

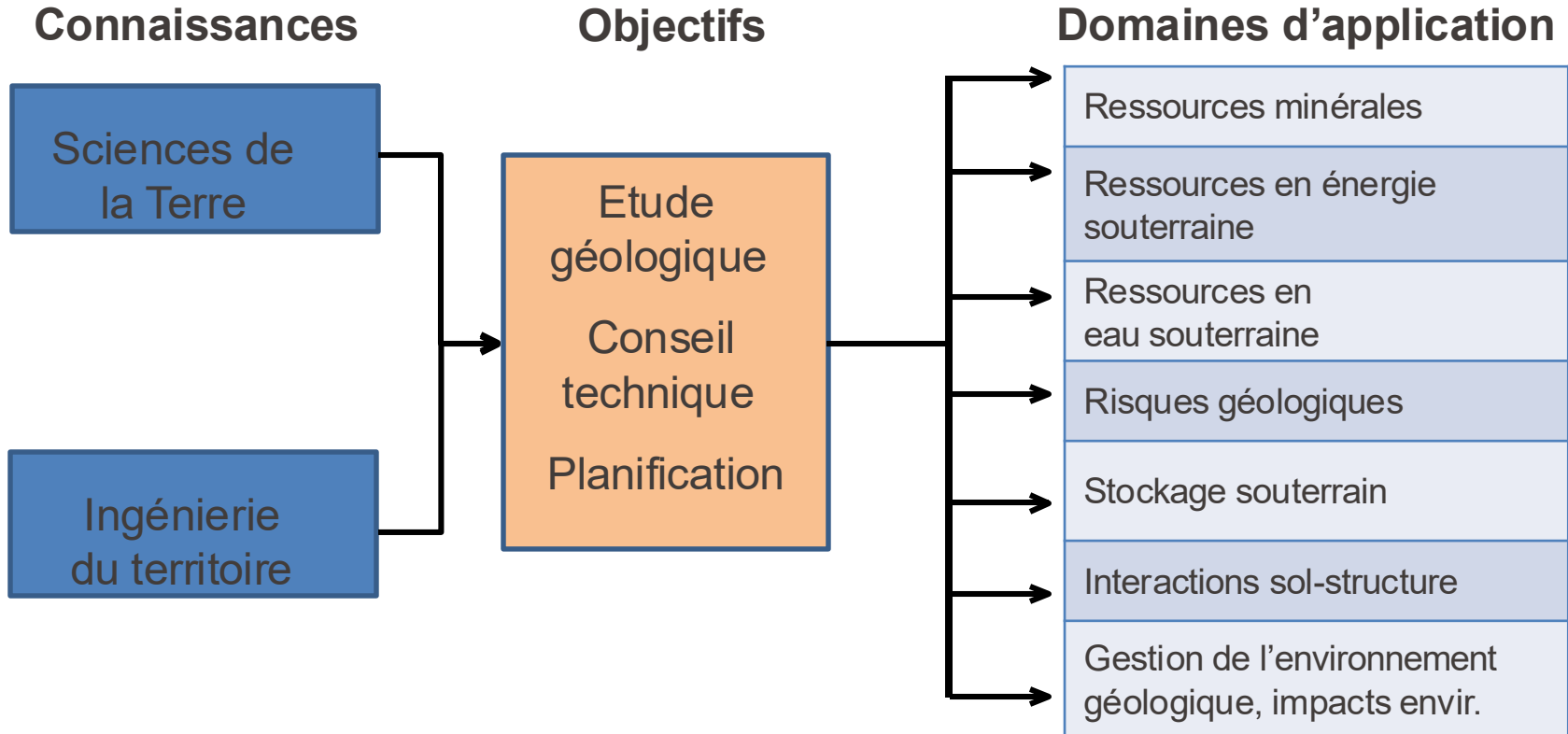


Géologie pour l'ingénieur

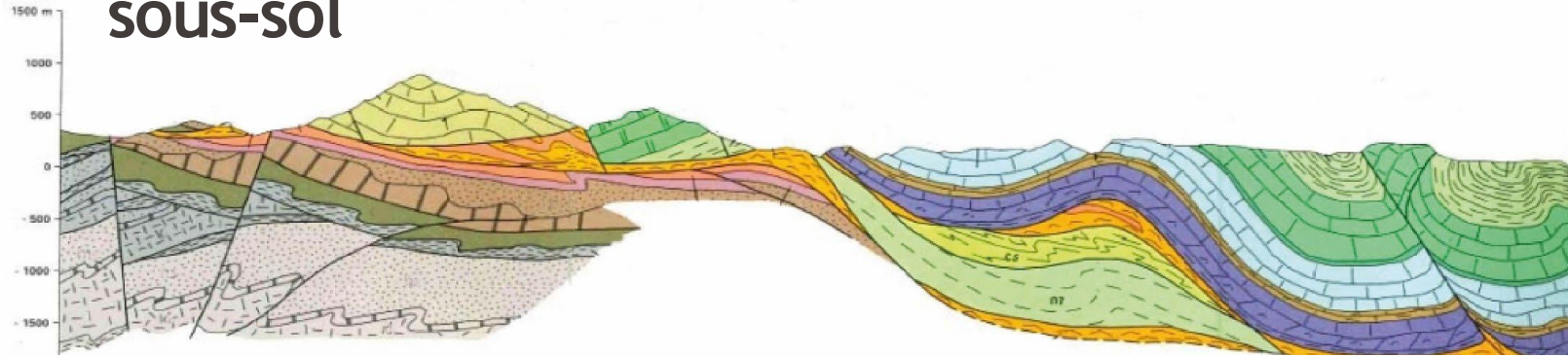
Cours Géologie Ba2
Numéro 1

- Faire connaître et apprendre à analyser les processus géologiques qui conduisent à la création, la déformation et l'altération des roches.
- Etudier la nature des terrains et roches ainsi que les leur propriétés (mécaniques, chimiques, physiques)
- Faire comprendre comment les conditions géologiques influencent (facilitent ou compliquent) les activités de l'ingénieur
- Prendre conscience des richesses du sous-sol. Apprendre à les gérer de manière durable

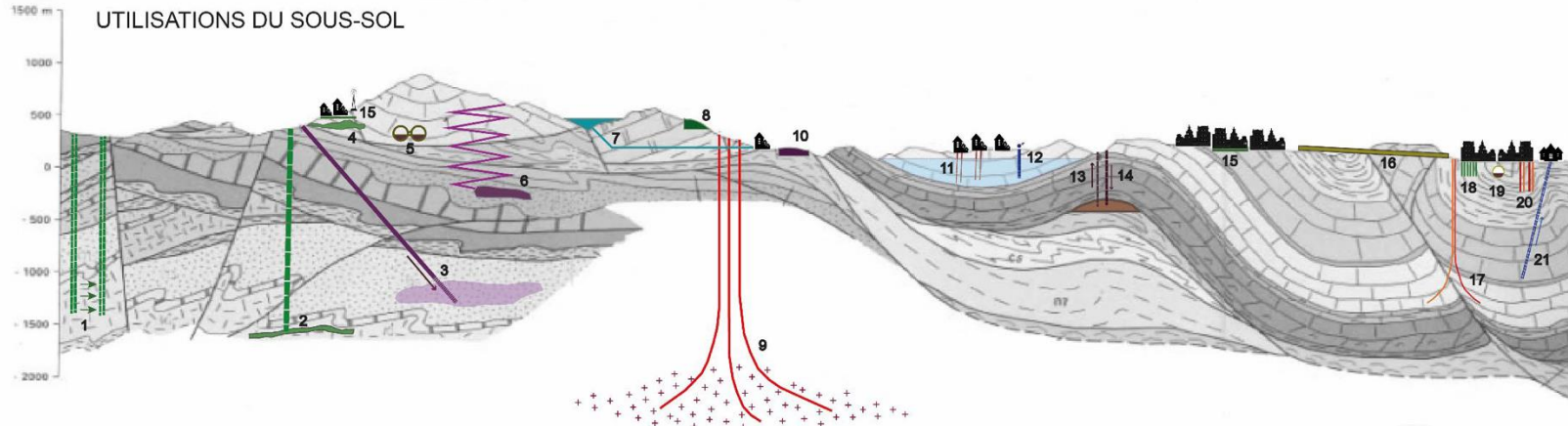
Introduction/géologie de l'ingénieur/ domaines d'application



