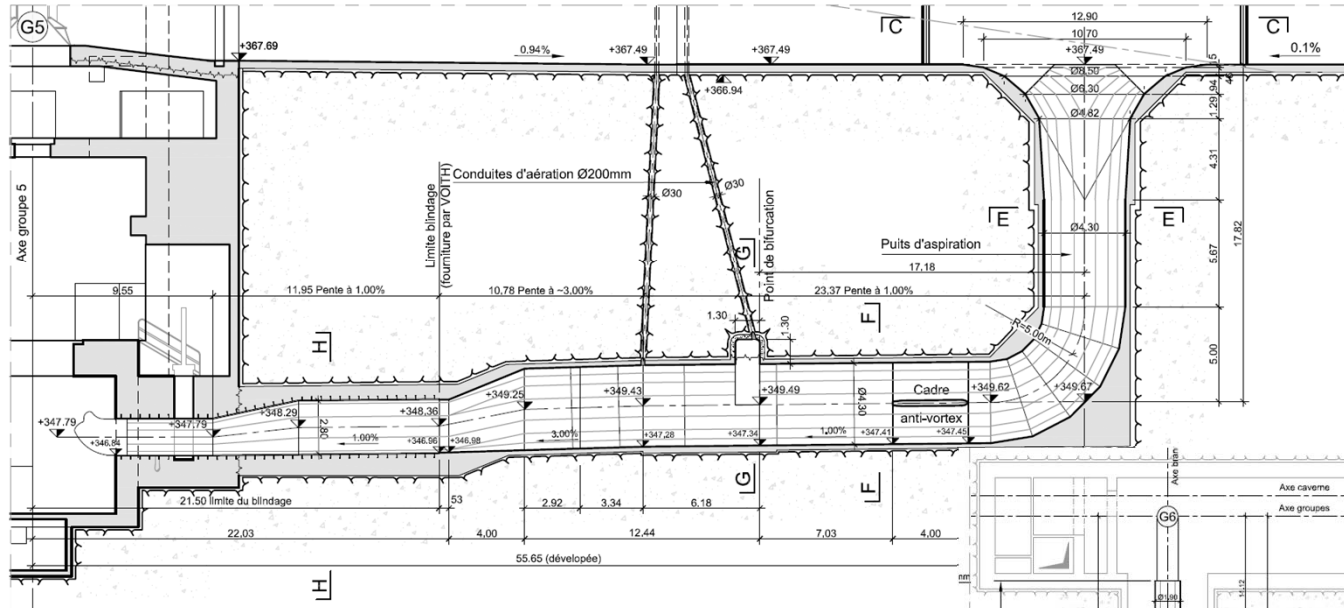
Injektionen

Felssicherung mit:

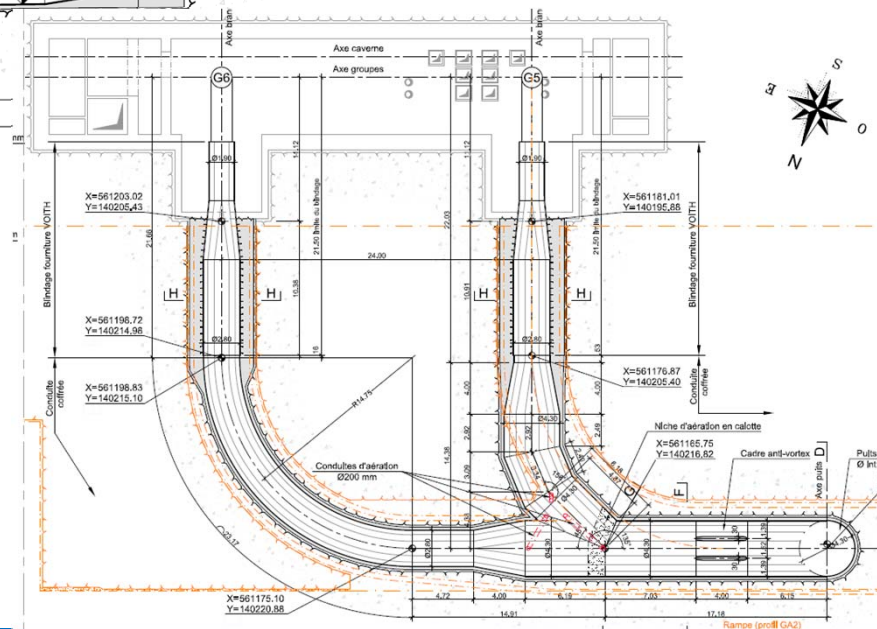
- Stahlfaserspritzbeton (30cm)
- Stahlmatten (2x)
- Anker (Swellex oder GEWI)
- Drainage

