

Untertagbau für Wasserkraftanlagen

Donnerstag, 12. Dezember 2013

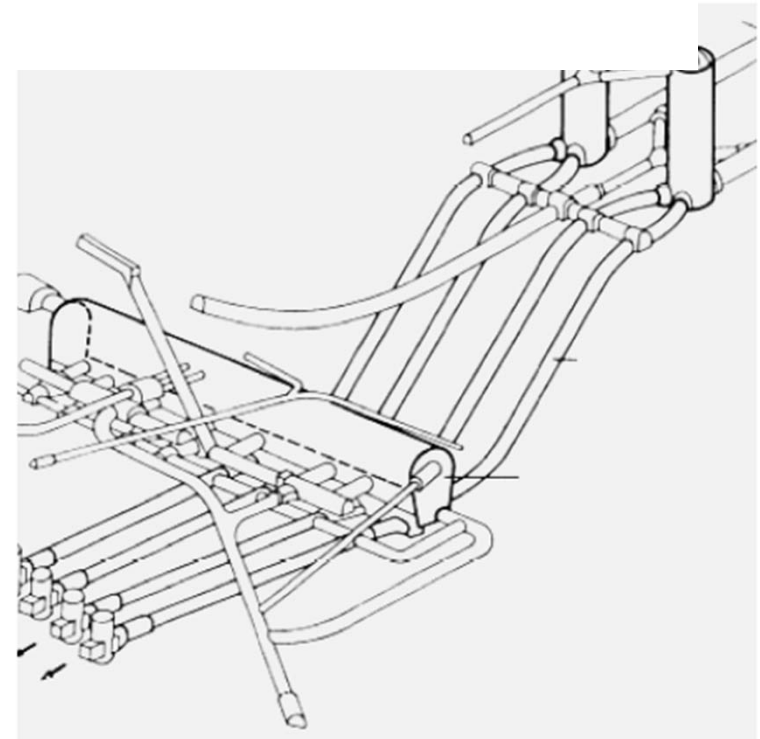
ETH

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:



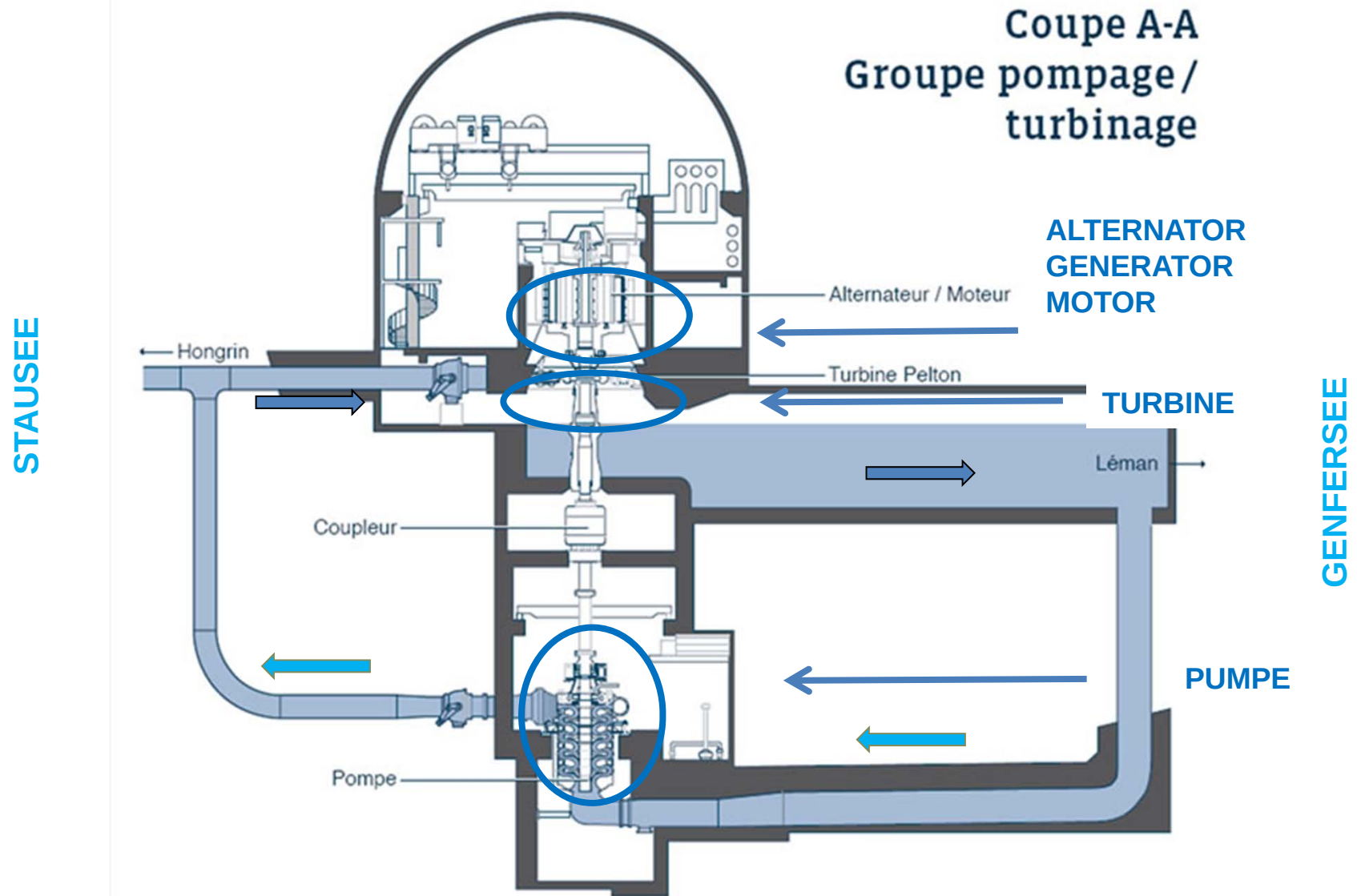
FGU Fachgruppe für Untertagbau
GTS Groupe spécialisé pour les travaux souterrains
GLS Gruppo specializzata per lavori in sotterraneo
STS Swiss Tunneling Society