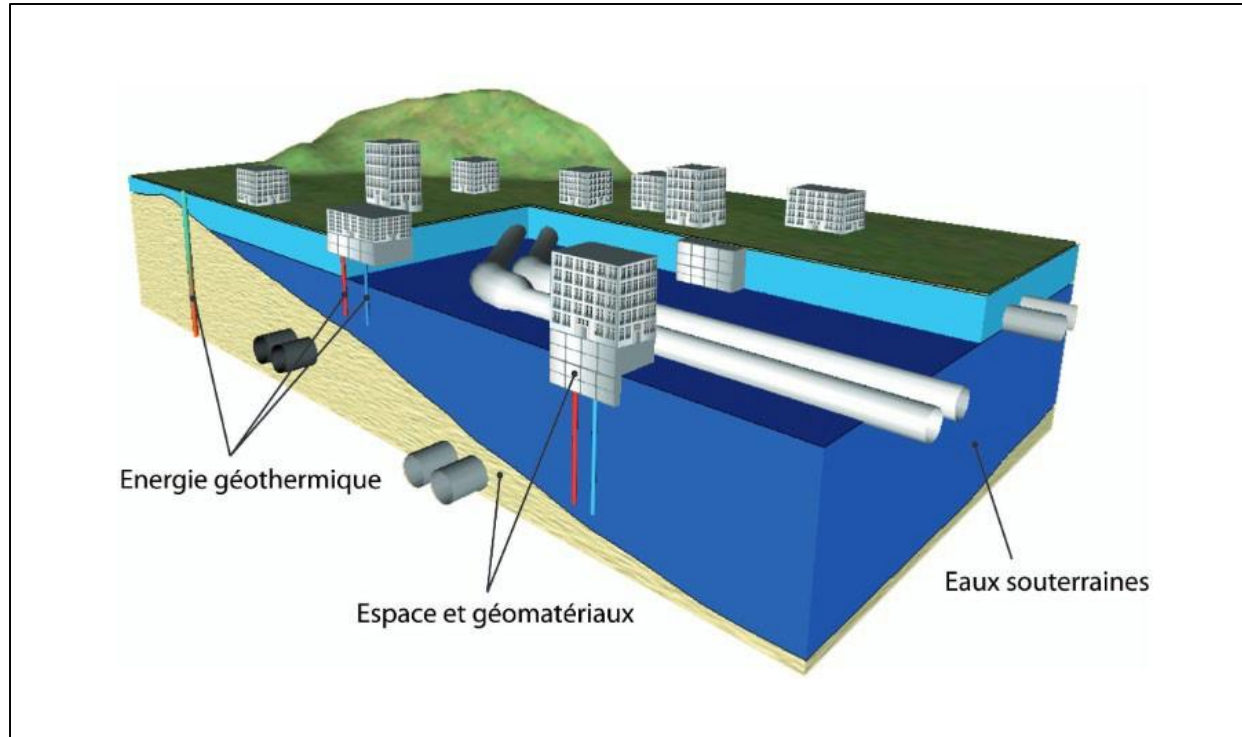
Introduction/géologie de l'ingénieur/utilisation du sous-sol



