



COMMISSION DE SUIVI ET D'INFORMATION
PROJET DE GÉOTHERMIE PROFONDE - HAUTE-SORNE

GÉOTHERMIE PROFONDE À HAUTE-SORNE



Commission de suivi et d'information (CSI)

14 décembre 2023

ORDRE DU JOUR

Invité : Prof. Brice Lecampion, EPFL

1. Accueil et approbation de l'ordre du jour	5'
2. Adoption des procès-verbaux des séances du 9 octobre 2023 et du 9 novembre 2023	5'
3. Informations du bureau et des membres de la CSI	15'
4. Débriefing des séances du 9 octobre et du 9 novembre 2023	25'
5. Programme de la séance du 29 janvier 2024	10'
<i>Pause</i>	<i>15'</i>
6. Présentation des travaux d'aménagement	15'
7. Première information sur la thématique « Processus de stimulation hydraulique et création/amélioration d'un réservoir en profondeur »	35'
8. Divers	5'
9. Conclusion	5'

Fin de séance prévue à 19h15, suivie d'un apéritif.

ACCUEIL ET APPROBATION DE L'ORDRE DU JOUR



Pascal Mahon, président de la CSI

NOUVELLE COMPOSITION DE LA CSI

Entités	Titulaires	Suppléant.e.s
Canton du Jura	Quentin Theiler Pierre Brulhart	Jean Fernex
Geo-Energie Jura SA	Peter Meier Olivier Zingg	Fabien Christe Raymi Castilla
Conseil communal de Haute-Sorne	Eric Dobler Olivier Chèvre	
Conseil communal de Boécourt	Patrizia Monastra	Nicolas Wiser
Conseil communal de Saulcy	Christophe Wermeille	Nicolas Hulmann
OFEN	Nicole Lupi	Regula Petersen
CCIJ	Pierre-Alain Berret	
FER-Arcju	Patrick Riat	Vincent Gigandet
AJPF	Marie-Hélène Brandon	
Pro Natura Jura	<i>Vacant</i>	
WWF Jura	Céline Barrelet	Marc Ribeaud
Association Citoyens responsables Jura	<i>Vacant</i>	
AgriJura	Marc Kury	
Association Géothermie Jura	Gérard Struchen	André Irminger
Représentants des citoyennes et citoyens de Haute-Sorne	Désignés par le Conseil général	Désignés par le Conseil général

→ [Arrêté du Département de l'environnement du 4 décembre 2023 disponible sur le site de la CSI](#)

ADOPTION DES PROCÈS-VERBAUX DE LA SÉANCE DU 9 OCTOBRE 2023 ET DE LA SÉANCE PUBLIQUE DU 9 NOVEMBRE 2023



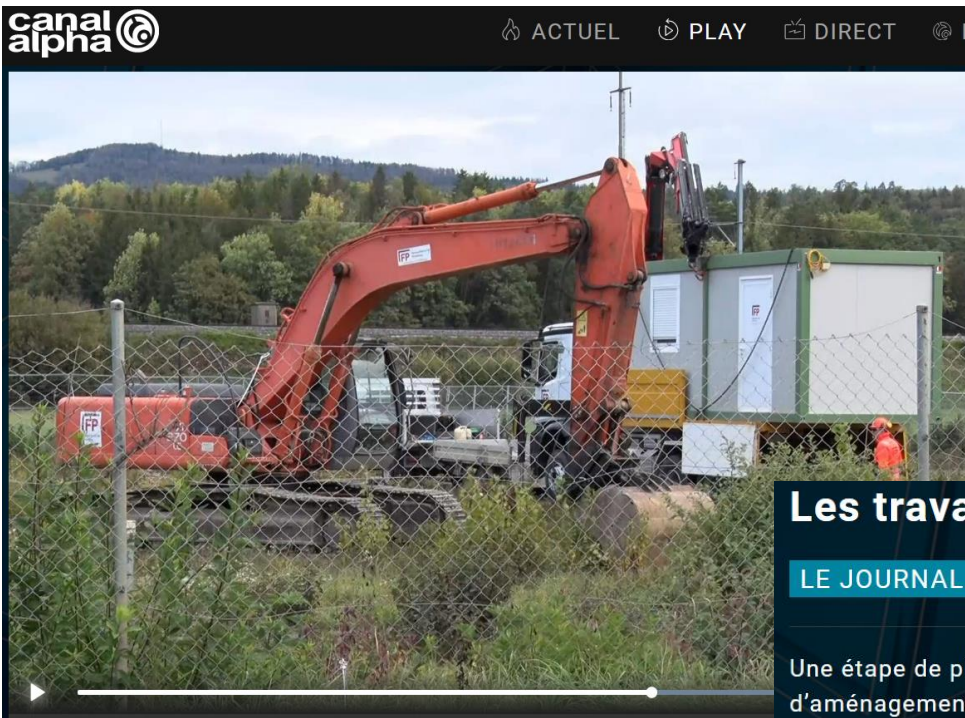
Pascal Mahon, président de la CSI

INFORMATIONS DU BUREAU ET DES MEMBRES DE LA CSI



Pascal Mahon, président de la CSI

PRINCIPALES ACTUALITÉS



DELEMONT (DISTRICT) - 27.10.2023 17:30
Géothermie: la commune de Haute-Sorne évalue la demande qui lui a été faite de suspendre les travaux
La juriste de la commune transmettra son préavis en début de semaine prochaine.

DELEMONT (DISTRICT) - 03.11.2023 18:03
L'exécutif de Haute-Sorne n'ordonne pas l'arrêt des travaux sur le site du projet de géothermie

Les opposants à la géothermie en Haute-Sorne ont fait appel à un ingénieur pour valider leurs propos



11.10.2023 18:15

SÉANCE D'INFORMATION INTER-DISTRICTS

ENTRÉE LIBRE
Réservation des places possible mais pas obligatoire (envoyer message à crjsuisse@gmail.com)

Les travaux du site de forage à Haute-Sorne débutent

LE JOURNAL | mercredi 25 octobre | 18:30 | Delémont | Energie

Une étape de plus pour le projet de géothermie profonde à Haute-Sorne. Les travaux d'aménagement du site de forage ont commencé aujourd'hui. Cette phase consiste uniquement à la préparation pour le forage d'exploration et se limite à du génie civil, décapage du sol, creusage, remblayage, goudronnage et bétonnage. Geo-Energie Suisse et Geo-Energie Jura indiquent, qu'à ce stade des travaux, il n'y a aucun risque sismique. Ces travaux préparatoires devraient durer jusqu'en avril 2024. Le forage d'exploration devrait débuter juste après.