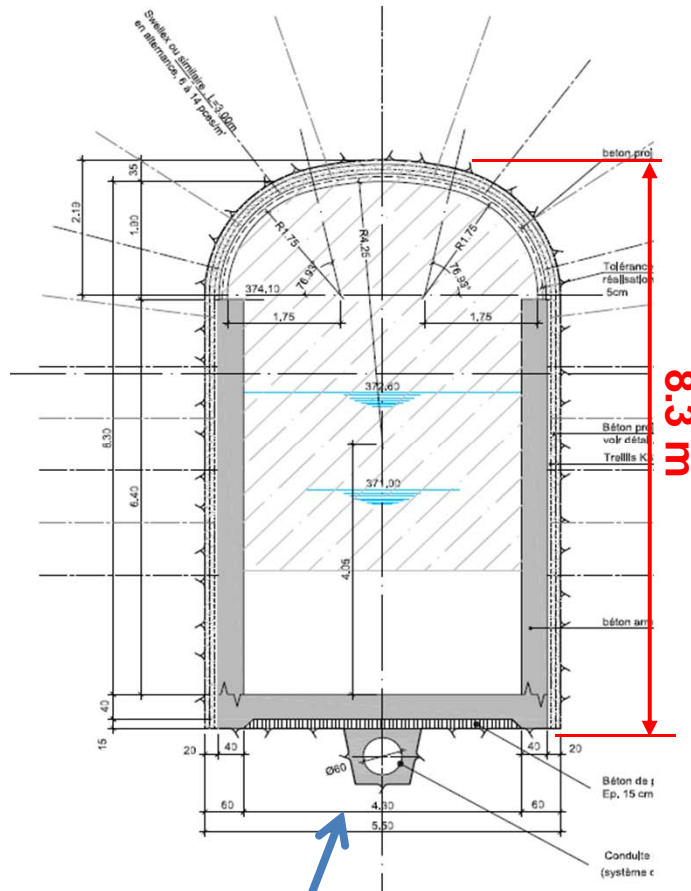


COUPE LONGITUDinale BRANCHE 5
Coupe B-B 1:200



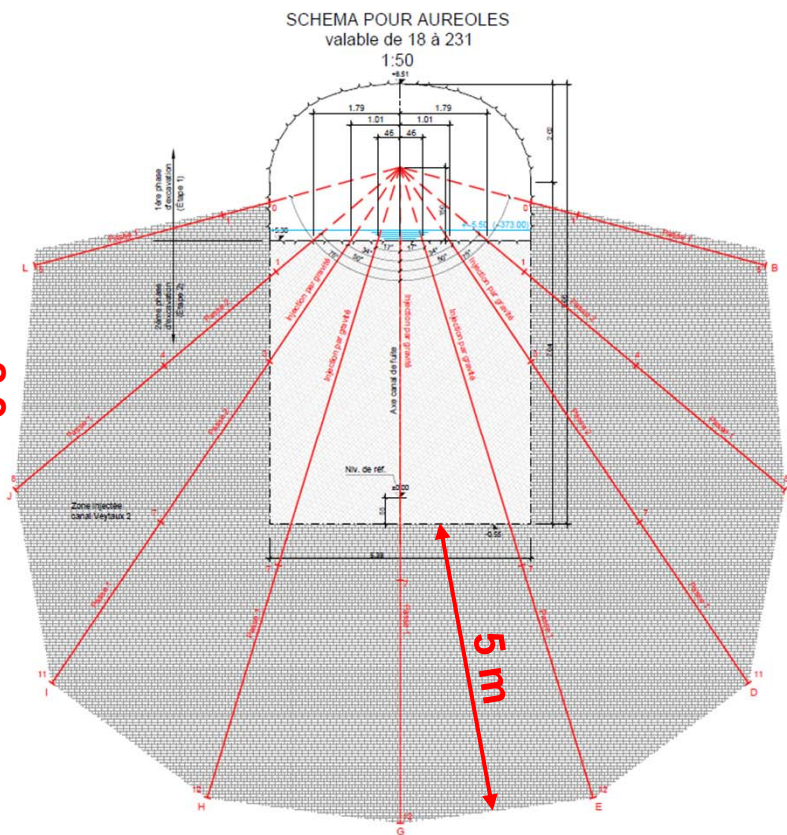
Betonverkleidung





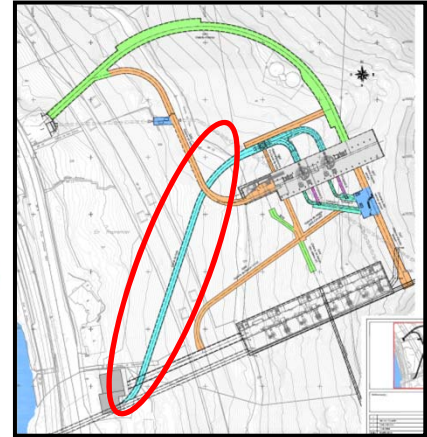
8.3 m

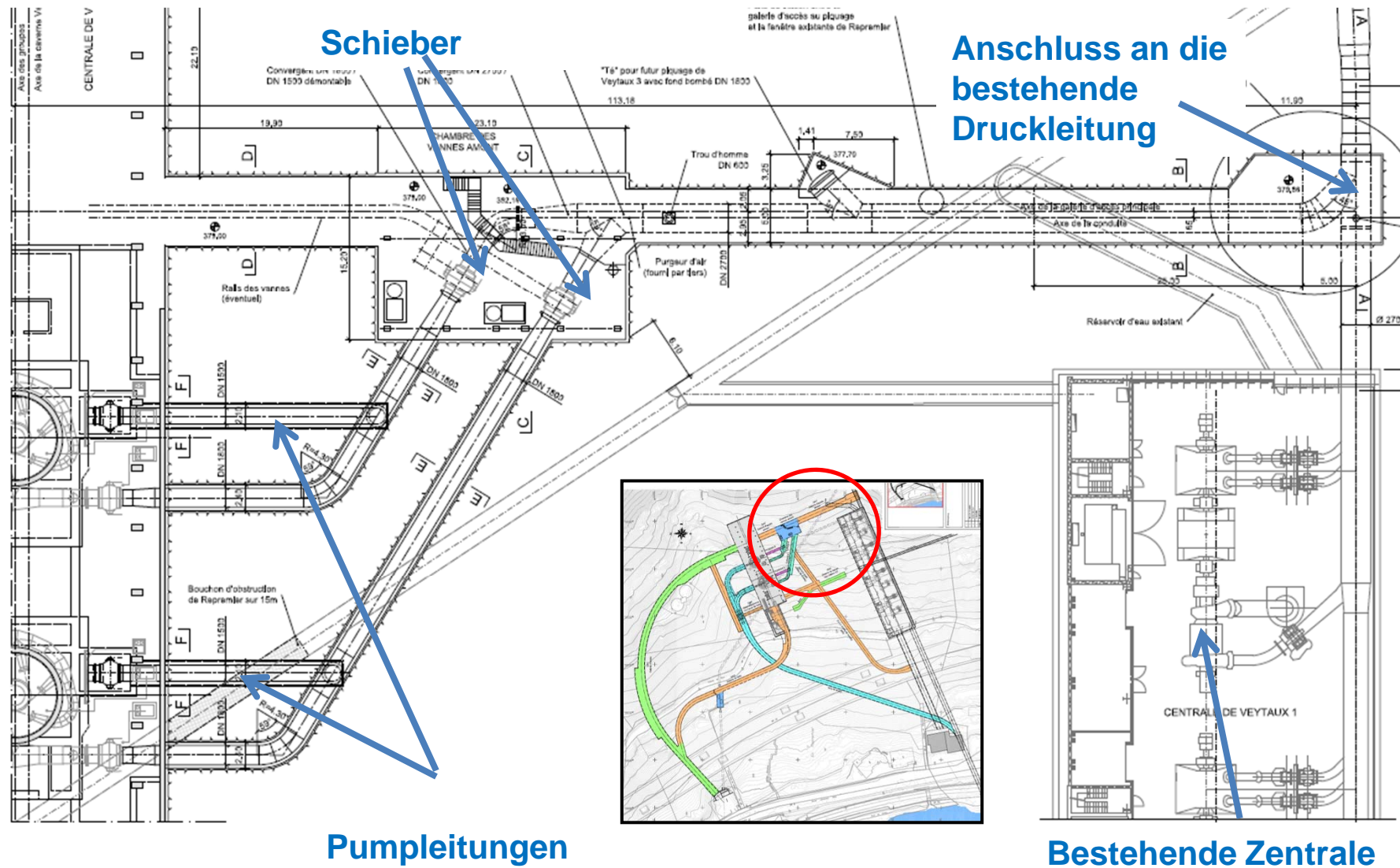
Betonverkleidung

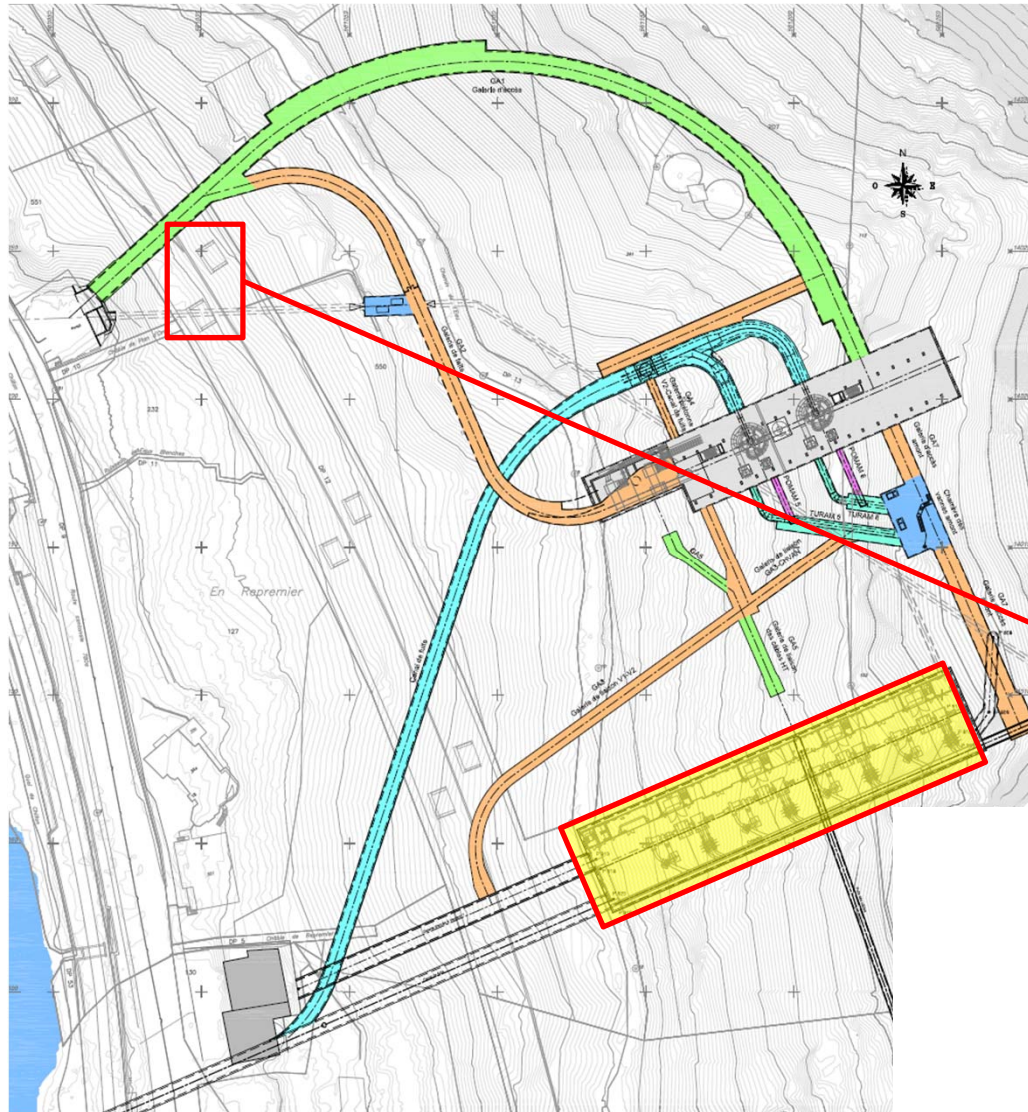


5 m

Injektionen