Source: BRGM

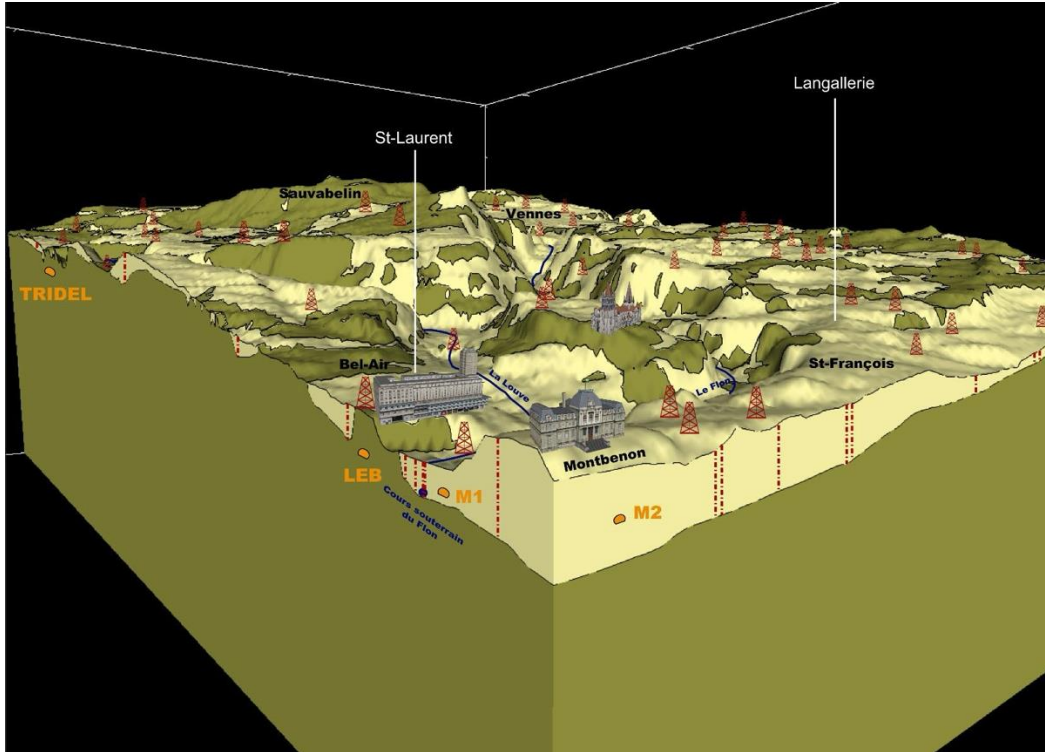


Introduction/géologie de l'ingénieur/utilisation du sous-sol