Mardi
10.10.23
à 19h00



plus d'infos
www.crjsuisse.ch



Depuis près de 10 ans, CRJ, une association à but non lucratif, prouve que ce projet expérimental représente un danger pour le Jura, ses habitants, son environnement et ses entreprises.
Vous serez choqué(e)s par les révélations troublantes de CRJ !

L'ASSOCIATION
CITOYENS RESPONSABLES JURA (CRJ)

opposée à l'expérimentation de géothermie profonde petrothermale prévue en Haute-Sorne

vous invite à une **présentation de son argumentation face au projet** accompagnée d'échanges questions-réponses

AVEC LA PRESENCE DE

JEAN-CHRISTOPHE HADORN
INGÉNIEUR EPFL
MBA HEC

Nous nous réjouissons de vous voir nombreuses et nombreux.

Nous sommes tous bénévoles. Soutenez nos actions en faisant un don. Merci !



Datum: 07.12.2023



GEOTHERMIE

Fegefeuer im Untergrund

Im Kanton Jura soll ein Kraftwerk mit Wärme aus dem Erdinnern Strom produzieren. Viele wehren sich dagegen; die Linke ist gespalten. Es geht um die Frage, ob Tiefengeothermie sicher ist – aber noch um viel mehr.

VON BETTINA DYTTRICH (TEXT) UND SIMON BRETSCHER (ILLUSTRATIONEN)

SUGGESTION VIA LE SITE DE LA CSI

Sujet	Valeurs immobilières.
Contexte (expliquez brièvement les motifs de votre suggestion)	Influence du projet de Géothermie sur les valeurs immobilières.
Suggestion	Bonjour, Serait-il possible de faire une évaluation par un organisme indépendant de l'influence du projet de géothermie sur les valeurs immobilières des bâtiments situées dans le périmètre de 2,5 km autour de la future centrale géothermique. Merci d'avance pour votre prise de position sur ma proposition. Salutations.
Page ID	18516
Page Title	Vos suggestions

Convention du 15 juin 2015

ARTICLE 2 – COMMISSION DE SUIVI ET D'INFORMATION

1. Les Parties constituent une Commission de suivi et d'information, sur la base du groupe d'accompagnement constitué en 2013.
2. La Commission de suivi et d'information est une plate-forme d'information et de dialogue ayant pour but d'assurer la transparence dans les phases de planification, d'autorisation, de construction, d'exploitation et de démontage de la Centrale géothermique. Elle vise en particulier à la prise en compte des préoccupations des parties et de la population.

21.2 Commission de suivi et d'information

21.2.1 Fonction et pouvoirs : Conformément à la Convention de collaboration (art. 2), les Parties constituent une Commission de suivi et d'information (**CSI**) fonctionnant comme la plate-forme principale de dialogue et d'échange d'opinions sur le Projet, poursuivant les buts suivants :

- Assurer la transparence entière du Projet et de ses phases ;
- Entendre et clarifier les positions controversées ou les questions factuelles relatives au Projet à travers un processus de dialogue ;

Convention du 17 juin 2022

DEBRIEFING DES SÉANCES DU 9 OCTOBRE ET DU 9 NOVEMBRE 2023



Pascal Mahon, président de la CSI

- Compte-rendu sur le site via le lien suivant :

<https://www.csi-hautesorne.ch/fr/Contenus/Seances-de-la-CSI/Seances-de-la-CSI.html>



JURA - 09.10.2023 21:49

Très faible participation de l'industrie à une séance de la Commission de suivi sur la géothermie

La huitième séance de la Commission de suivi et d'informations sur le projet de géothermie n'a pas attiré les représentants de l'industrie.

- Compte-rendu sur le site via le lien suivant :

<https://www.csi-hautesorne.ch/fr/Contenus/Seances-de-la-CSI/Seances-de-la-CSI.html>



GÉOTHERMIE - 09.11.2023 23:45

Bel exercice de transparence pour la Commission de suivi du projet de géothermie en Haute-Sorne

La CSI, Commission de suivi et d'information du projet de géothermie profonde, a tenu jeudi soir sa première réunion publique à Courfaivre.

PROGRAMME DE LA SÉANCE DU 29 JANVIER 2024



Pascal Mahon, président de la CSI

1^{ER} SEMESTRE 2024 : CALENDRIER



PROPOSITION DE CALENDRIER DES SÉANCES

Séance 11 : Lundi 29 janvier 2024 à 16h45 (Aula de l'école primaire de Bassecourt)

Bilan annuel, comptes et vision future – rythme, structure et contenu des séances

Séance 12 : Lundi 18 mars 2024 à 16h45 (Aula de l'école primaire de Bassecourt)

Programme à définir le 29 janvier

Séance 13 : Lundi 29 avril 2024 à 16h45 (Aula de l'école primaire de Bassecourt)

Programme à définir le 29 janvier

Séance 14 : Lundi 17 juin 2024 à 16h45 (Aula de l'école primaire de Bassecourt)

Programme à définir le 29 janvier

Travaux à entreprendre :

- Suivi de la gestion de l'eau (besoins, utilisation et rejets)
- Question de l'assurance RC (de 100 millions de francs) à approfondir
- Suivi de la mise en place du réseau d'enregistrement des ondes sismiques
- Approfondir la connaissance des intervenants du projet (entreprises, assurances, etc.)
- Clarification du système de haute-surveillance du projet
- Suivi de la nature, du transport et de la gestion des matériaux extraits du sous-sol

Thèmes non encore abordés en séance :

- Etablir avec succès un dialogue entre les parties prenantes
- Le projet de géothermie : quels financements, quelles retombées ?
- Programme d'établissement des preuves
- Respect ou déni démocratique ?
- Plans d'intervention
- Phase d'exploitation
- Compensations environnementales
- Information sur la thématique « Radioactivité »

PAUSE DE 15 MINUTES



PRÉSENTATION DES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT



Olivier Zingg, chef de projet Suisse romande,
Geo-Energie Suisse

Peter Meier, PDG, Geo-Energie Suisse

Le projet de géothermie de Haute-Sorne

Séance de la Commission de Suivi et d'Information (CSI)
14 décembre, 2023 Bassecourt

Olivier Zingg, Chef de projet
Dr. Peter Meier, CEO Geo-Energie Suisse AG



Travaux en cours et à venir – Etablissement des preuves

- ❑ **Protocoles de fissures individuels sur requête** → 99% de relevés extérieurs sont achevés. Les relevés intérieurs dans le cas d'isolation périphérique ont débuté (250-300 objets) et se poursuivront en 2024
- ❑ **Bâtiments représentatifs (Procédure d'évaluation par analogie des biens)** → en cours de planification. Relevés prévus d'ici fin avril 2024.
- ❑ **Bâtiments présentant une « sensibilité accrue et une grande valeur »** → en cours de planification. Relevés prévus d'ici fin avril 2024.