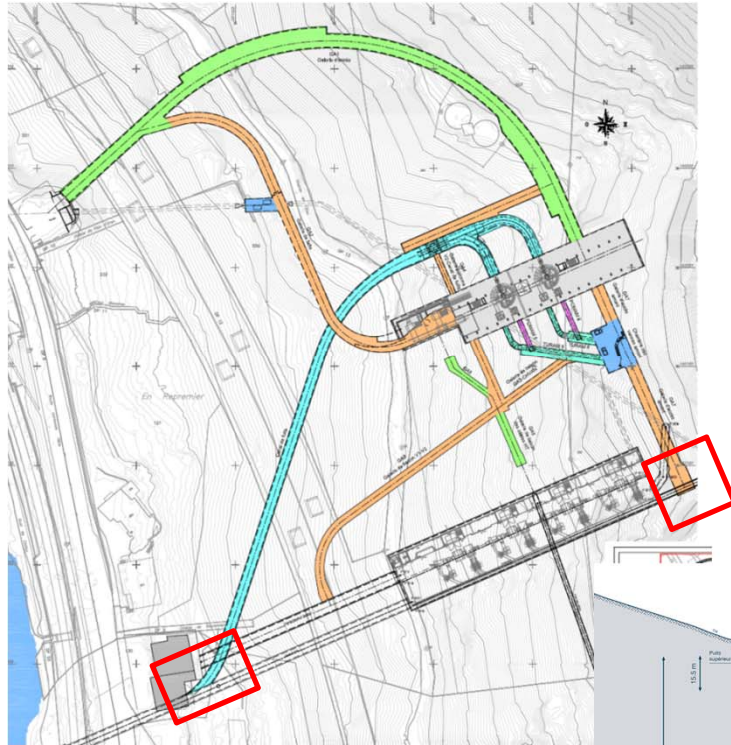






- Balen unter Betrieb der bestehenden Anlage (Erschütterungen)
- Besiedeltes Gebiet
- Beschränkte Platzverhältnisse
- Autobahnviadukt Chillon (Setzungen)
- Injektionen für alle Objekte welche unter dem Seenniveau liegen





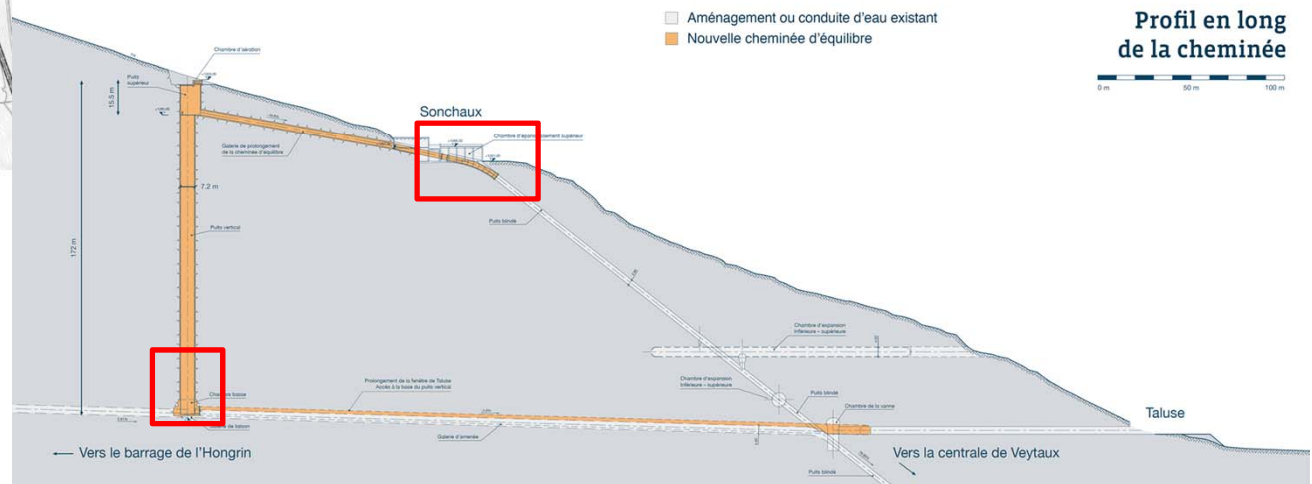
ZENTRALE
(344-400 MüM.)