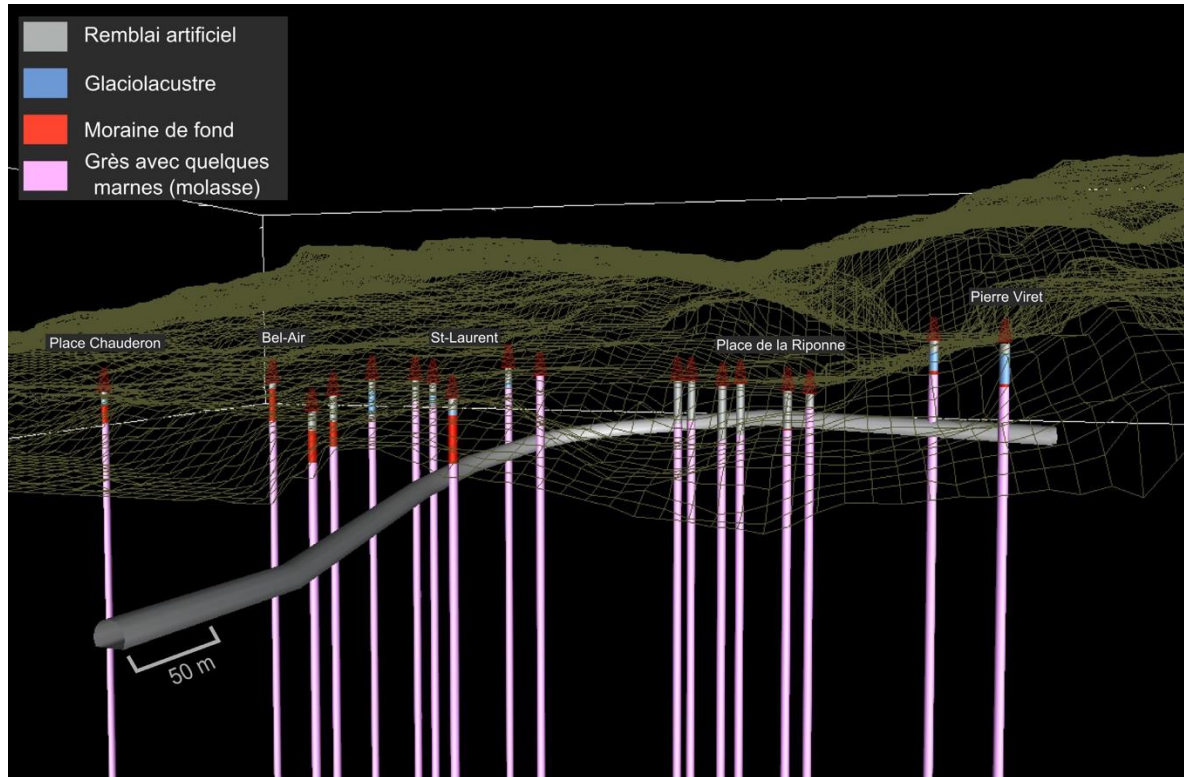


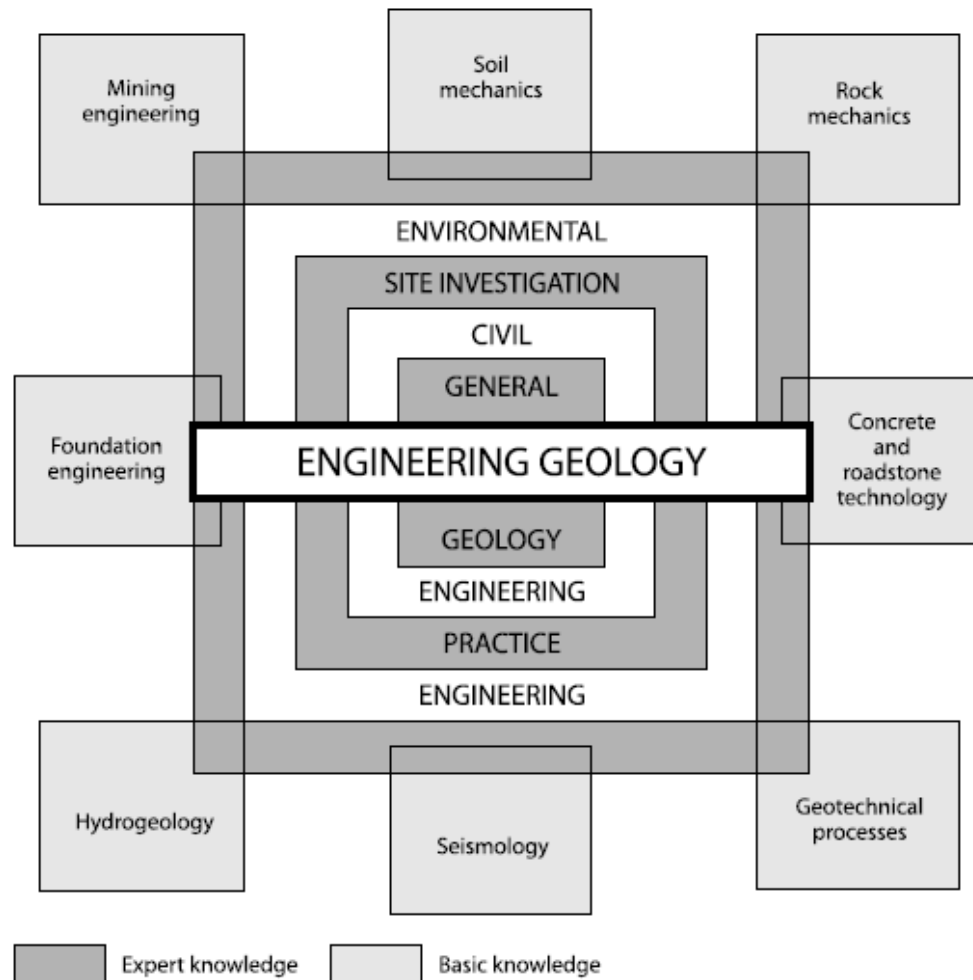
Source: «Projet Deep city», Parriaux & al, 2010