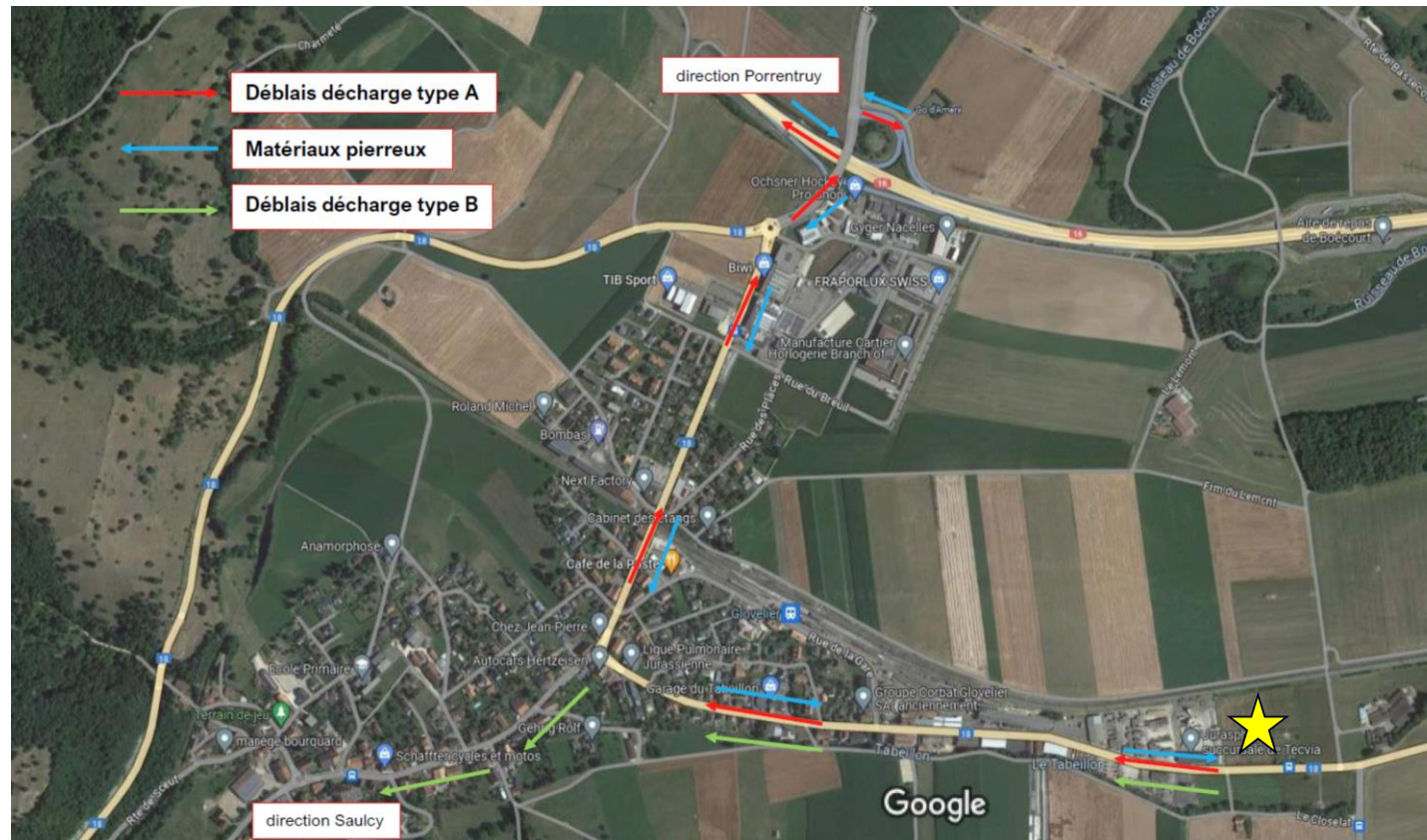
Travaux en cours et à venir – Place de forage

- ❑ Travaux de génie civil en cours depuis le 25 octobre: décapage des sols, remblayages, raccords aux réseaux
- ❑ Progression plus lente due aux mauvaises conditions météorologiques
- ❑ Suivi environnemental de réalisation (SER) et contrôle de l'office de l'environnement (ENV)
- ❑ Arrêt du chantier durant les fêtes de fin d'année
- ❑ Sécurité : barrières de chantier et agents de sécurité.

- ❑ **Prochains travaux:**
 - ❑ Fonçages des palplanches pour la construction des caves de forage
 - ❑ Pose des tubes-guides avec une foreuse à tarière (profondeur 8 m)
 - ❑ Installation d'une clôture fixe



Travaux en cours et à venir – Place de forage / déchets de chantier

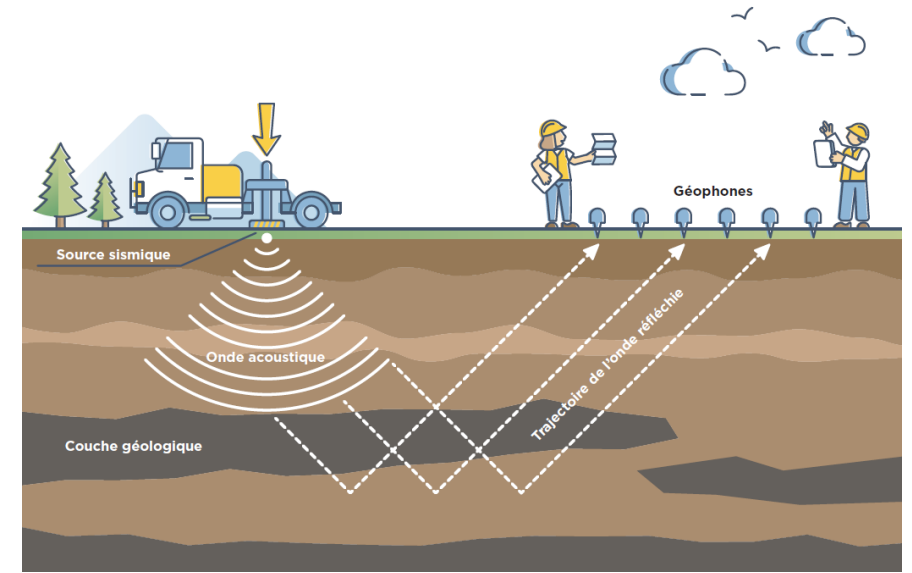


- ❑ Matériaux d'excavation (décharge type A) → Direction Porrentruy
- ❑ Matériaux inertes (décharge type B) → Direction Saignelégier
- ❑ Transports: prise en compte des horaires des écoles de Glovelier