4 Anschlüsse an die bestehende Anlage

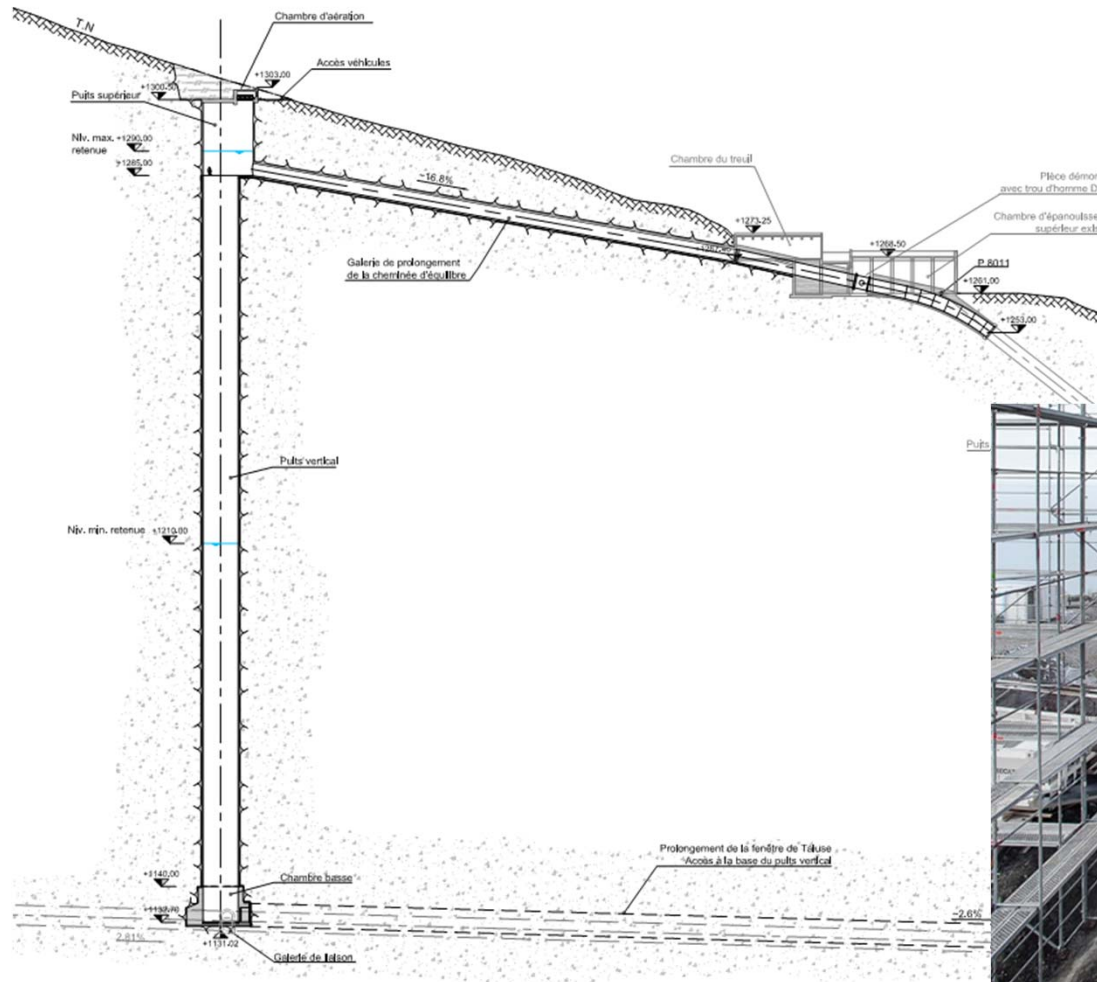
WASSERSCHLOSS (1130-1300 MüM.)

- Aménagement ou conduite d'eau existant
- Nouvelle cheminée d'équilibre

Profil en long
de la cheminée



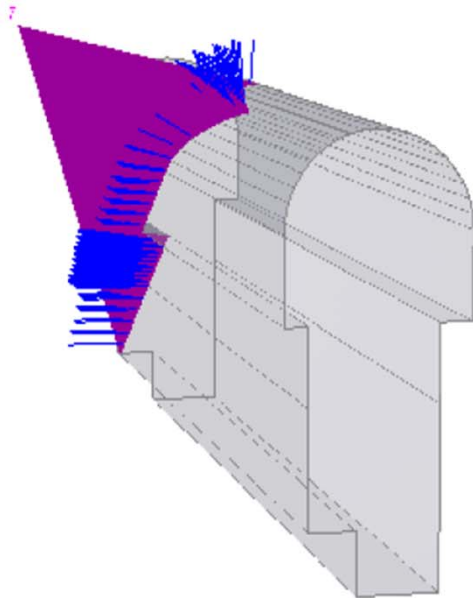
Vertikalschacht Wasserschloss



Höhe : 165 m
Ausbruchdurchmesser: 8.0 m
Innendurchmesser Panzerung: 7.2 m
Stärke Stahlpanzerung: 15 – 27 mm

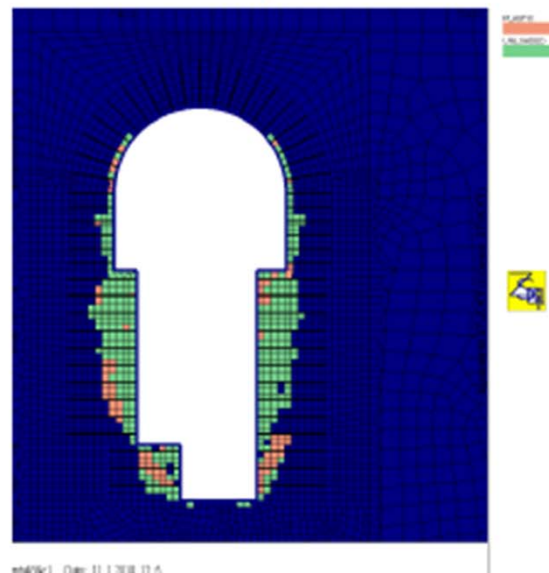


Bemessung

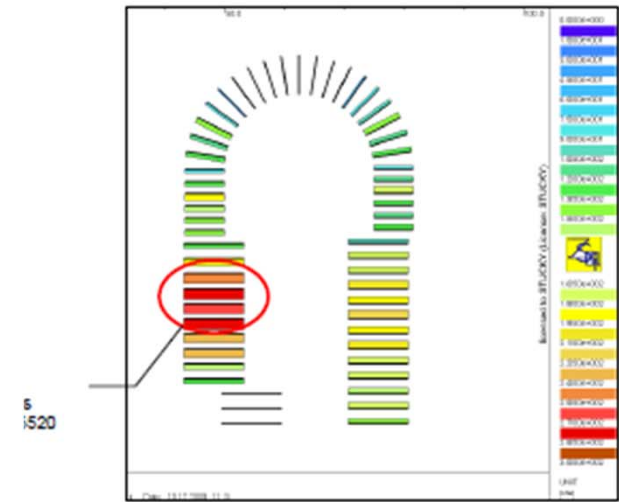


Felskeile

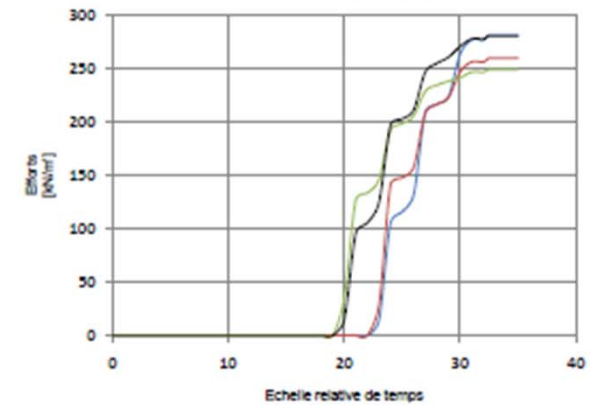
Avec valeurs caractéristiques réelles du massif rocheux



FEM (Z_SOIL)