Introduction/géologie de l'ingénieur/exemple sous-sol lausannois



Introduction/géologie de l'ingénieur/exemple sous-sol lausannois





Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Définition de la morphologie, structure, stratigraphie, lithologie des formations géologiques
- Caractérisation des propriétés minéralogiques, physiques, mécaniques, chimiques, hydrauliques des matériaux impliqués dans la construction d'ouvrage / extraction de ressources naturelles.
- Détermination des paramètres à prendre en compte pour l'étude de la stabilité des ouvrages en G.C.
- Modification (amélioration / entretien) de l'environnement

Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Construction d'ouvrages
- Risques naturels
- Ressources géologiques
- (Pollution de l'environnement)

Domaine de la géologie de l'ingénieur

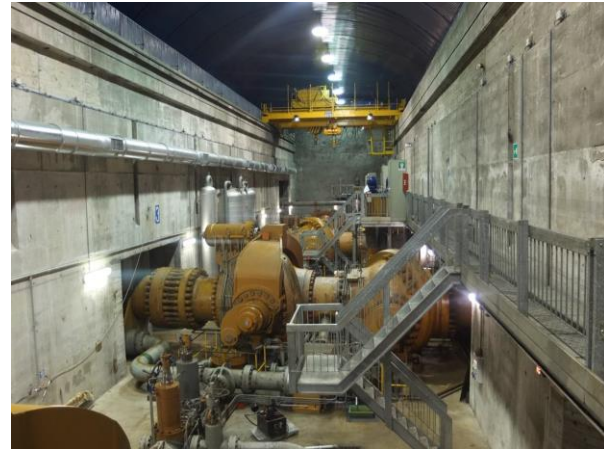
- **Construction d'ouvrages**
 - Choix du site
 - Étude des fondations
 - Insertion dans l'environnement



Pile de pont



Tunnel



Centrale Hydro-électrique

Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Type d'excavation dépend de la situation géologique



Méthode traditionnelle



Tunnelier

Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Stabilisation des ouvrages dépend de la géologie



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Drainage des ouvrages dépend de la situation géologique



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Entrée des ouvrages dépend de la situation géologique (stabilité, chute de bloc)



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Géométrie des barrages en béton est conditionné en fonction du type de roche



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Géométrie des barrages en béton est conditionné en fonction du type de roche



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Problèmes géologiques et hydrauliques liés à la construction des ponts



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Rupture des piles de ponts souvent liée à la géologie



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Le type de terrain est la problématique principale pour les fondations



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Risques naturels
 - Détection
 - Prévention
 - Protection
 - Stabilisation



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Rupture des piles de ponts suite à un tremblement de terre



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Coulée de débris géologiques



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Chute de bloc



- Glissement de terrain



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Inondations



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Rupture de digue.

Quels matériaux géologiques sont utilisés pour la construction?



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Erosion dépend de la nature du sous sol



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Inondation liée à la gestion du territoire



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- **Ressources géologiques**
 - Recherche de gisement
 - Appréciation des gisements
 - Optimisation de l'exploitation



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Minerais



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Eaux souterraine/ assainissement



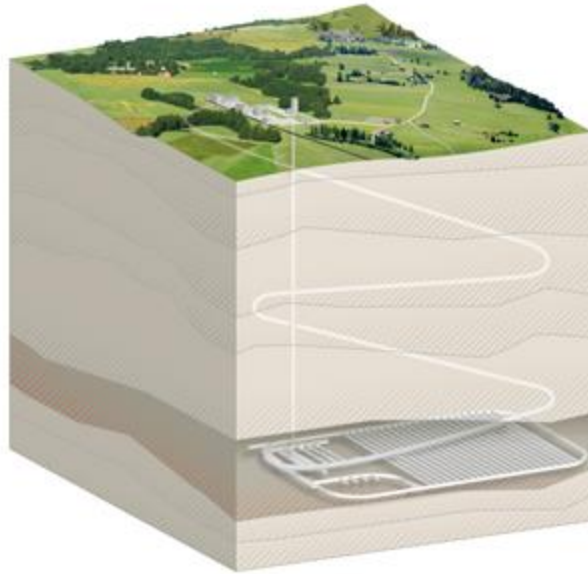
Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Combustibles fossiles