Travaux en cours et à venir – Géophysique

Campagne de sismique-réflexion 2D → Dès février 2024

- ❑ Dispositif: camions vibreurs et géophones autonomes (sans fil)
- ❑ Mesures prévues de nuit afin d'augmenter la qualité des données (améliorer le rapport signal / bruit ambiant) et perturber le trafic au minimum



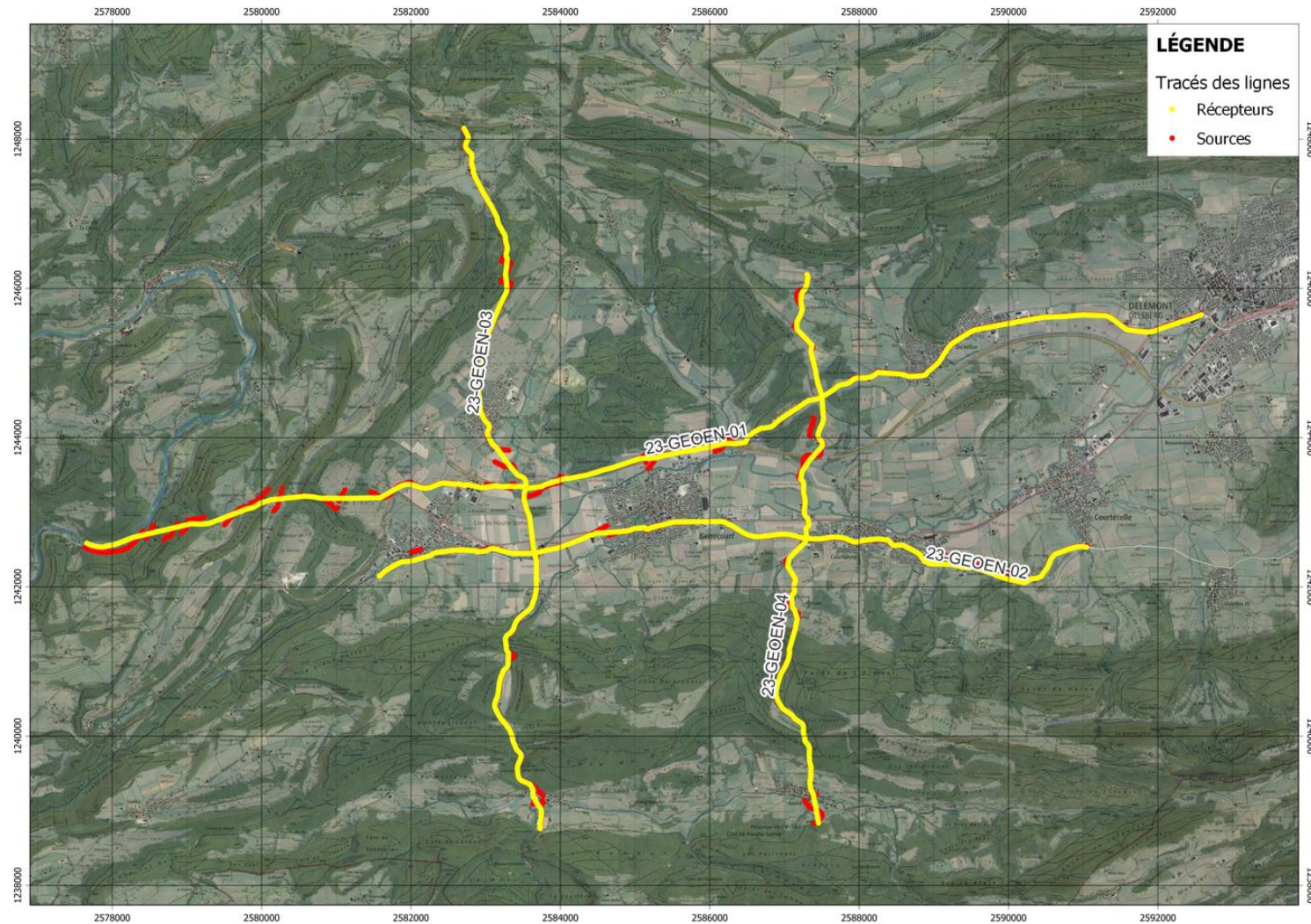
Campagne tomographie sismique passive → Dès février 2024

- ❑ Collaboration avec l'Université de Genève
- ❑ Dispositif: méthode passive: géophones autonomes (sans fil)

- Ces deux méthodes se complètent pour offrir une image des structures du sous-sol → réduction des risques