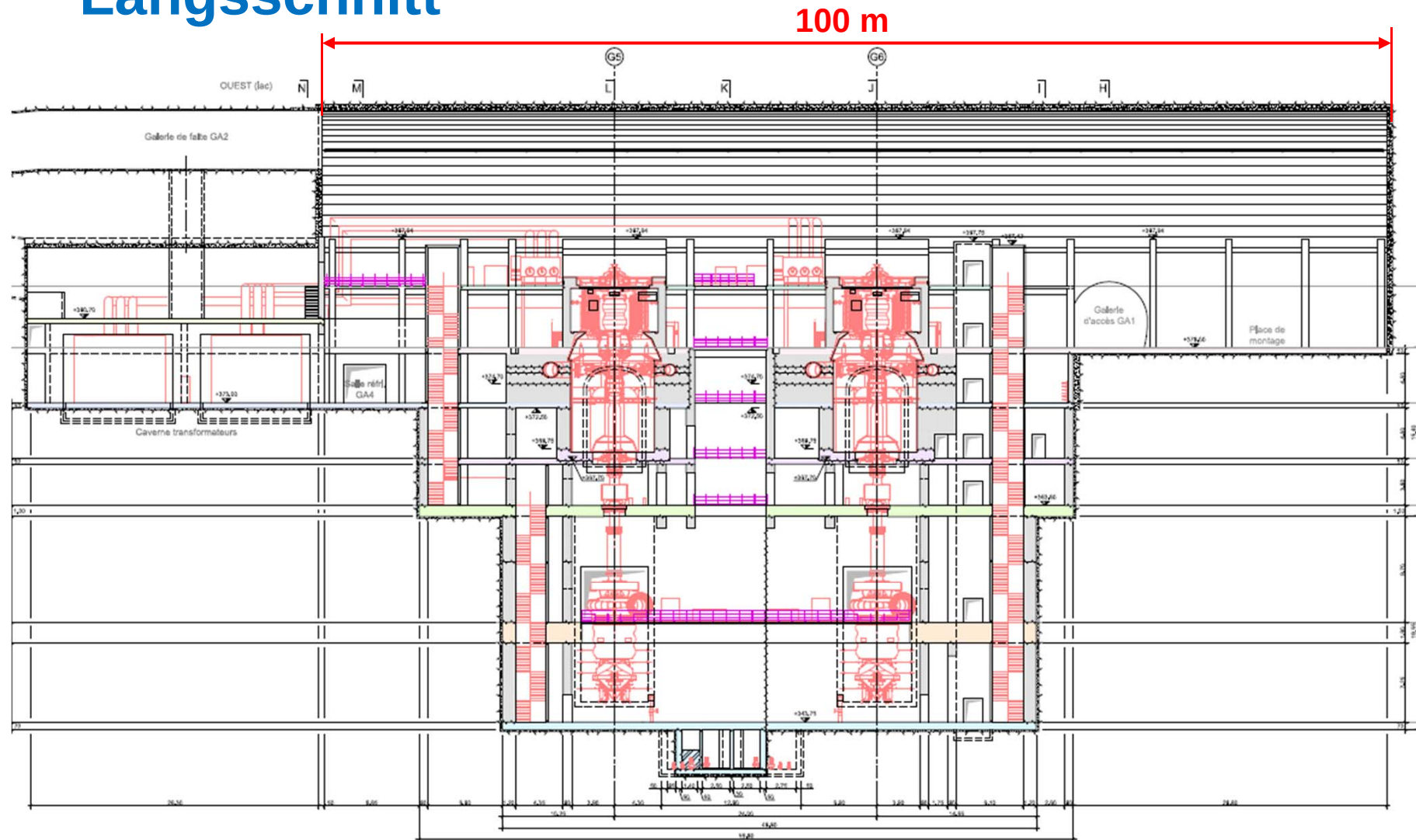
Zugangsstollen

GESAMTÜBERSICHT VEYTAUX

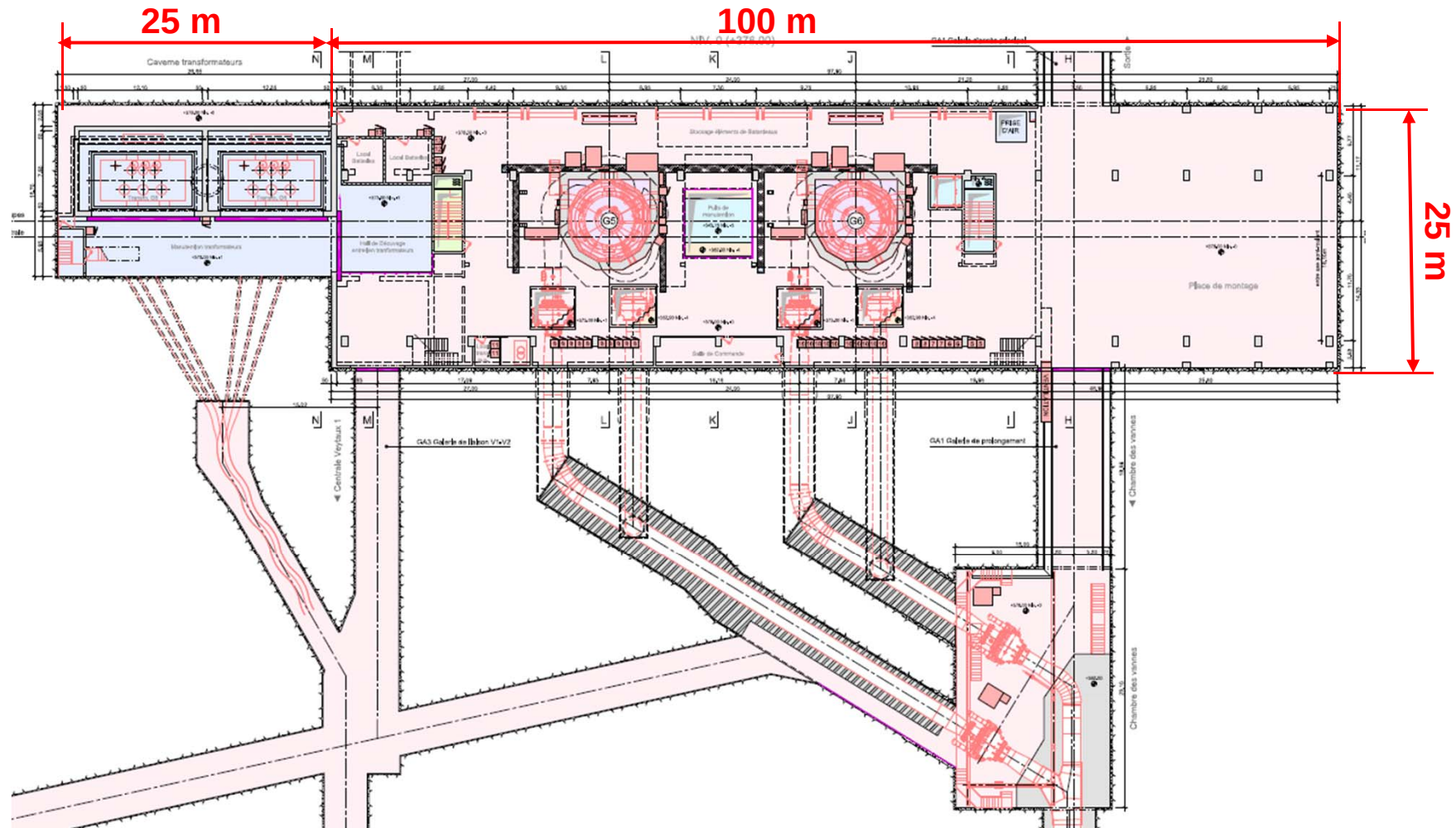


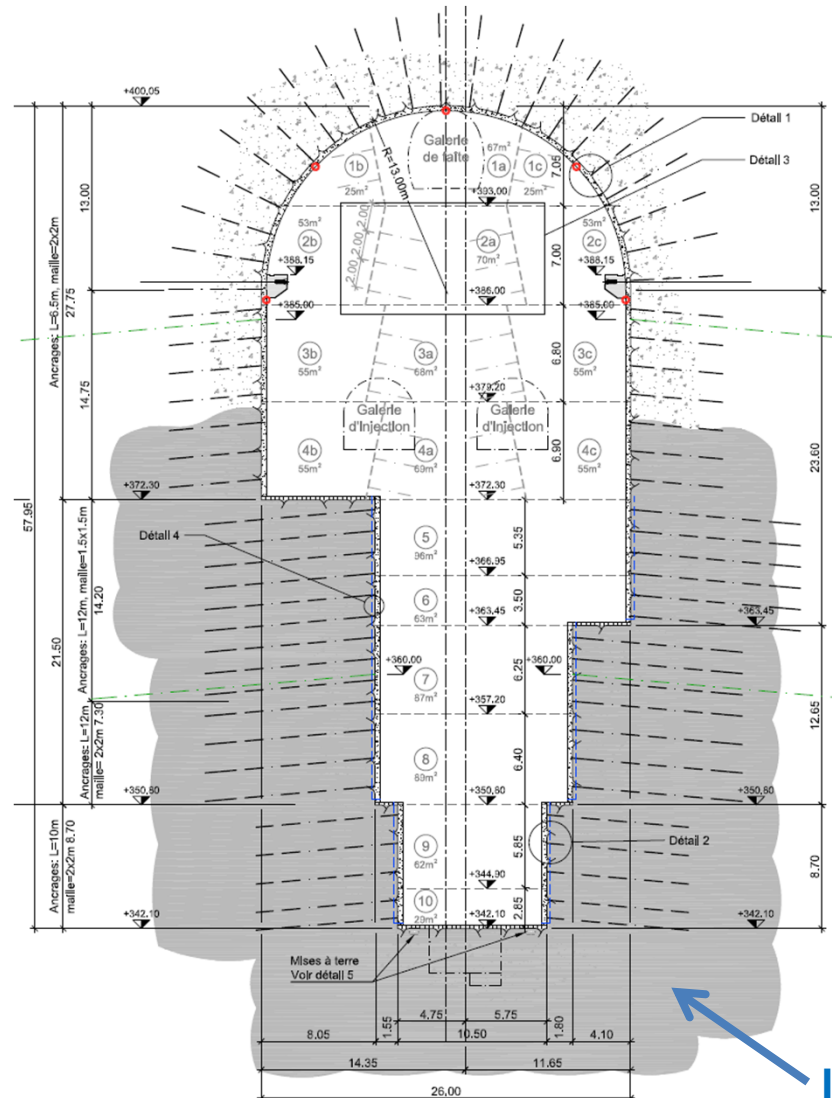


Längsschnitt



Grundriss





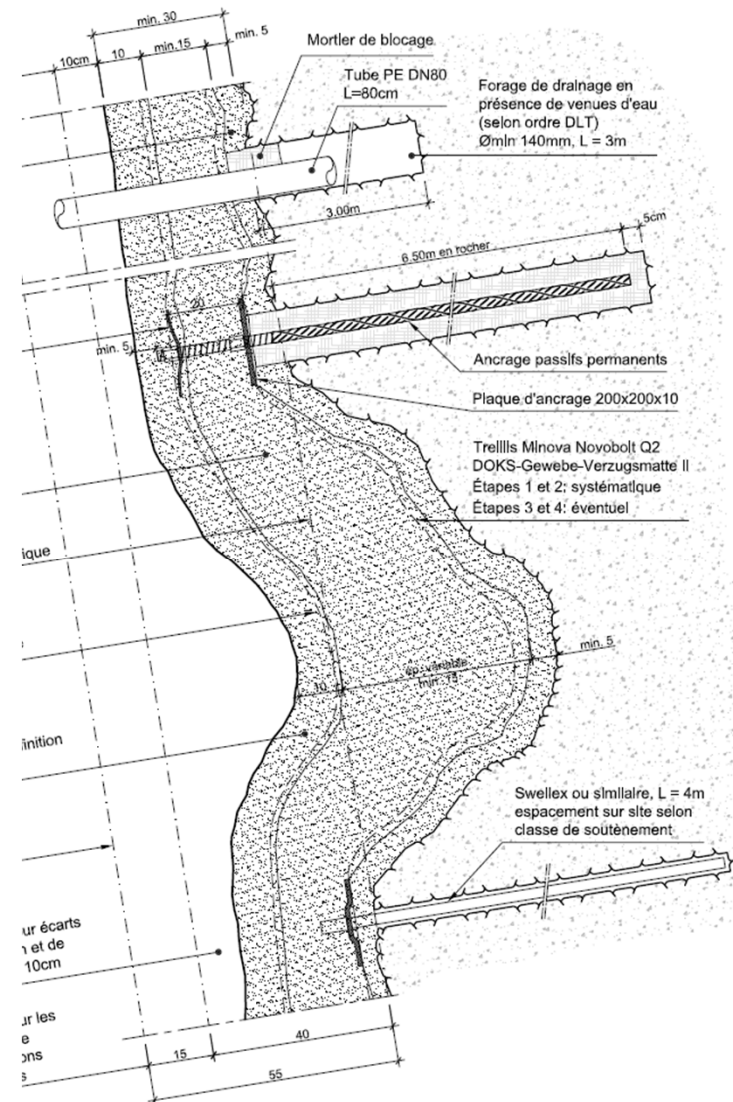
Höhe : 56 m
Tragweite Gewölbe: 25.0 m
Länge: 100 m
Länge der Passivanker: 6.5 – 12 m