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Combustibles nucléaires



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Energie géothermique



Domaine de la géologie de l'ingénieur

- Pollution de l'environnement
 - Détection
 - Evaluation du risque
 - Protection
 - Réhabilitation



Site contaminé



Eaux naturelles



Stockage des déchets

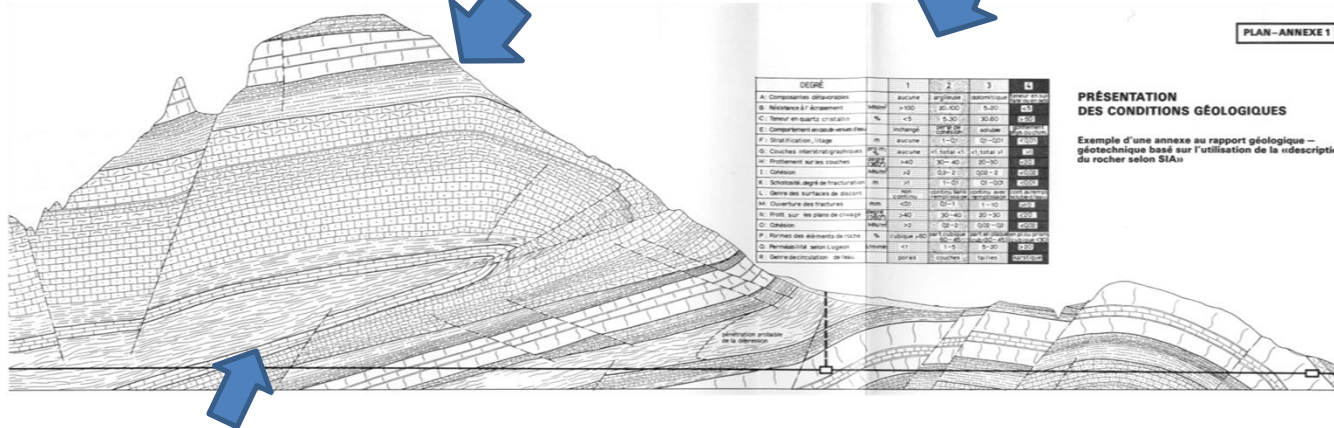
- Objectifs du semestre

Introduction/géologie de l'ingénieur

Détermination des propriétés techniques des roches recoupées par l'ouvrage

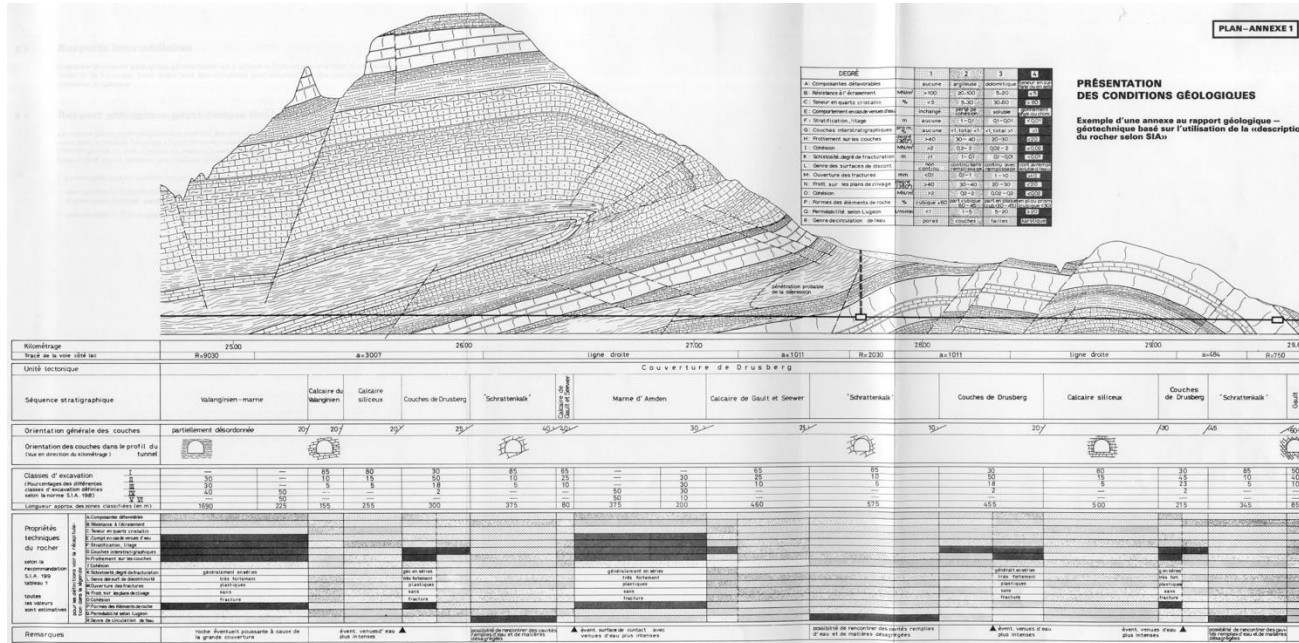
1 - Construction de la géologie

3 - Propriétés techniques des roches





2 - relation ouvrage - géologie

Représentation synthétique des données géologiques et géotechniques liées à un ouvrage ?



Caractérisation du massif rocheux

Kilométrage		2500				260	
Tracé de la voie côté lac		R=9030				a=3007	
Unité tectonique							
Séquence stratigraphique		Valanginien - marne		Calcaire du Valanginien	Calcaire siliceux	Couches de Drusberg	
Orientation générale des couches		partiellement désordonnée		20°	20°	25°	
Orientation des couches dans le profil du tunnel (Vue en direction du kilométrage)							
Classes d'excavation (Pourcentages des différentes classes d'excavation définies selon la norme S.I.A. 198)		I	—	—	85	80	30
		II	30	—	10	15	50
		III	30	—	5	5	18
		IV	40	50	—	—	2
		V VI	—	50	—	—	—
Longueur approx. des zones classifiées (en m)		1690	225	155	255	300	
Propriétés techniques du rocher selon la recommandation S.I.A. 199 tableau 1 toutes les valeurs sont estimatives	pour les définitions voir la récapitulation dans la légende	A. Composantes défavorables					
		B. Résistance à l'écrasement					
		C. Teneur en quartz cristallin					
		E. Compt. en cas de venues d'eau					
		F. Stratification, litage					
		G. Couches interstratigraphiques					
		H. Frottement sur les couches					
		I. Cohésion					
		K. Schistosité, degré de fracturation	généralement en séries				
		L. Genre des surf de discontinuité	très fortement plastiques				
M. Ouverture des fractures	sans						
N. Frott. sur les plans de clivage	sans						
O. Cohésion	fracture						
P. Formes des éléments de roche							
Q. Perméabilité selon Lugeon							
R. Genre de circulation de l'eau							