Evolution des efforts normaux dans les ancrages les plus sollicités

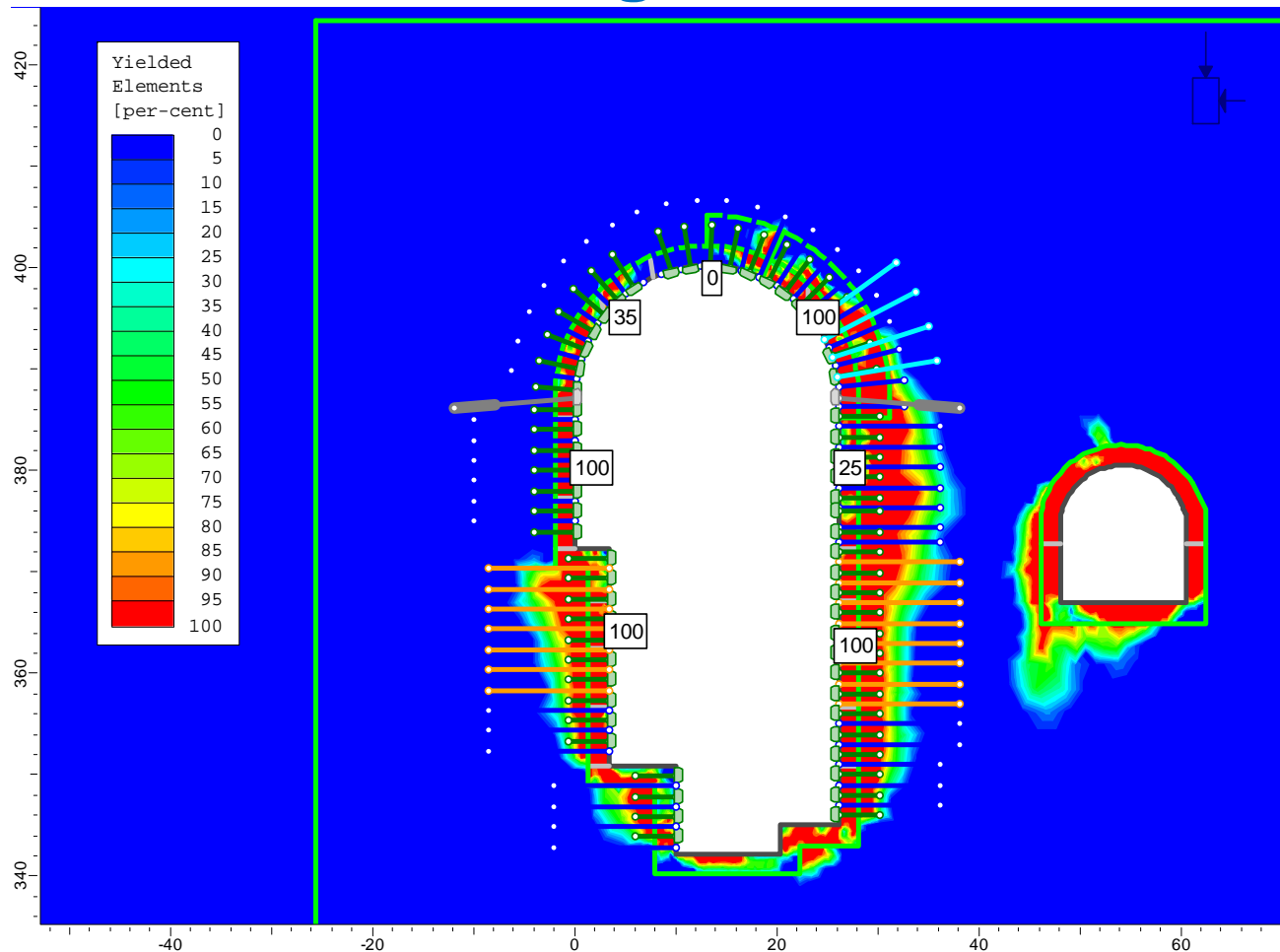


Effort maximal de traction à l'état final : 281 kN

Résistance des barres d'ancrage à la traction : 298 kN

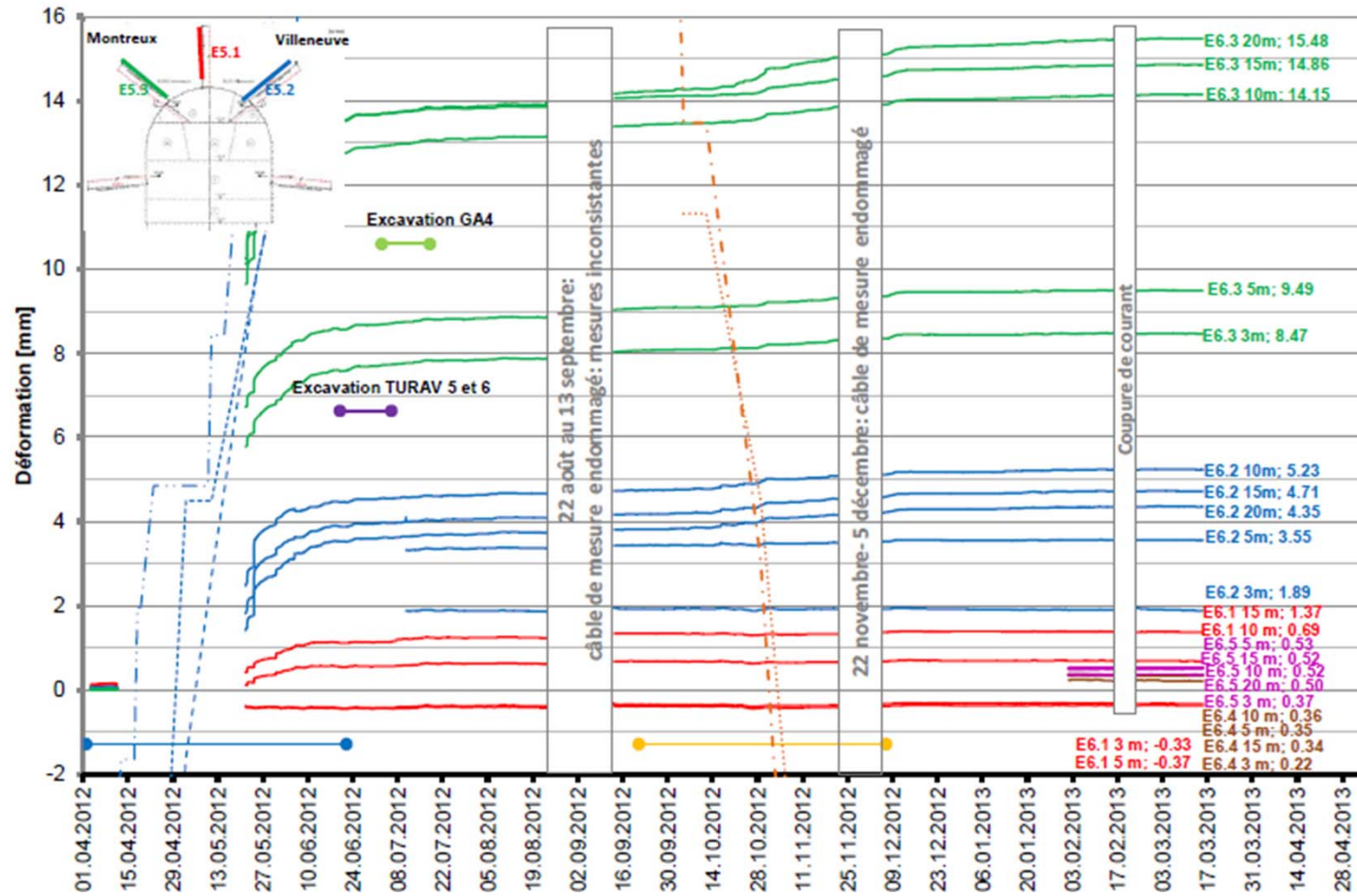
Aktualisierung FEM (Phase 2)