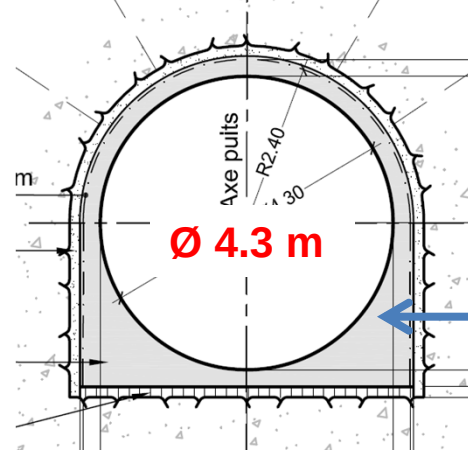
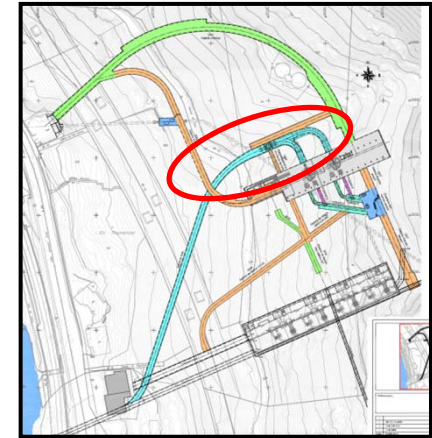
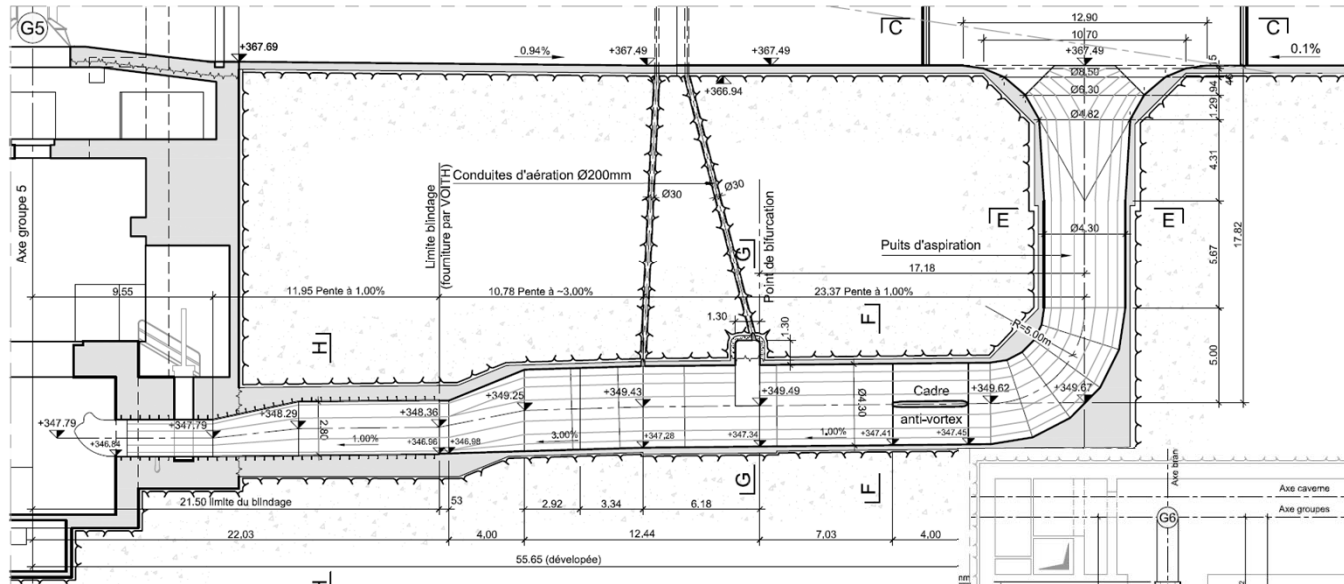
Injektionen

Felssicherung mit:

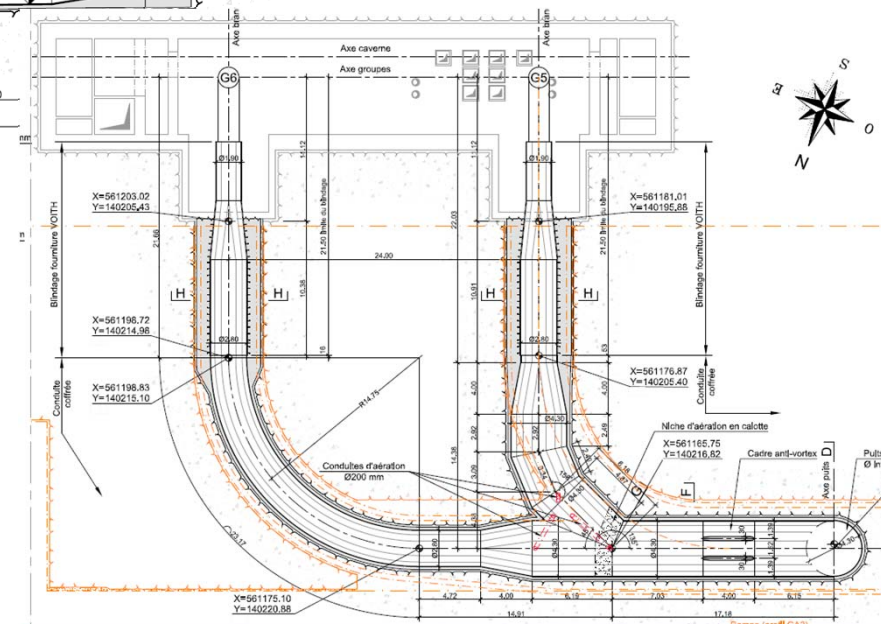
- **Stahlfaserspritzbeton (30cm)**
- **Stahlmatten (2x)**
- **Anker (Swelllex oder GEWI)**
- **Drainage**