Travaux en cours et à venir – Géophysique

Tracés envisagés des profils de sismique réflexion



Calendrier de la phase d'exploration

Projet de géothermie de Haute-Sorne

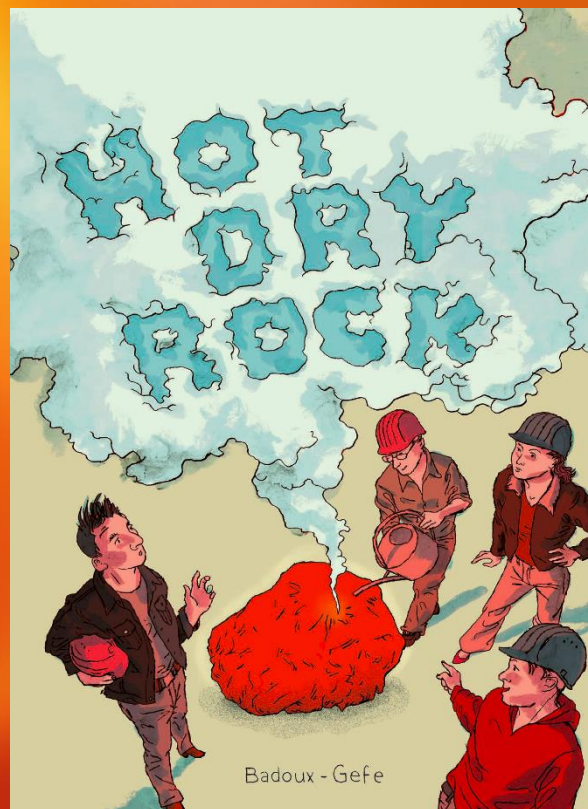
Phase d'exploration

Etat de la planification au 14 décembre 2023



	2023												2024																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
Site de forage																																		
planification, adjudications, travaux préparatoires	■																																	
construction													■																					
Suivi environnemental																																		
planification, travaux préparatoires	■																																	
mise en œuvre durant la construction et le forage													■																					
Monitoring sismique (réseau de surface)																																		
planification - autorisations	■																																	
installation, construction													■																					
exploitation (stations provisoires et définitives)													■																					
Risque sismique																																		
Evaluation continue du risque avec nouvelles données	y.c. Bedretto, FORGE ■																																	
Etablissement des preuves																																		
planification, travaux préparatoires	■																																	
mise en œuvre systématique protocoles individuels													■																					
mise en œuvre bâtiments représentatifs / RBC / industrie													■																					
Géophysique																																		
Tests instruments monitoring	■																																	
Sismique hybride (chute-de-poids, acquisition 4 jours)					■				■																									
Sismique 2D (vibrosismique, acquisition 2-3 s)													■																					
Sismique 3D (vibrosismique, acquisition 3-4 s)													■																					
Sismique passive (ANT avec Uni GE, planification)													■																					
Sismique passive (ANT avec Uni GE, acquisition 1 m)													■																					
Interprétation et intégration des résultats													■																					
Forage d'exploration																																		
planification	■																																	
forage et mesures													■																					
tests de stimulation																																		

Centre de compétence suisse
en géothermie profonde pour
la production d'électricité et de chaleur



Merci pour votre attention!

PREMIÈRE INFORMATION SUR LA THÉMATIQUE
"PROCESSUS DE STIMULATION HYDRAULIQUE ET
CRÉATION/AMÉLIORATION D'UN RÉSERVOIR EN PROFONDEUR"

Prof. Brice Lecampion, EPFL

The background of the slide is a microscopic image of a rock surface, showing a light-colored, granular texture with dark spots. A prominent feature is a diagonal line of small, yellowish-green, spherical structures. A large, solid red rectangular box is overlaid on the upper right portion of the image, containing the title text.

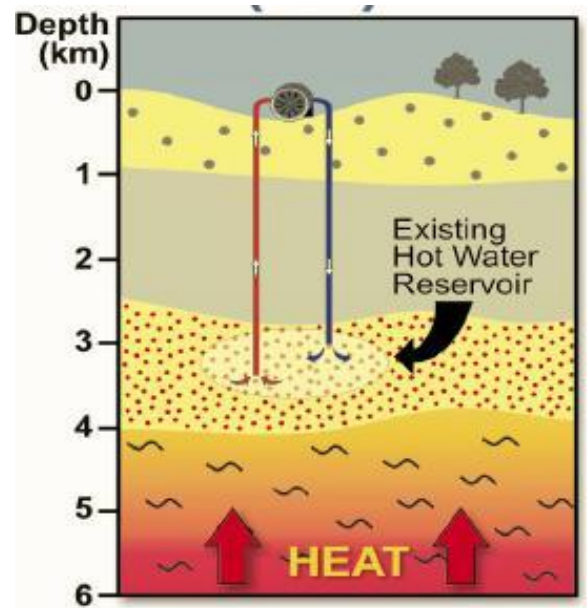
Stimulation of geothermal reservoirs

Prof. Brice Lecampion

Geo-Energy Lab

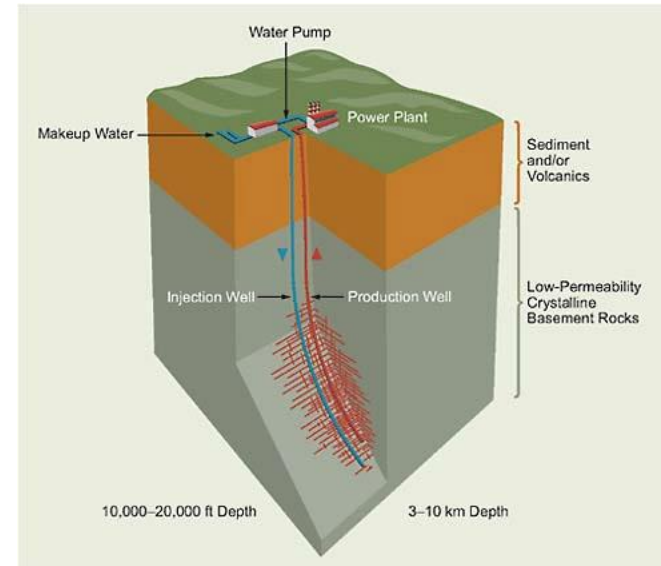
EPFL

Hydrothermal



In permeable sedimentary rocks at reasonable depth located above a heat flux anomaly (e.g. Larderello, Geysers)