Plastische Verformungen mit $GSI = 50$



Überwachung - Extensometer

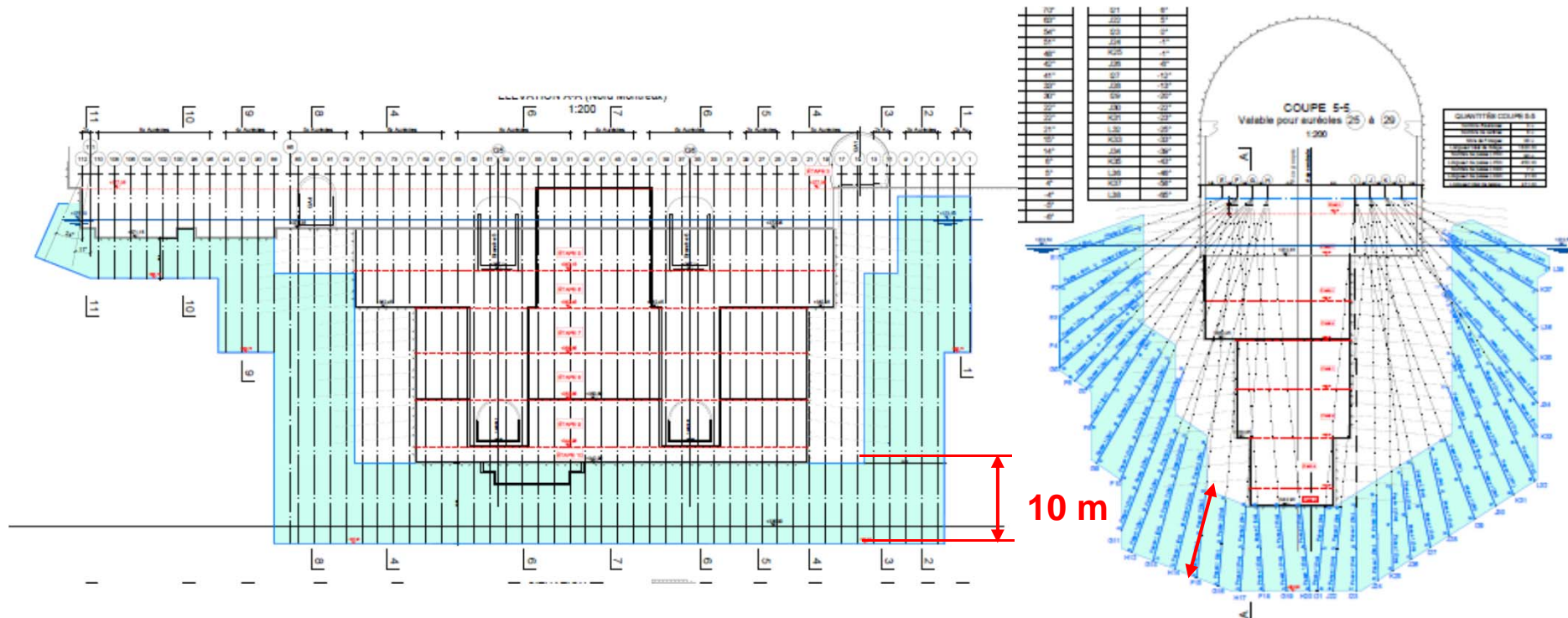
Extensomètres E6 - TM 51 - Etat au 15.03.2013



Zentralenkaverne - Injektionen

Ausführungsprojekt

Raster: 2 x 2 m = 1 Bohrung / 4m²



Zentralenkaverne – Injektionen

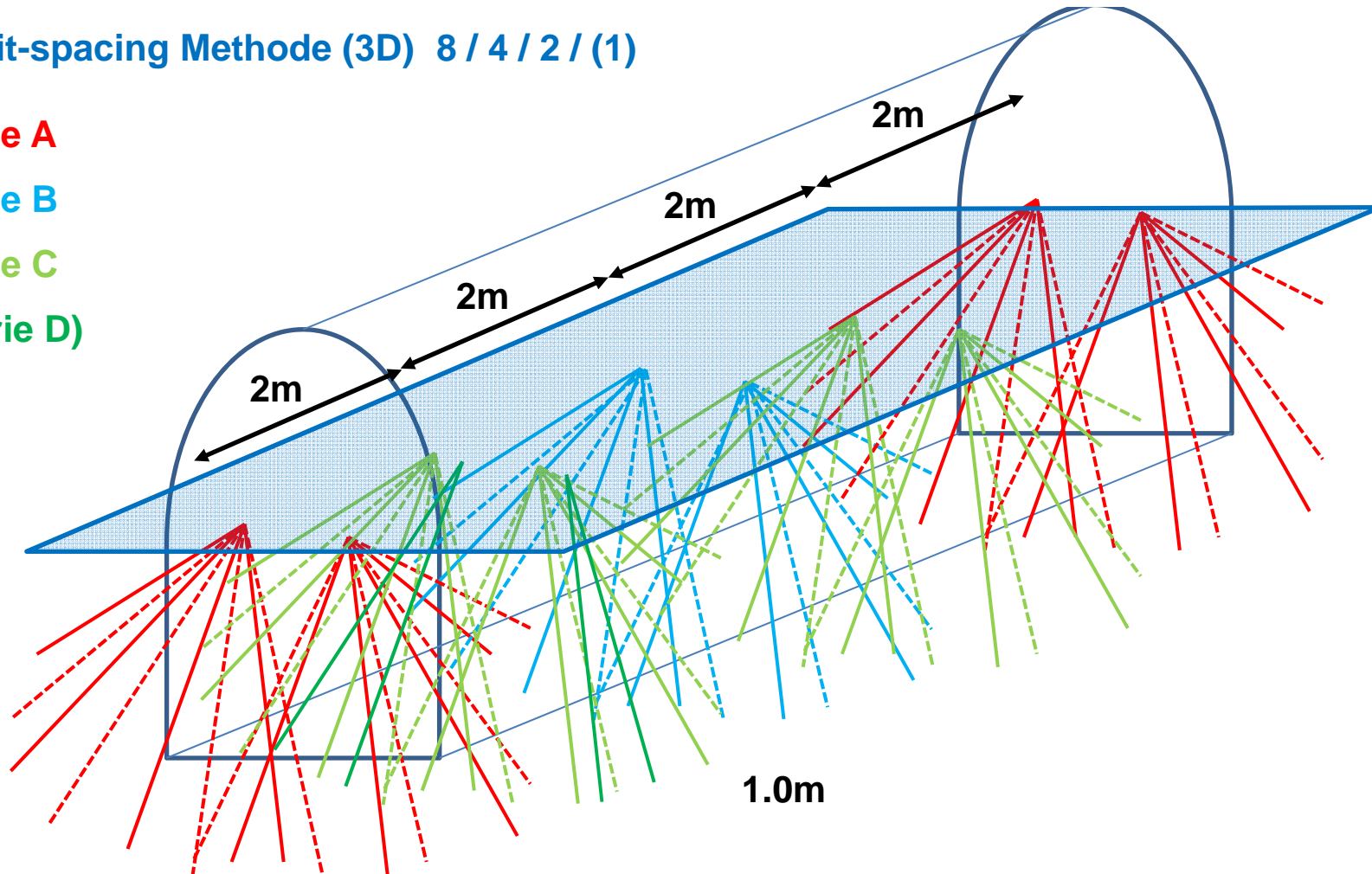
Split-spacing Methode (3D) 8 / 4 / 2 / (1)