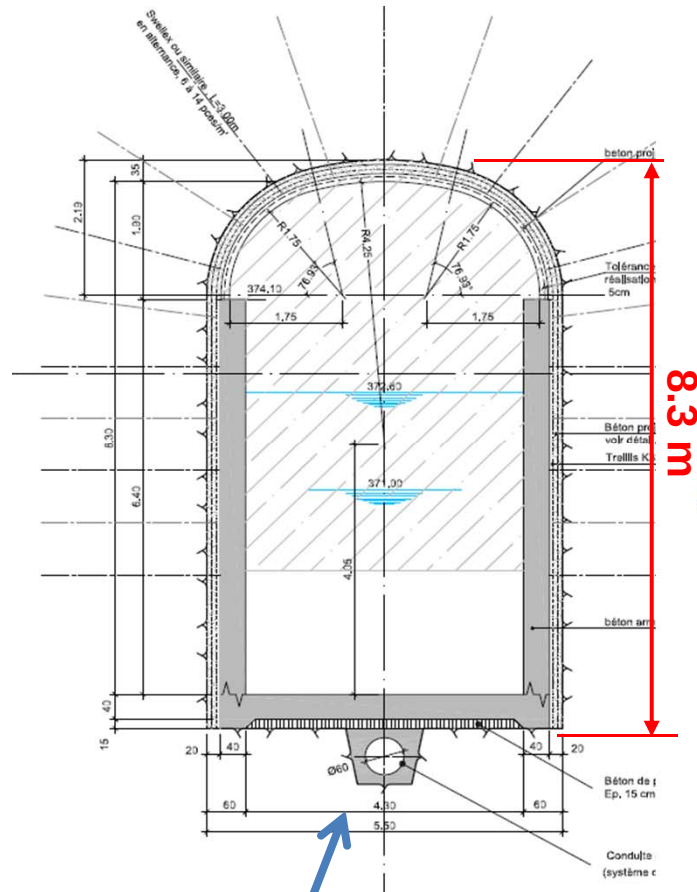


COUPE LONGITUDINALE BRANCHE 5
Coupe B-B 1:200

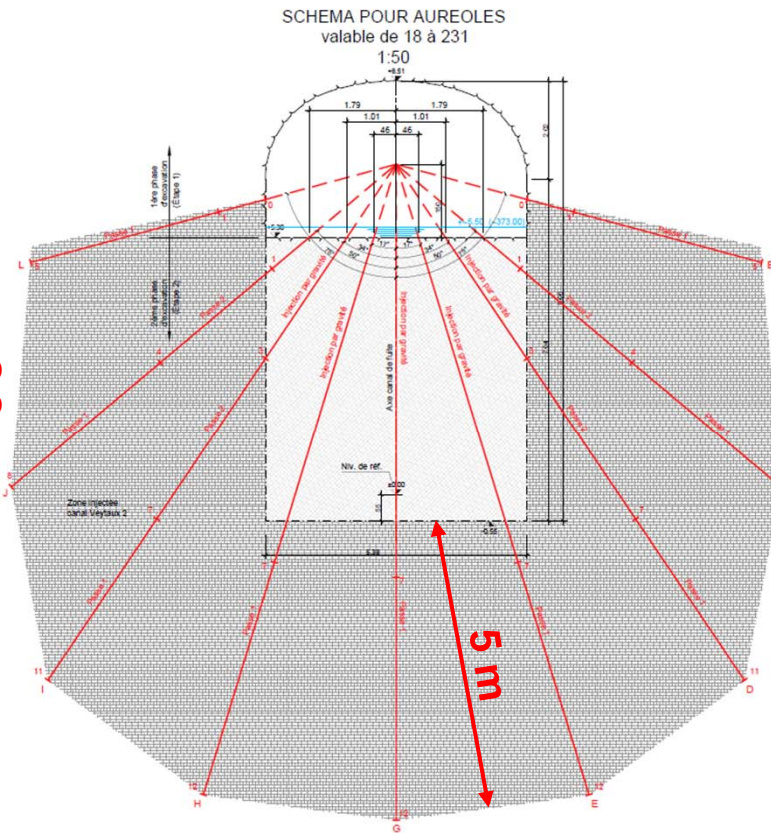


Betonverkleidung

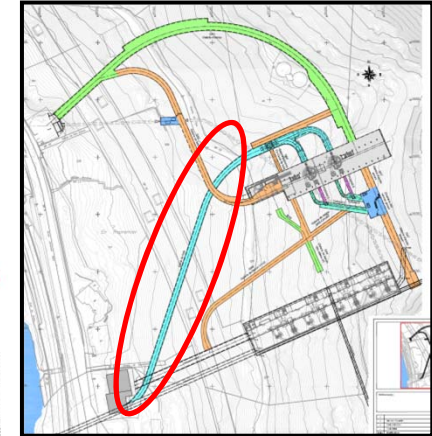


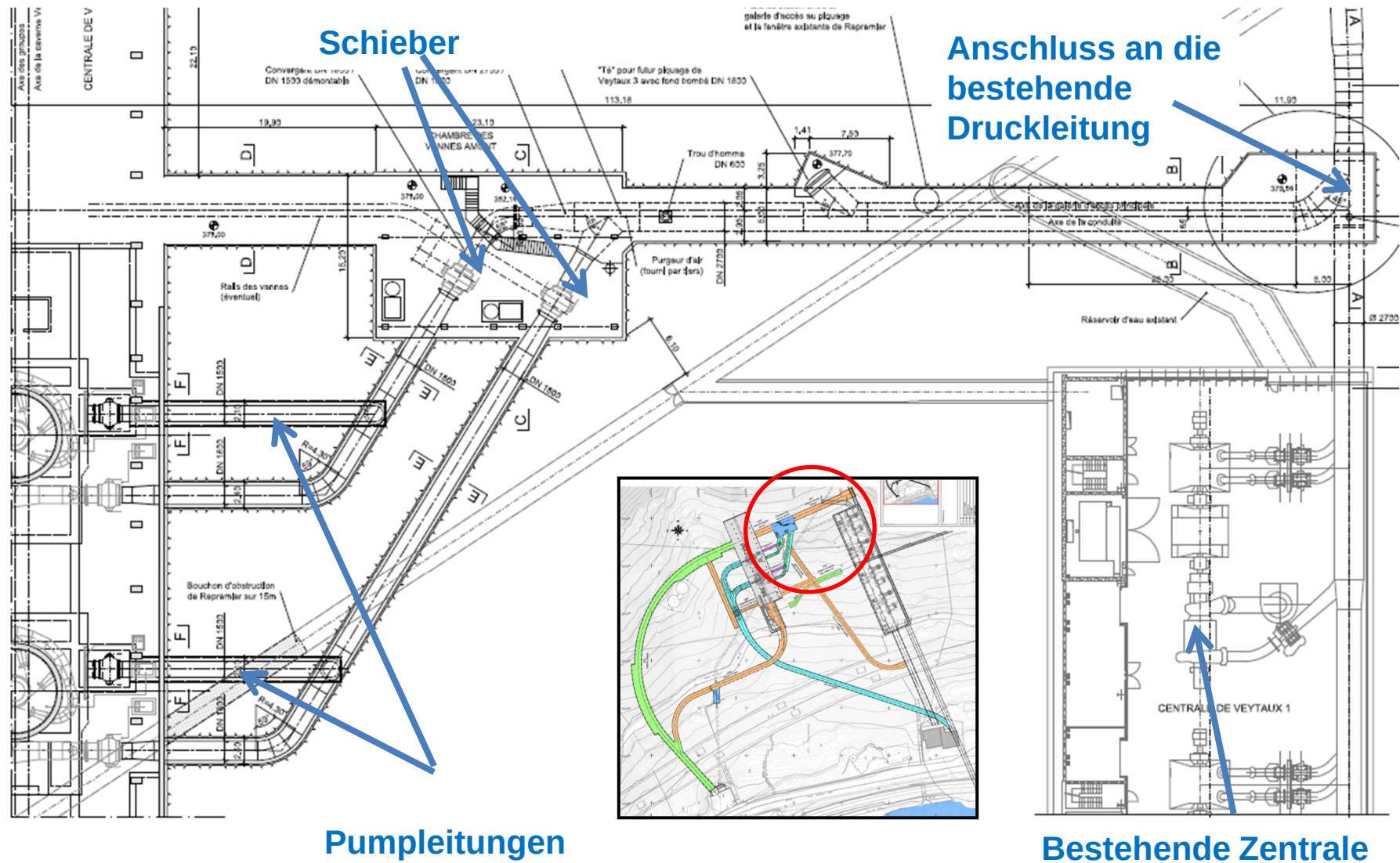


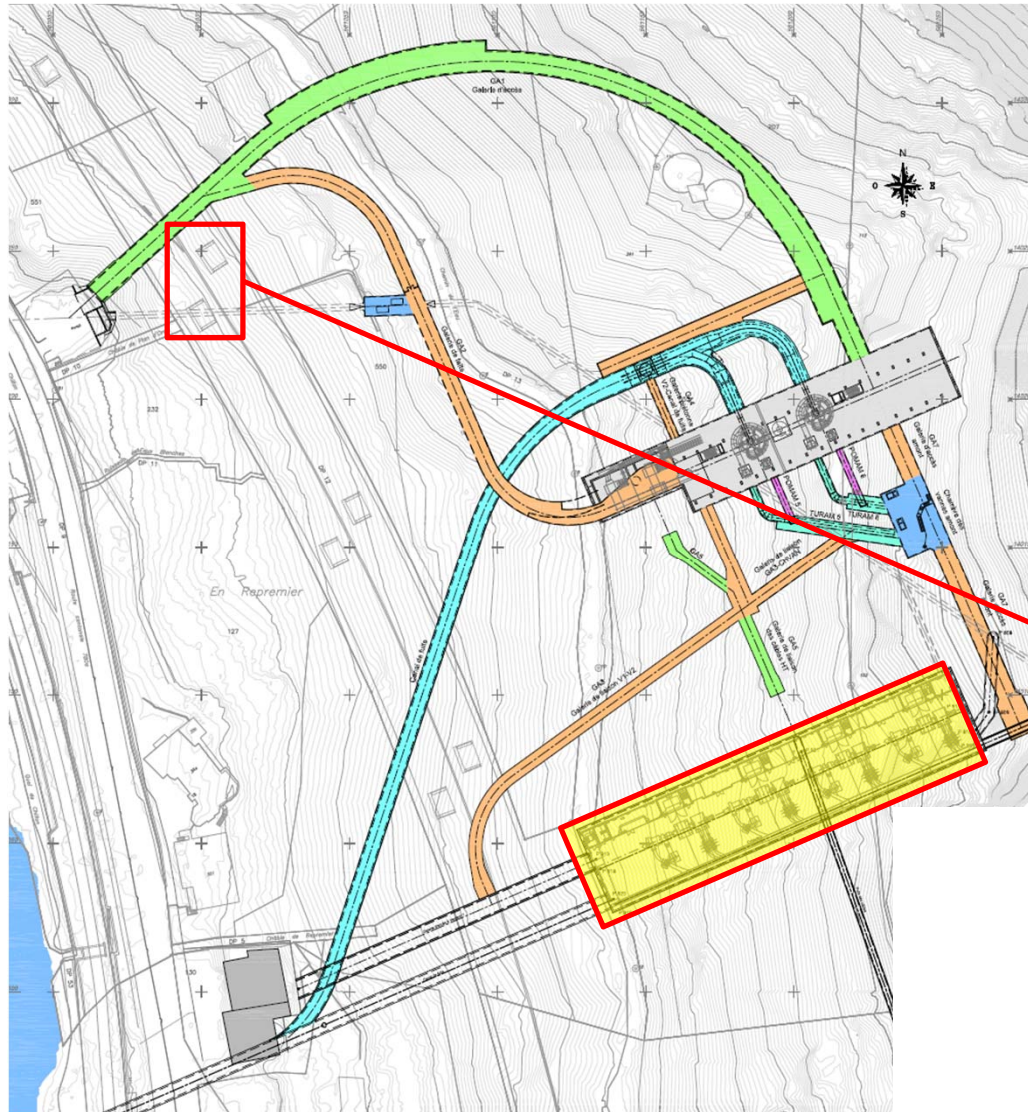
Betonverkleidung



Injektionen

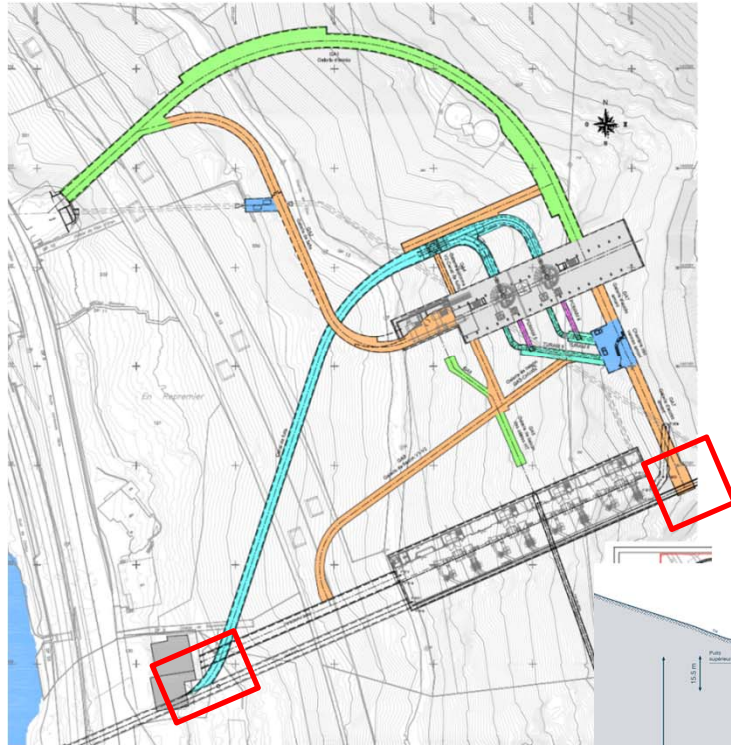






- Balen unter Betrieb der bestehenden Anlage (Erschütterungen)
- Besiedeltes Gebiet
- Beschränkte Platzverhältnisse
- Autobahnviadukt Chillon (Setzungen)