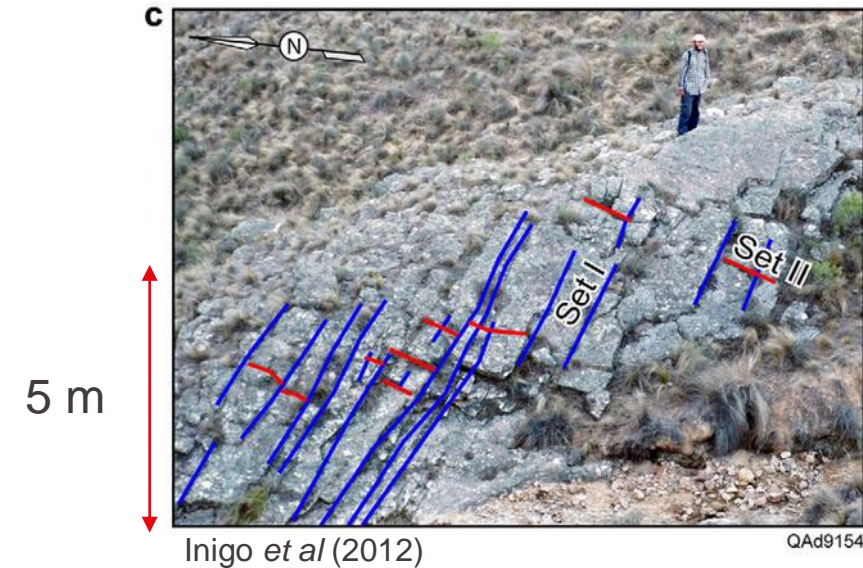
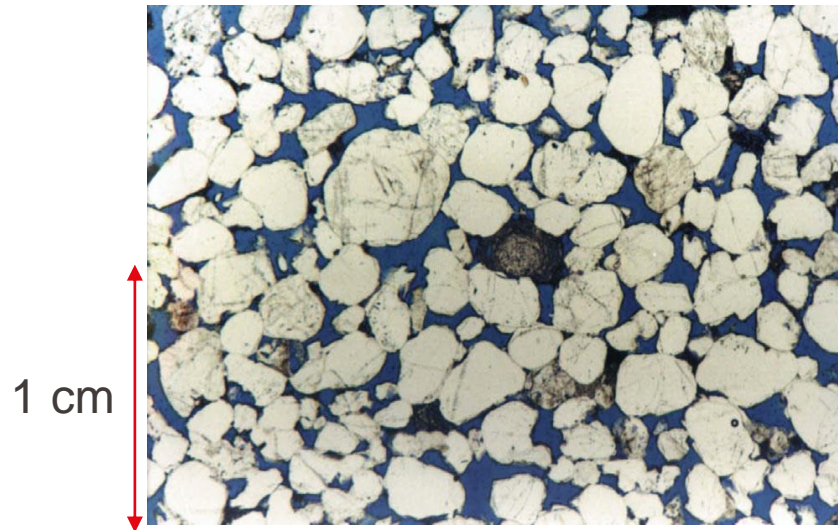
Petro-thermal (EGS)



In 'tight' crystalline rocks deeper, permeability is THE issue
Temperature somehow location "independent" if 'deep' enough (not exactly)
(e.g. Soultz-sous-Forêts)

What do we want to achieve ?

- Extract/inject fluids at depth from/in porous rock... in a safe, sustainable and economically viable manner.



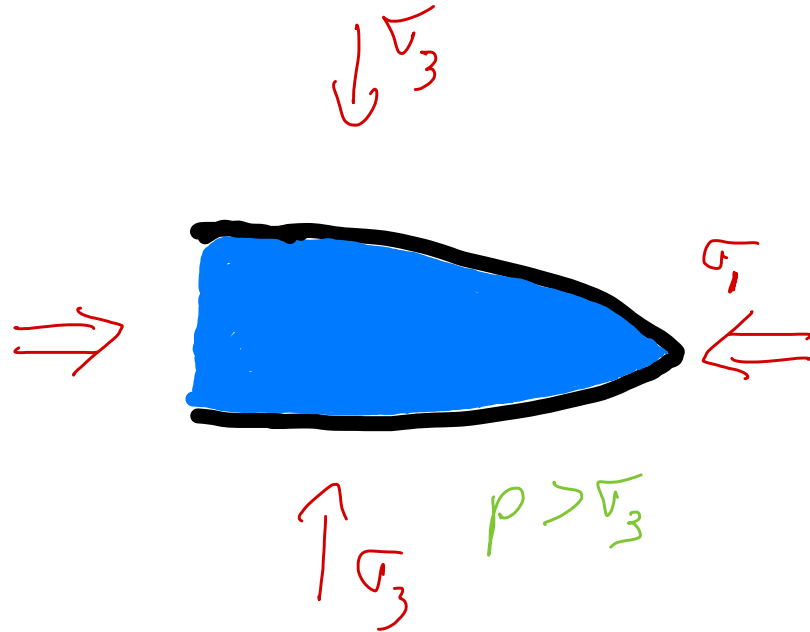
“In rocks, there are pores & cracks”

Fractures are the preferred pathways for fluids in the upper earth crust



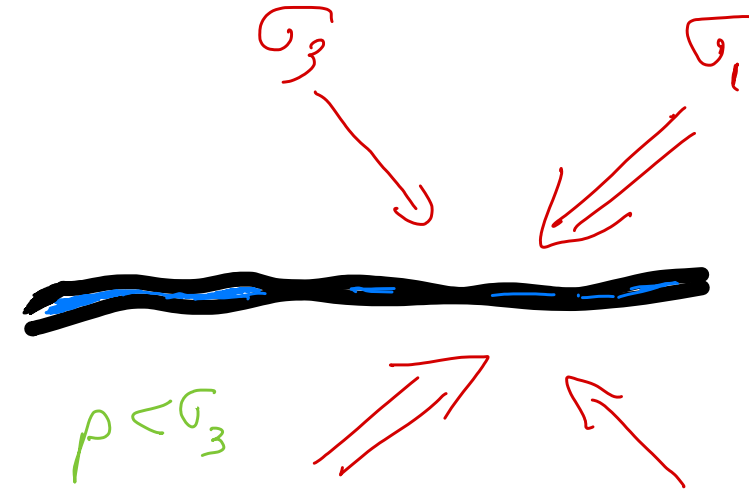
Modes of ruptures

Tensile Hydraulic Fractures



- Fluid pressure larger than the minimum in-situ confining stress σ_3
- New fracture(s) propagate in a plane perpendicular to the minimum stress σ_3
- Fracture(s) vertical under most geological conditions
- Must be 'propped' to increase permeability
- Fluid pressure remains contained around the new fracture(s)