Serie A

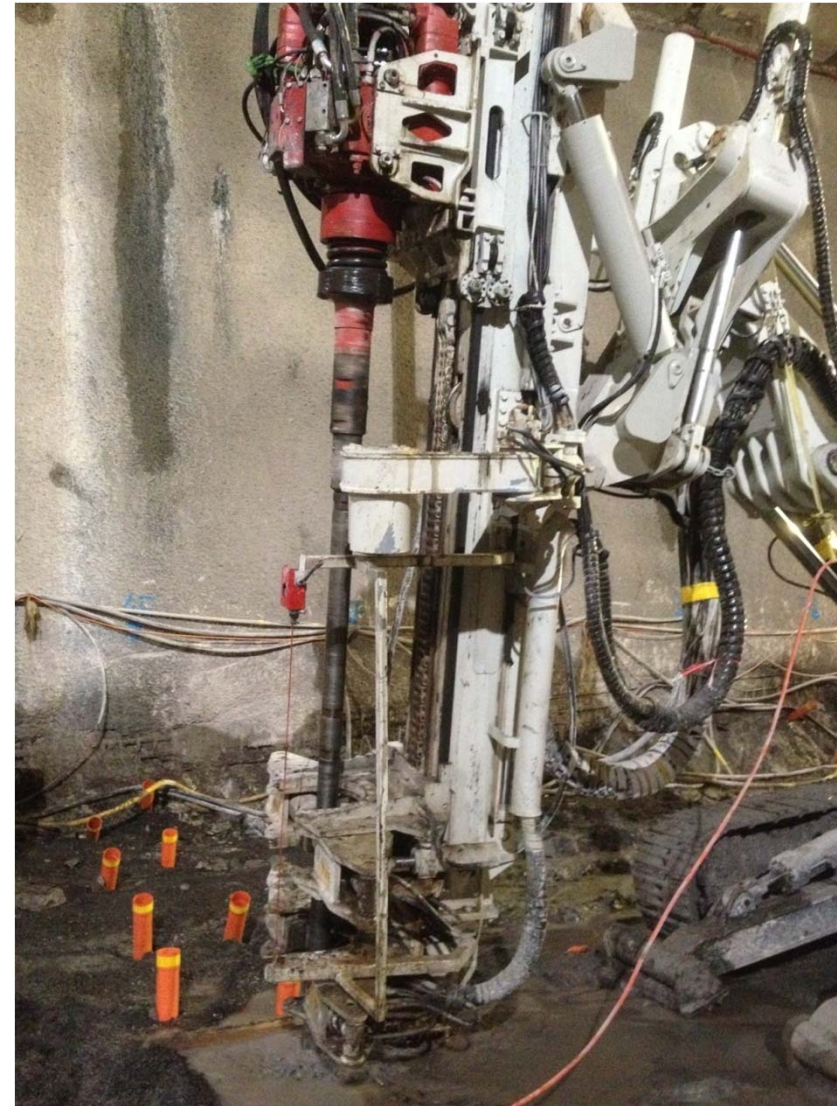
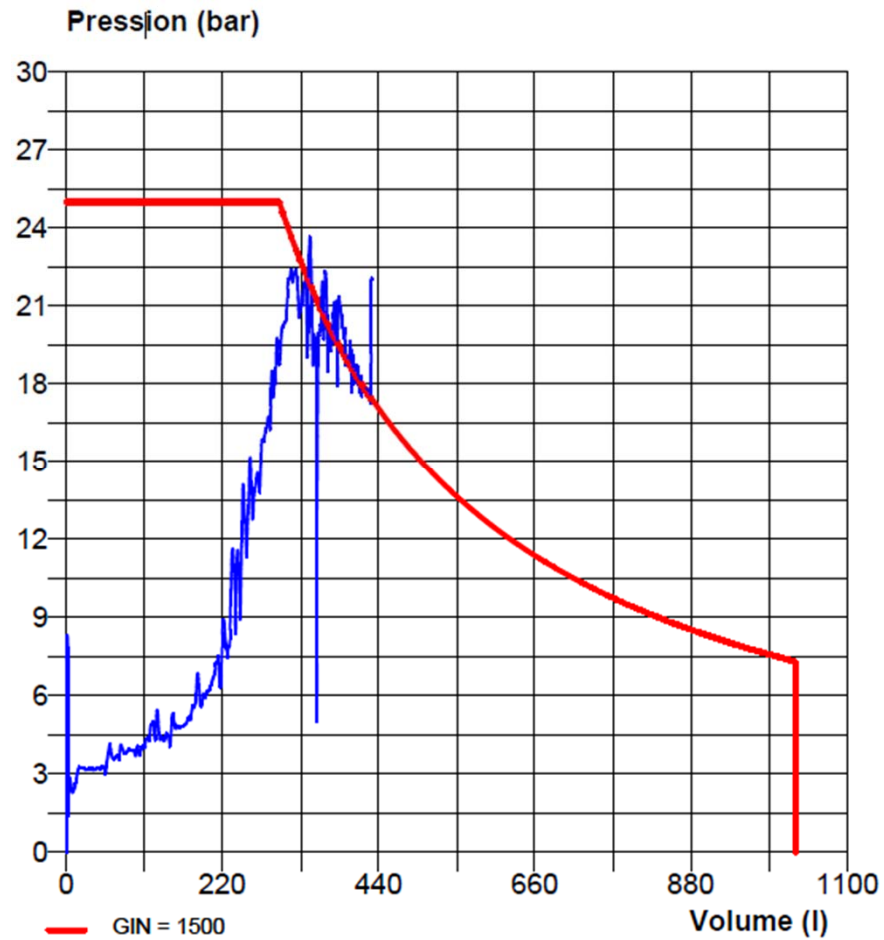
Serie B