- Injektionen für alle Objekte welche unter dem Seeniveau liegen

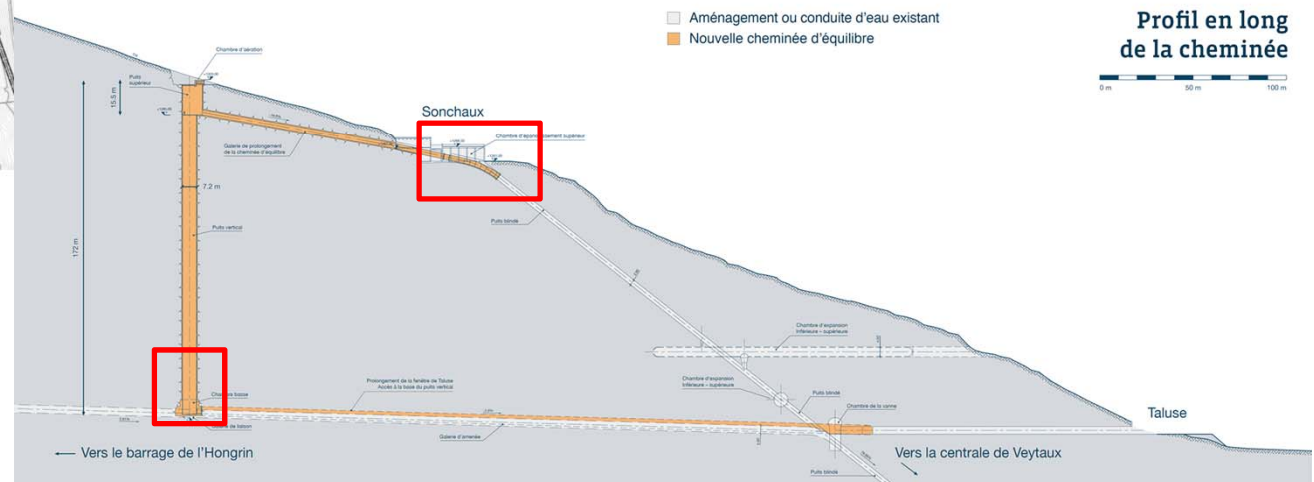




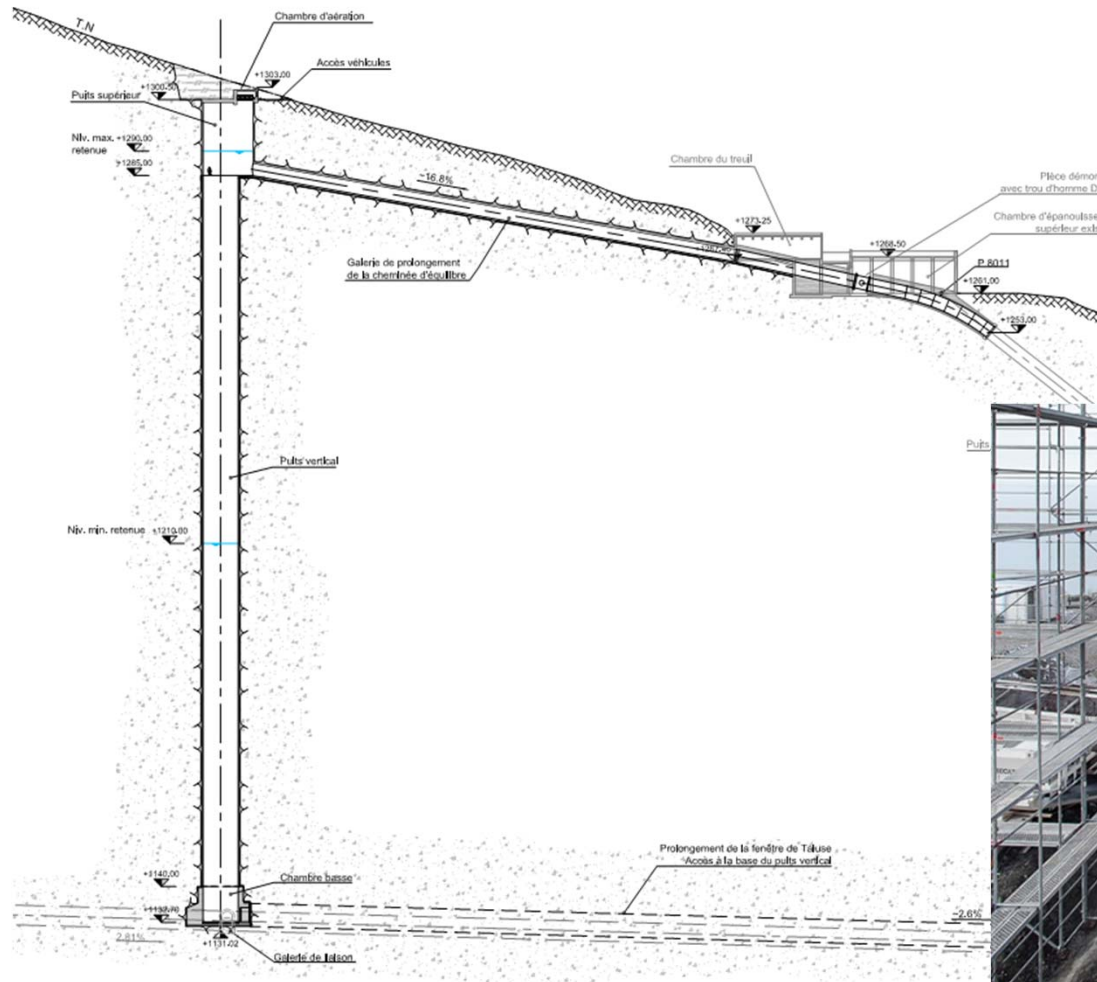
ZENTRALE
(344-400 MüM.)

4 Anschlüsse an die bestehende Anlage

WASSERSCHLOSS (1130-1300 MüM.)



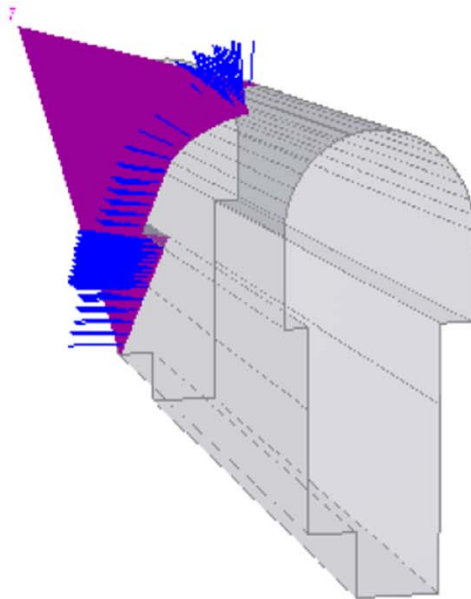
Vertikalschacht Wasserschloss



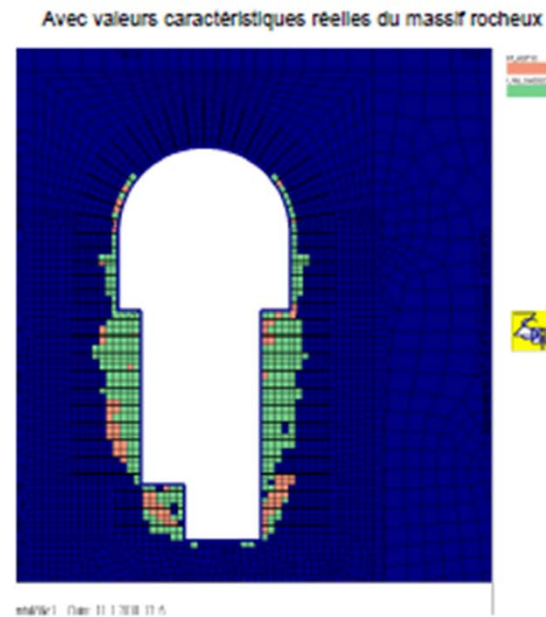
Höhe : 165 m
Ausbruchdurchmesser: 8.0 m
Innendurchmesser Panzerung: 7.2 m
Stärke Stahlpanzerung: 15 – 27 mm