Remarques		roche éventuel. poussante à cause de la grande couverture		évent. venues' eau plus intenses ▲			

Introduction/géologie de l'ingénieur

Description du rocher (SIA - SN 531 199)

4 groupes de propriétés et 4 degrés d'intensité

- **Roche:** composante défavorables, résistance à l'écrasement, teneur en quartz, forabilité pour un tunnelier, comportement en cas de venues d'eau et d'humidité
- **Discontinuités stratigraphiques du massif rocheux:** stratification /litage, interstrates d'argile/micas, frottement sur les couches (frottement de glissement), cohésion (en cas de glissement)
- **Discontinuités tectoniques du massif rocheux:** schistosité (dist. entre discontinuités)/degré de fracturation, genre de la surface de discontinuité, ouverture des fractures, frottement sur les plans de clivage (frottement de glissement), cohésion (en cas de glissement), formes des éléments de roche
- **Circulation d'eau:** perméabilité selon Lugeon, genre de circulation d'eau

Introduction/géologie de l'ingénieur

Propriétés techniques du massif rocheux

DEGRÉ		1	2	3	4
A: Composantes défavorables		aucune	argileuse	dolomitique	teneur en sulfate ou en sels
B: Résistance à l'écrasement	MN/m ²	>100	20-100	5-20	<5
C: Teneur en quartz cristallin	%	<5	5-30	30-60	>60
E: Comportement en cas de venues d'eau		inchangé	perte de cohésion	soluble	gonflement phys. ou chim.
F: Stratification, litage	m	aucune	1-0,1	0,1-0,01	<0,01
G: Couches interstratigraphiques	pro m; %	aucune	<1, total <1	<1, total >1	>1
H: Frottement sur les couches	degré (360°)	>40	30-40	20-30	<20
I: Cohésion	MN/m ²	>2	0,2-2	0,02-2	<0,02
K: Schistosité, degré de fracturation	m	>1	1-0,1	0,1-0,01	<0,01
L: Genre des surfaces de discont.		non continu	continu sans remplissage	continu avec remplissage	cont av rempl soluble d'eau
M: Ouverture des fractures	mm	<0,1	0,1-1	1-10	>10
N: Frott. sur les plans de clivage	degré (360°)	>40	30-40	20-30	<20
O: Cohésion	MN/m ²	>2	0,2-2	0,02-0,2	<0,02
P: Formes des éléments de roche	%	cubique >60	part cubique 60-45	part en plaque (cub. 30-45)	en pl ou prism (cubique <30)
Q: Perméabilité selon Lugeon	L/m-min	<1	1-5	5-20	>20
R: Genre de circulation de l'eau		pores	couches	failles	karstique

+ autres critères... ?