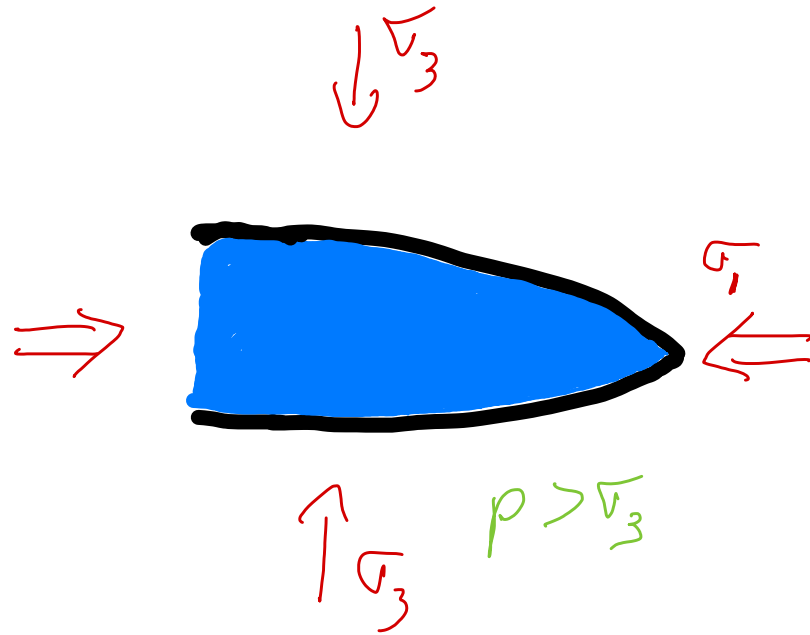
Fluid-driven frictional ruptures



- Fluid pressure lower than the minimum in-situ confining stress σ_3
- Re-activate pre-existing discontinuities triggering shear slip
- Fracture(s) surfaces remain in contact
- Some degree of dilation associated & thus permeability increase
- Fluid pressure may diffuse along the pre-existing fractures

“Some numbers”

- Example – Stress state similar to Basel-1 @ 4600m depth
 - $S_H \sim 133\text{MPa}$, $S_v \sim 117\text{MPa}$, $S_h \sim 74\text{MPa}$, $P_p \sim 42\text{MPa}$
 - Horizontal stress direction 143°
 - Hydraulic fracturing pressure
 - At depth $\sim 74 + 1-4\text{MPa}$
 - On surface $\sim 32 + 1-4\text{MPa}$
 - Friction activation pressure (beginning of slip)
 - At depth $\sim 49\text{MPa}$
 - On surface $\sim 6\text{MPa}$

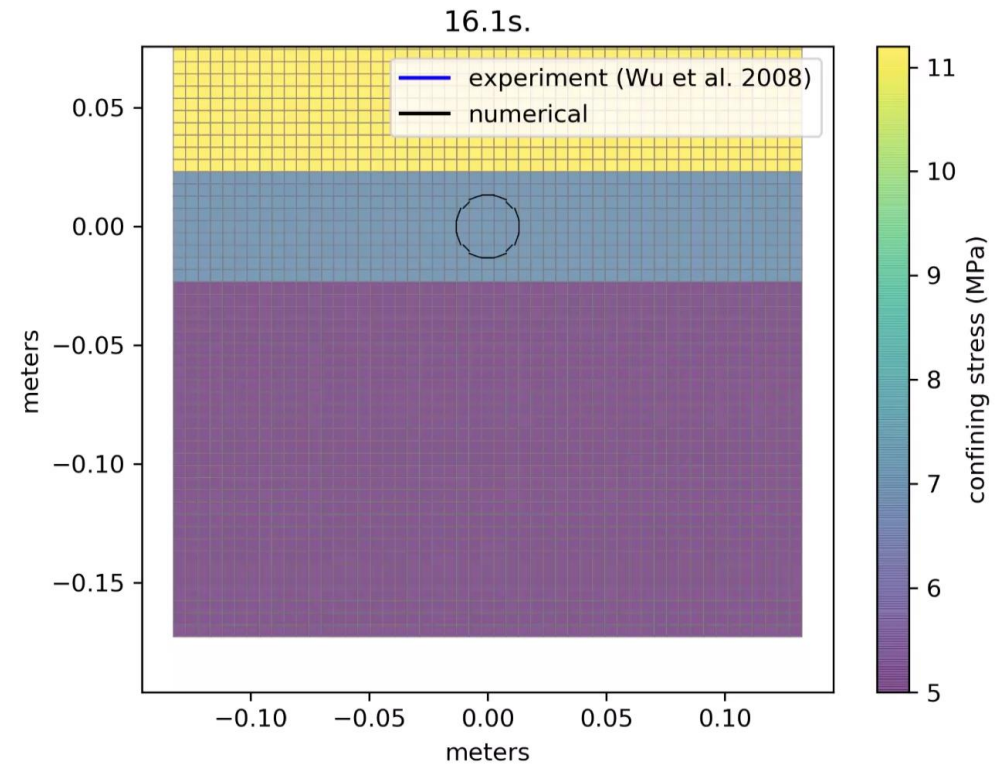


Hydraulic fractures

- *A volume controlled process: injected pressure decreases with time making the process very efficient*
- *Stable propagation at velocities much lower than 1 m/s*
- *Micro-scale instabilities associated (micro-seismicity) allows to track the rupture*
- *Very advanced understanding & massive industrial return of experience*

Theory matches well lab experiments

- Stress jumps HF experiment in PMMA (Wu *et al*, 2008)
 - Viscosity dominated regime
 - Comparisons of predicted vs measured fracture footprints at different times
- PyFrac – an open-source code for hydraulic fracture growth



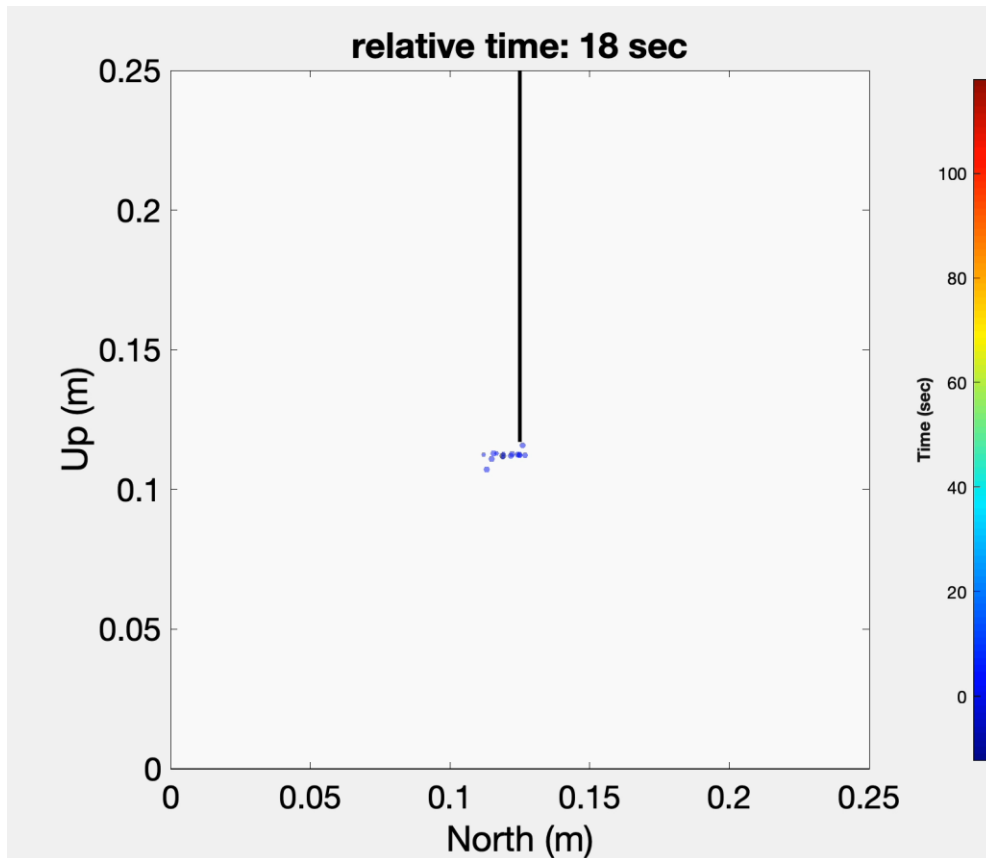
H. Zia and B. Lecampion *Comp. Phys. Comm.* (2020)