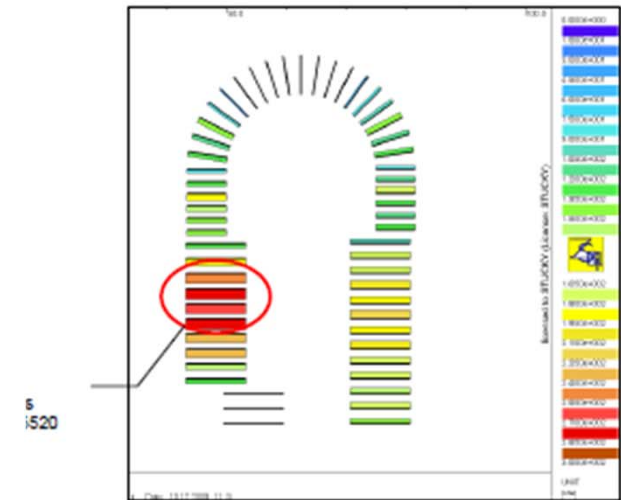
Bemessung



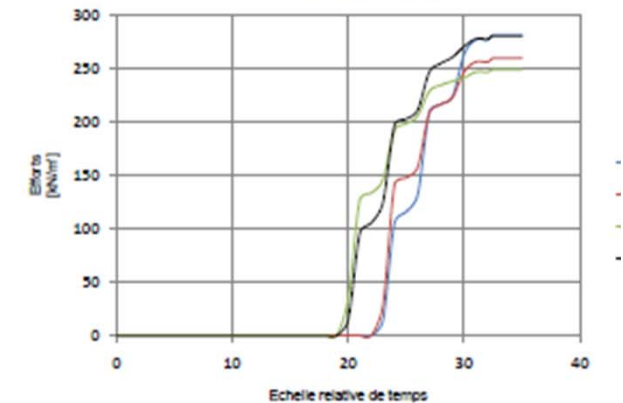
Felskeile



FEM (Z_SOIL)



Evolution des efforts normaux dans les ancrages les plus sollicités

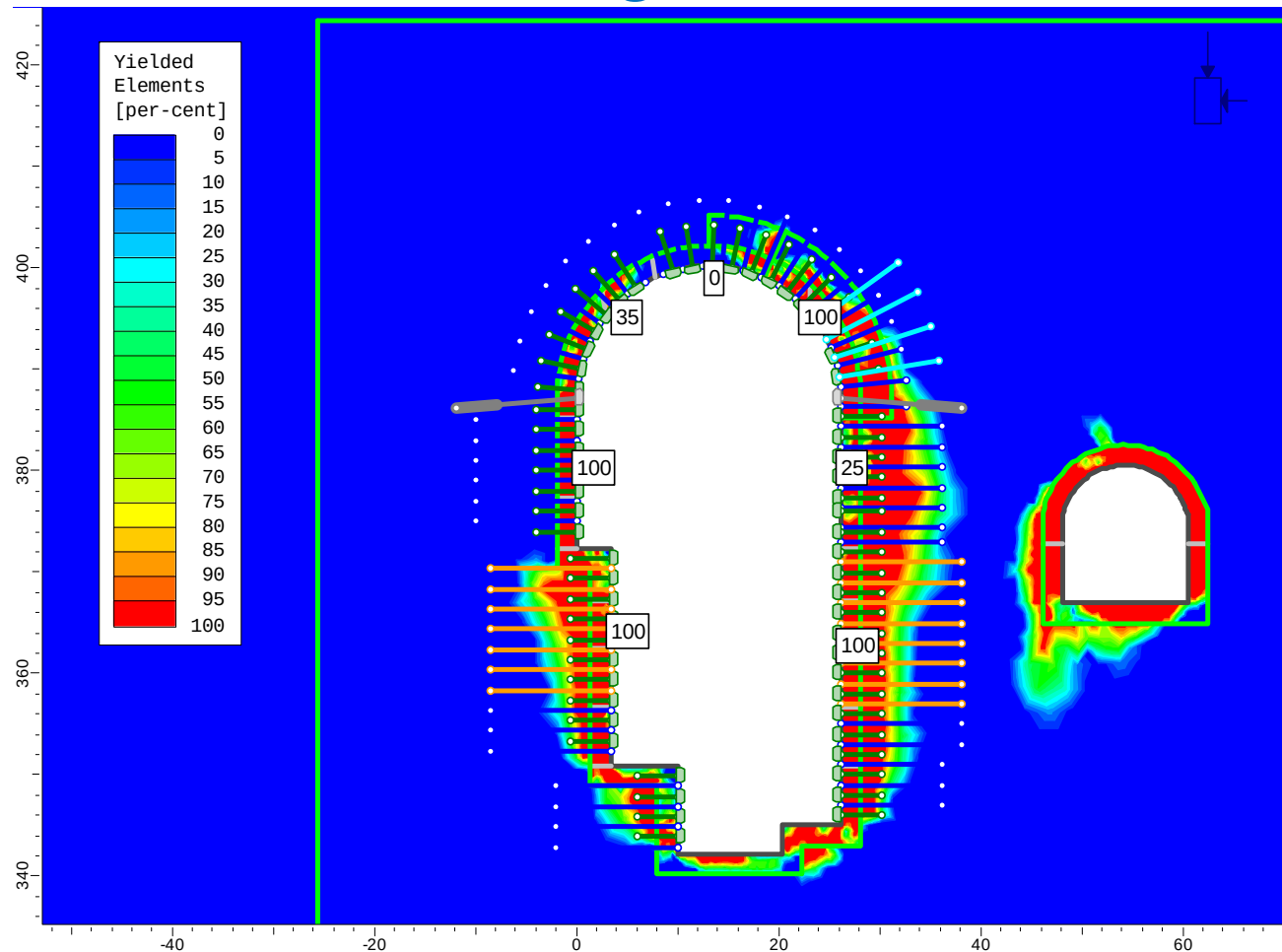


Effort maximal de traction à l'état final : **281 kN**

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

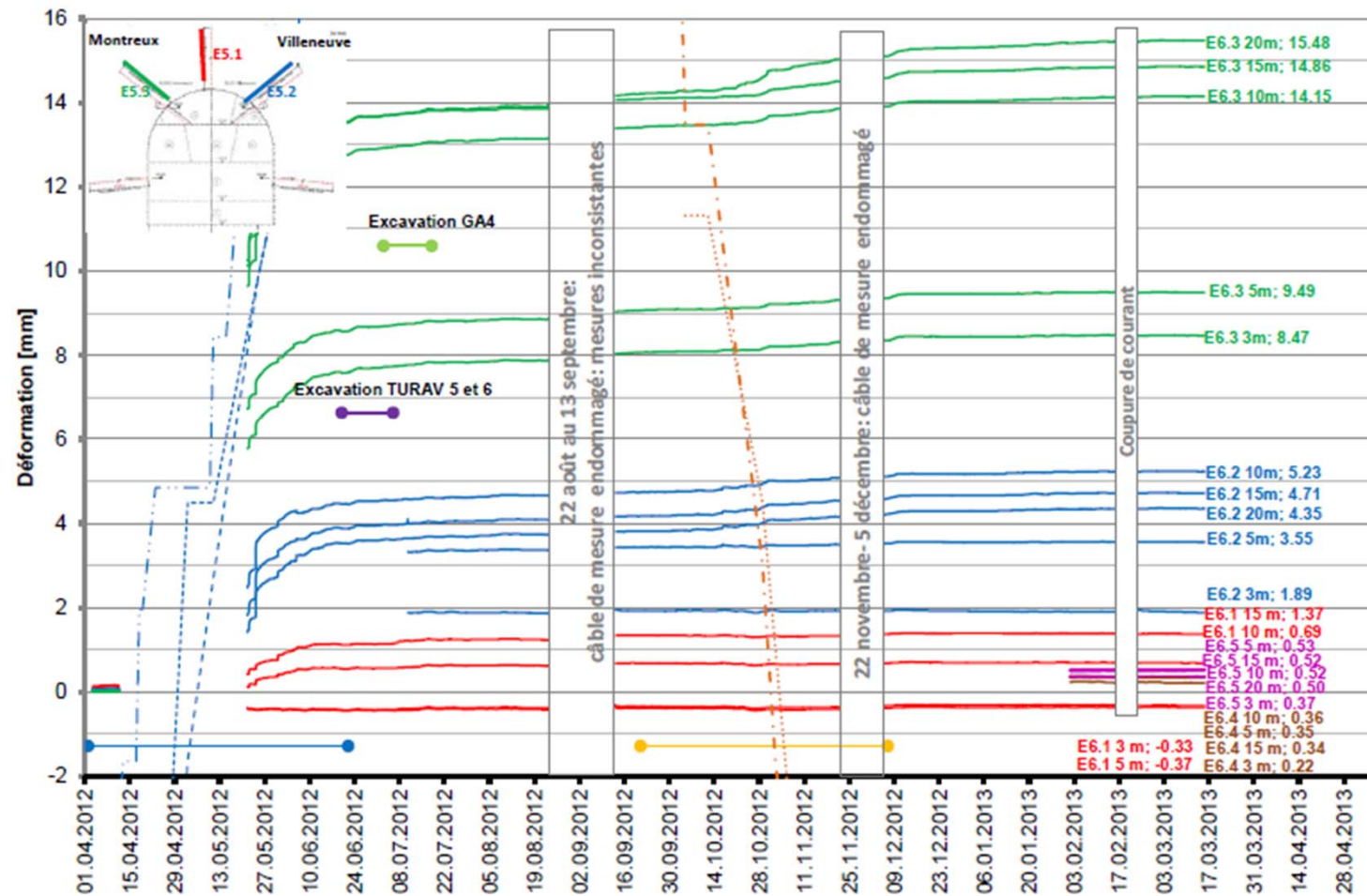
Aktualisierung FEM (Phase 2)