Difficulté technique augmente

Barrage du Vajont

Pourquoi votre cours de géologie est important !

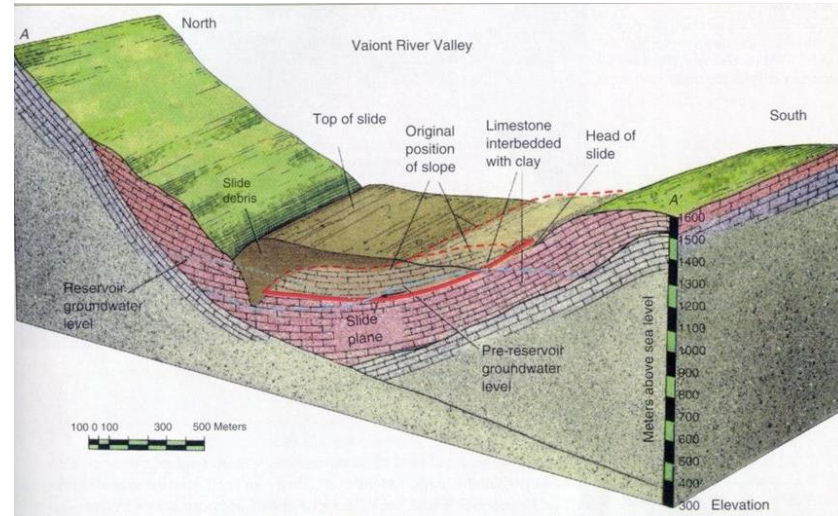


- Riviere Vajont dans les dolomites près de Venise
- Reservoir d'eau → approvisionner la centrale électrique de Soverzene située à une dizaine de km au sud de Longarone.
- Exploitation par SADE, 1957
- Barrage de 262 meters de haut.
- 400 000 m³de roche ont été creusés pour l'ancrage du barrage
- 360 000 m³de béton ont été nécessaires à sa construction.
- 168 715 000 m³ d'eau

Mise en eau...

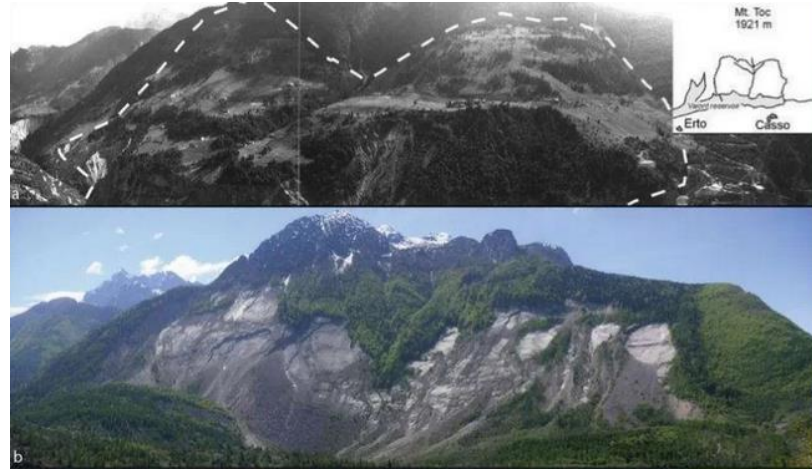
- Février - novembre 1960 : le niveau d'eau dans le réservoir est passé de 580 m à 650 m
- Septembre - novembre 1960 : déplacements d'environ 3,5 cm par jour → abaisser le réservoir jusqu'à 600 m.
- 4-11-1960: glissement rocheux → 700 000 m³ ont glissé dans le lac en environ dix minutes
- En 1962 le réservoir s'est élevé à 700 m.
- En 1963, il a oscillé lentement entre 700 et 650 et est revenu à 713, n'atteignant jamais la crête du barrage (à 722,5).

- Glissements de terrain fréquents, plusieurs cm/ jour
- **Les ingénieurs ont ignoré la géologie locale!**



Glissement de terrain

- 9 octobre 1963
- Glissement de terrain de 260 000 000 m³
- Rempli le réservoir en 45 seconds
- Glissement de 3km de long sur le flanc du mont TOC



- Megatsunami de 46 m de haut
- Villages de Langarone, Pirago, Rivalta, Villanova and Fae sont détruits
- environ 2000 Personnes sont mortes



LE BARRAGE A SURVECU!

Mais ... les ingénieurs et créateurs
du projet ont été condamnés





487 = Ce sont Les enfants de moins de 15 ans qui sont morts non pas **par négligence mais par faute**