Serie C

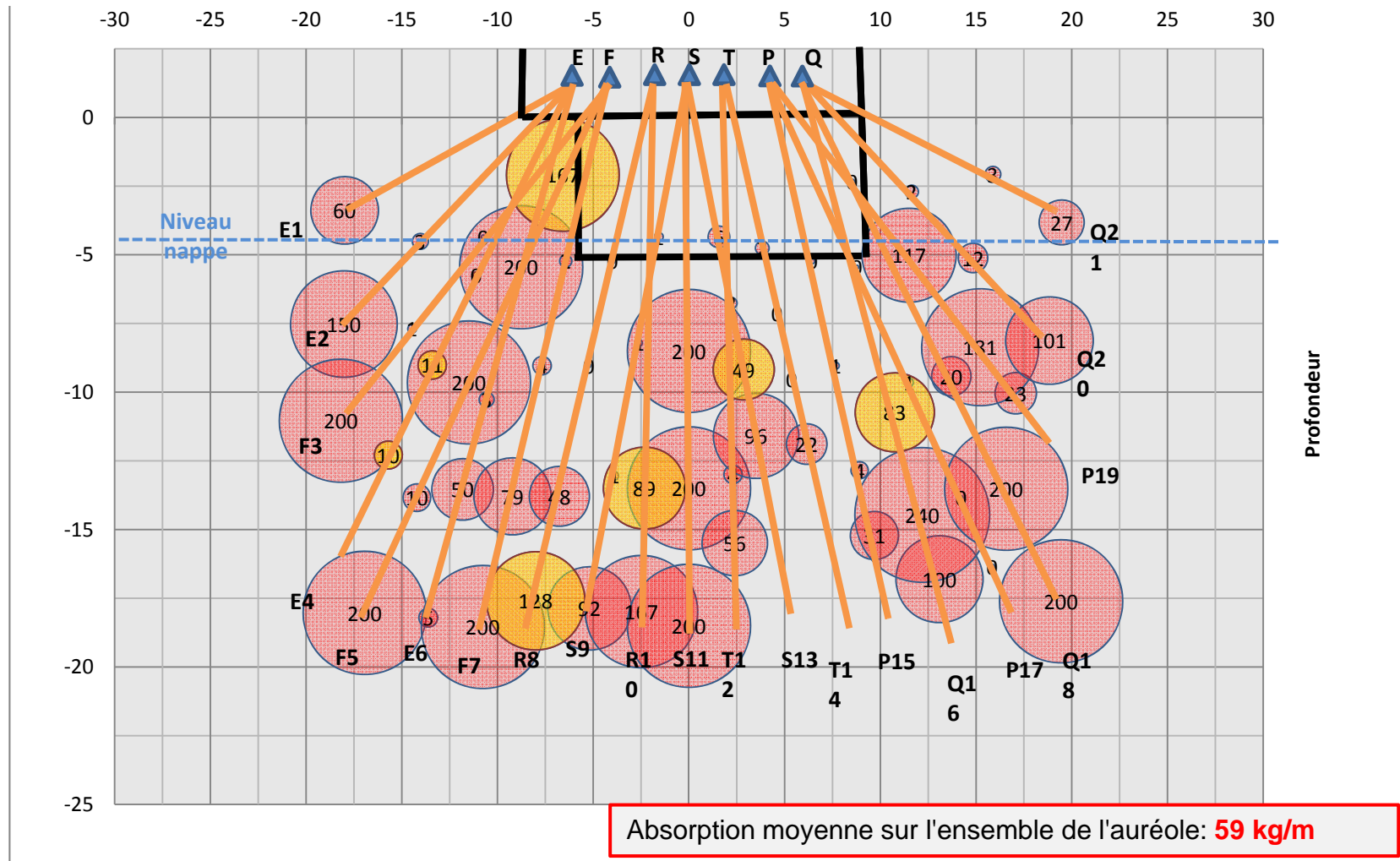
(Serie D)



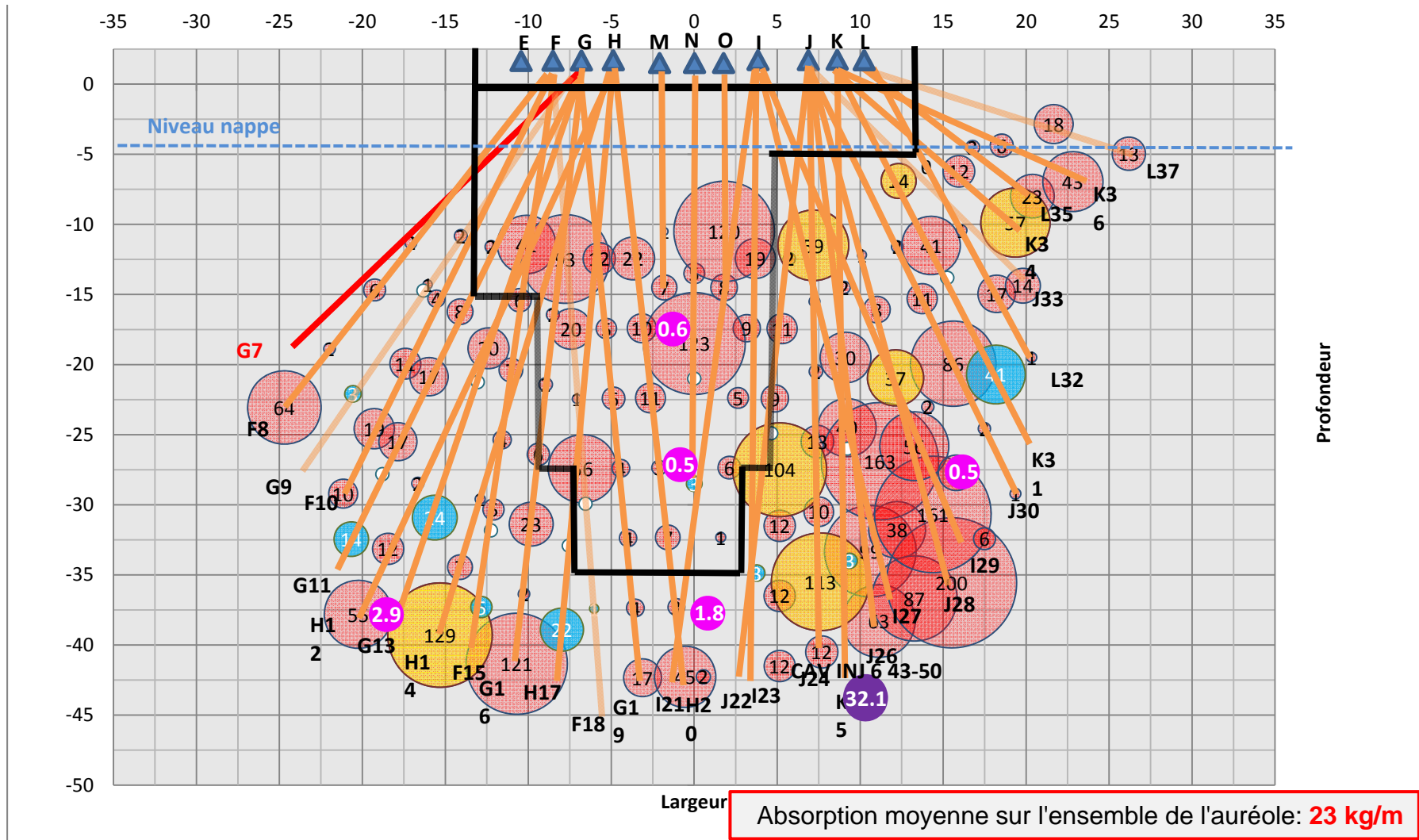
GIN Methode



Durchschnittliche Injektionsmenge des Injektionsschirmes – Serie A – TM 88



Durchschnittliche Injektionsmenge des Injektionsschirmes – Serie C – TM 86



Durchlässigkeit

Bohrungen	Anzahl Versuche	Durschnitt	Standardabweichung	Fractil 5 L
Erkundung Bohrungen	16.0	95.9	137.7	25.4%
Bohrserie C	44.0	2.2	4.0	75.5%
Kontrollbohrungen	21.0	1.3	1.1	99.9%

Injektionsmenge

Série	Quantity of cement	injected length	Grout take	reduction ration	Pressure reached
	[kg]	[m]	[kg/m]	[%]	[%]
Serie A	555'658	7'319	76		59%
Serie B	483'474	10'363	47	61%	71%
Serie C	509'933	20'749	25	53%	83%
Serie D	95'968	1'818	53	215%	70%
Serie E	16'801	400	42	80%	76%
TOTAL	1'661'834	40'649	41		

Wassereintritte

Durchlässigkeit Fels:	1.3×10^{-4} m/s	=> Schätzungen 324 l/s
Zielwert nach Injektionen:	6×10^{-7} m/s (5 Lugeons)	=> Schätzungen 6 l/s
Durchlässigkeit nach Injektionen	< 5 Lugeons	=> Beobachtet: << 5l/s





ENDE

Niveau de la nappe fissurale = Grundwasserspiegel ?

Barre d'ancrage = Zugglied

Déformations = Verformungen

dehnungen=extensions

Déplacements = Verschiebungen verformungen

Suintements d'eau = Wasseraustritte

/Versickerung/Durchsickerung?