Plastische Verformungen mit GSI = 50



Überwachung - Extensometer

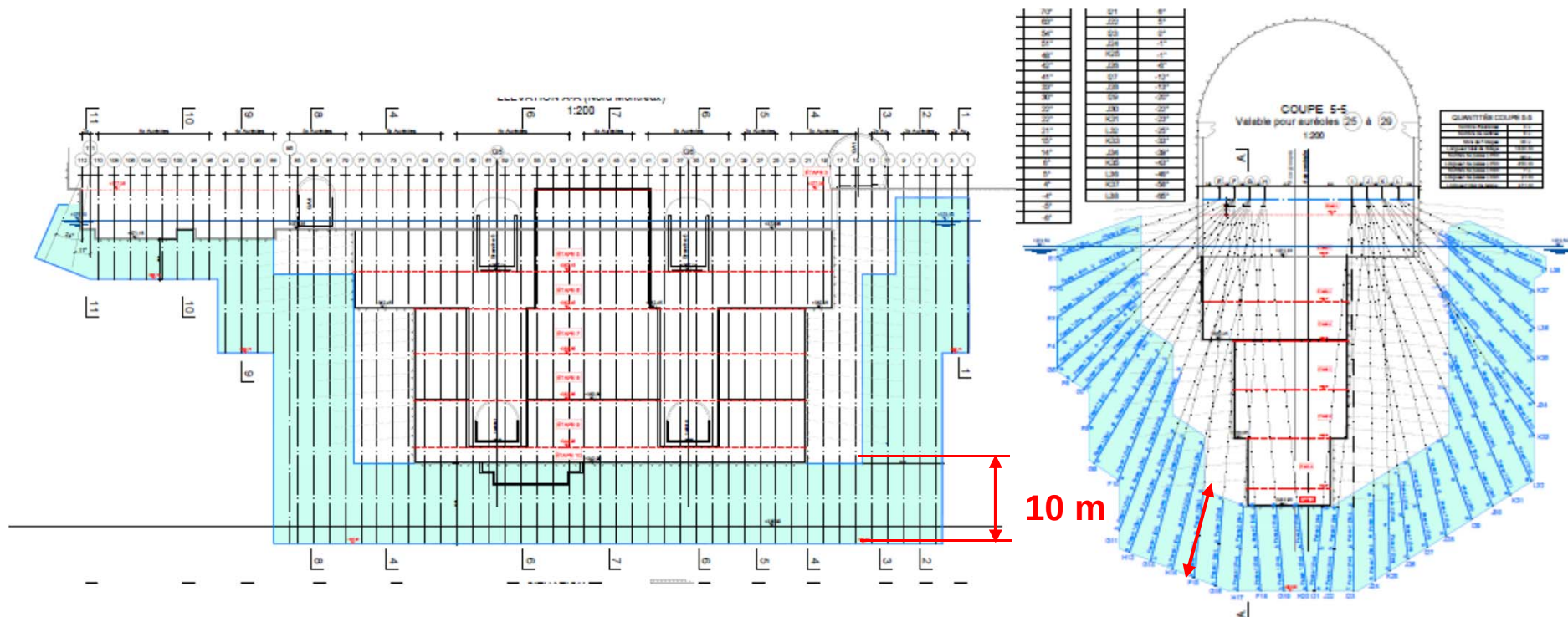
Extensomètres E6 - TM 51 - Etat au 15.03.2013



Zentralenkaverne - Injektionen

Ausführungsprojekt

Raster: 2 x 2 m = 1 Bohrung / 4m²



Zentralenkaverne – Injektionen

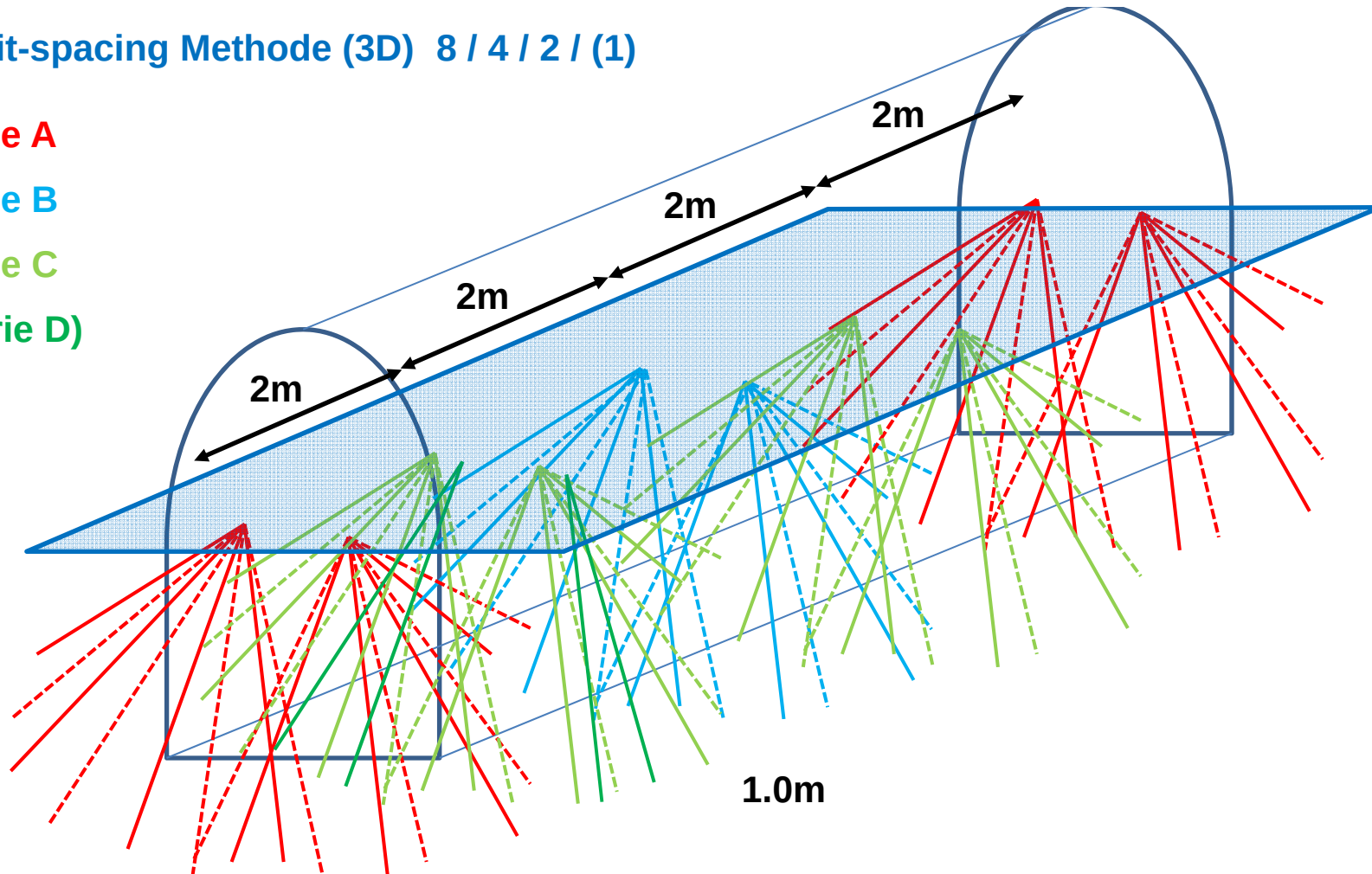
Split-spacing Methode (3D) 8 / 4 / 2 / (1)

Serie A

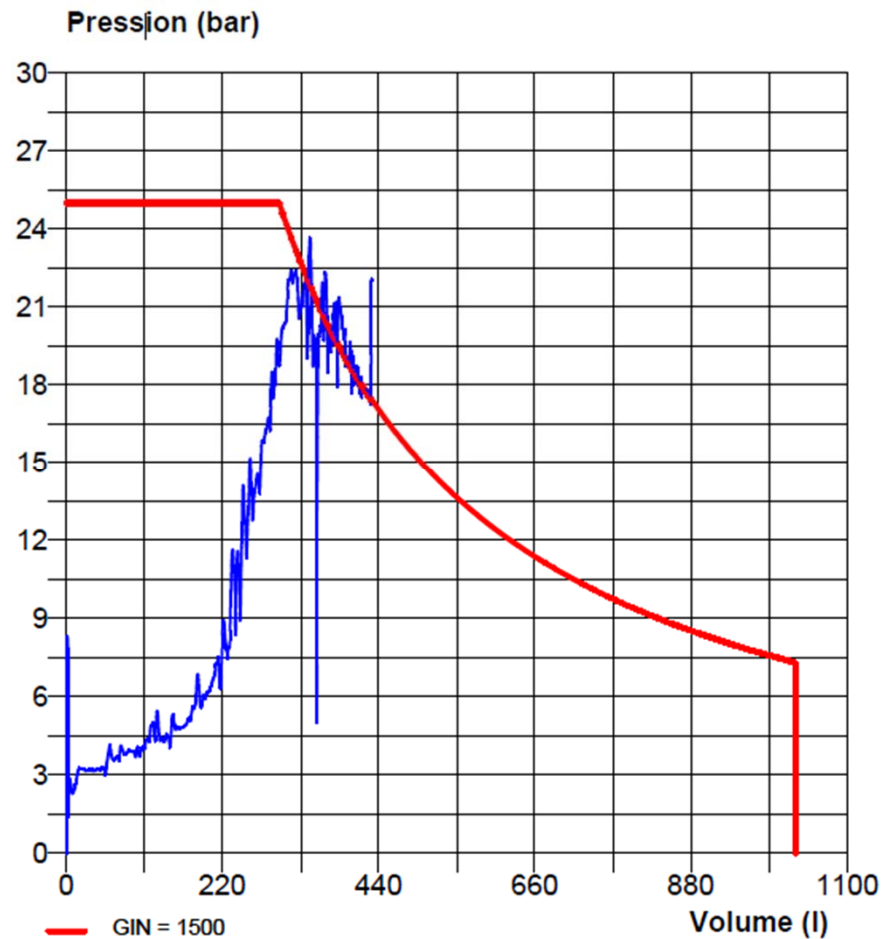
Serie B

Serie C

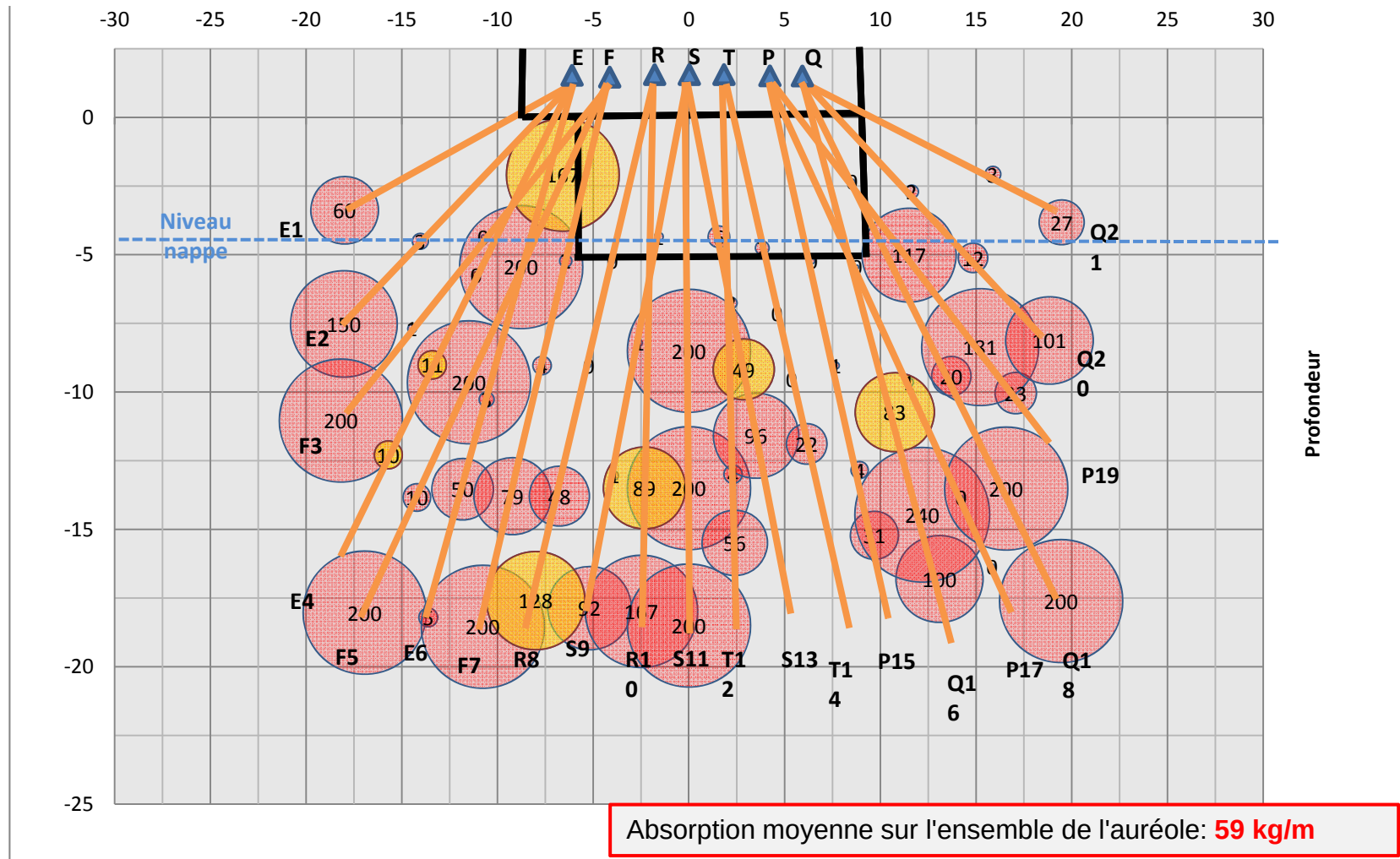
(Serie D)



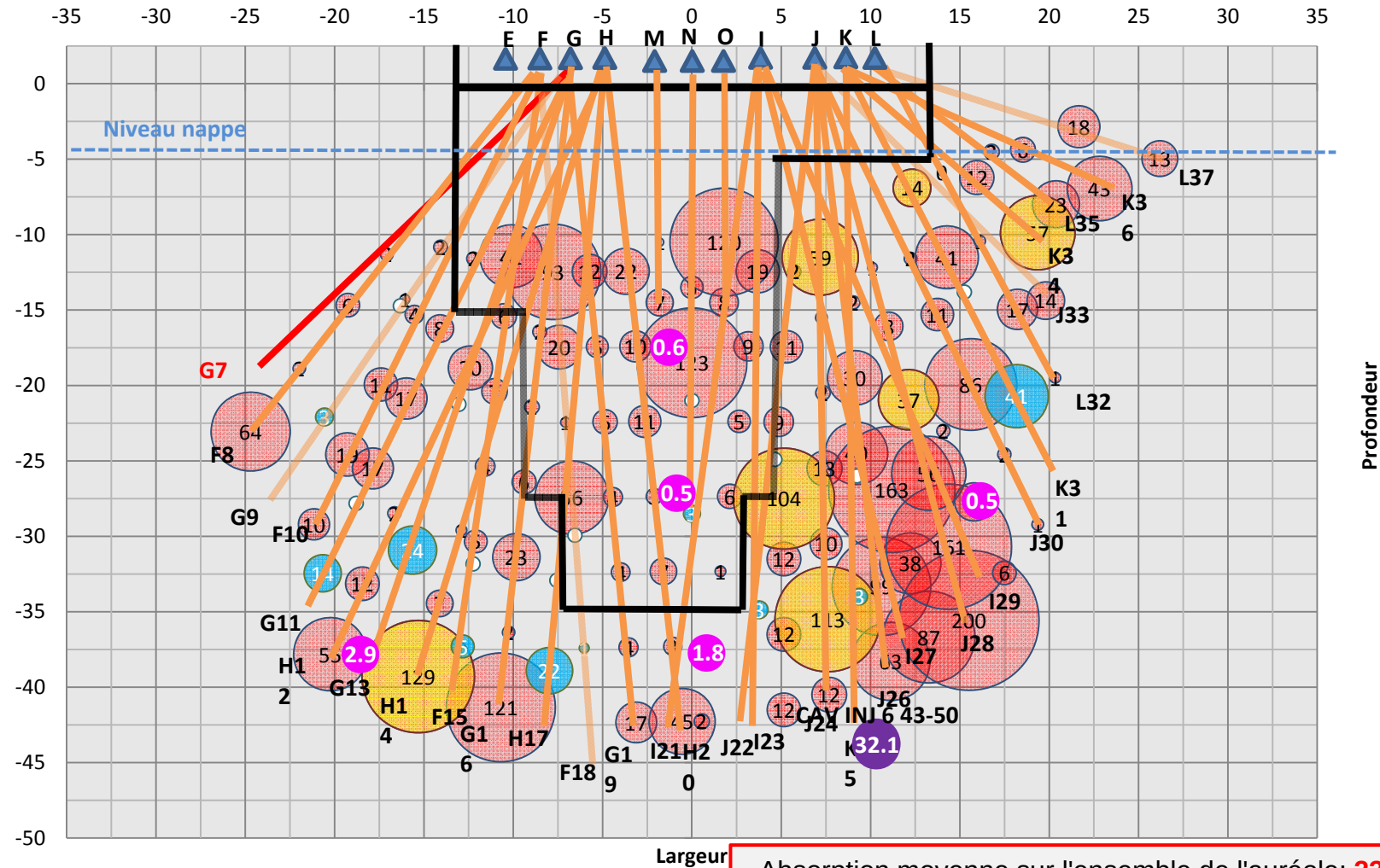
GIN Methode



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





Niveau de la nappe fissurale = Grundwasserspiegel ?

Barre d'ancrage = Zugglied

Déformations = Verformungen

dehnungen=extensions

Déplacements = Verschiebungen verformungen

Suintements d'eau = Wasseraustritte

/Versickerung/Durchsickerung?