Available in open-source <https://gel.epfl.ch/pyfrac>

Example of acoustic emission in the lab

>4'800 AEs in the reference catalog (in black)
>55'000 AEs total detected (in color)

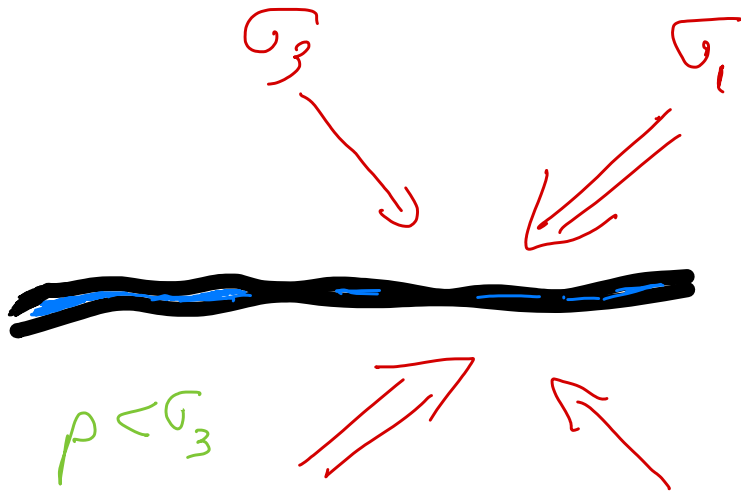
East view



Gabbro-007 experiment

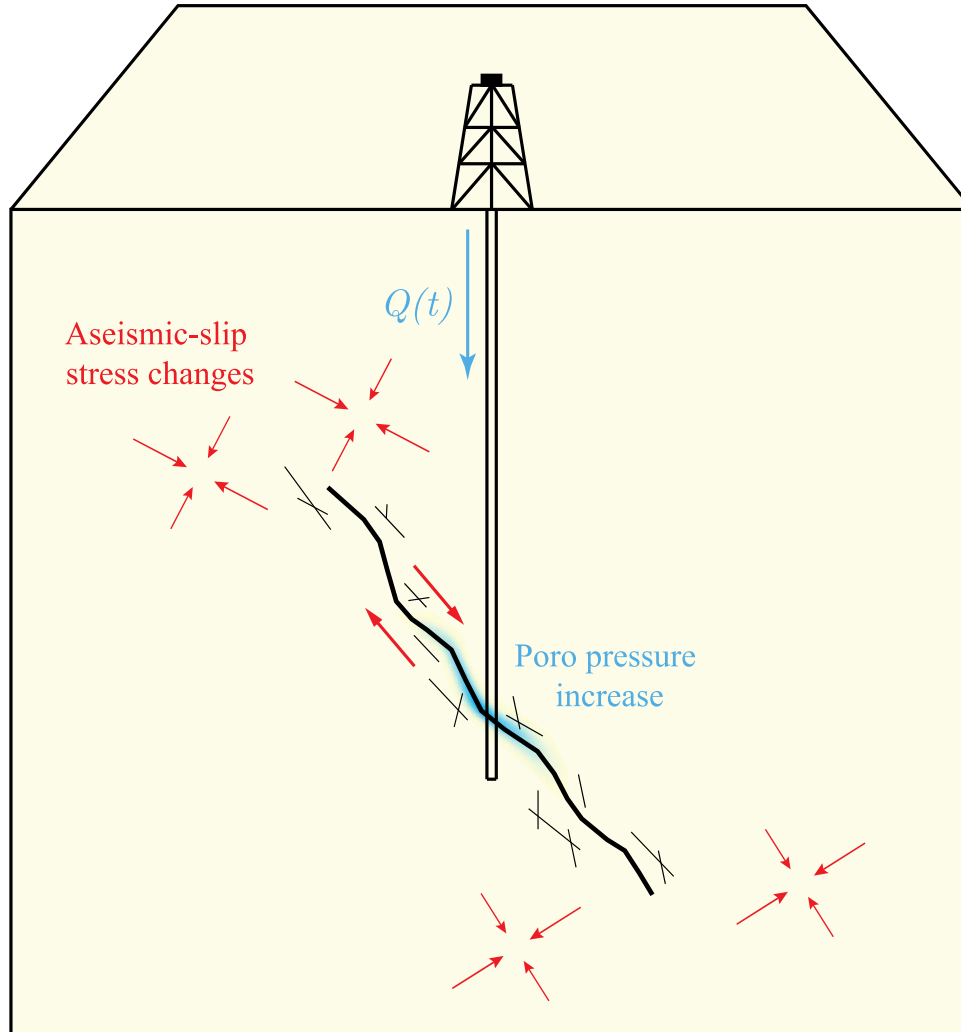
Fracture velocity 1mm/s

Events magnitude ~ -9



Fluid-driven frictional ruptures

- Frictional Fracture growth governed by the ratio between the initial frictional resistance and the injection over-pressure
- Friction matters (stable vs unstable)
- Mostly stable rupture at velocities well below 1m/s
- Friction & associated dilatancy (permeability increase) dictated by rock type
- Less mature understanding (compared to hydraulic fracturing)

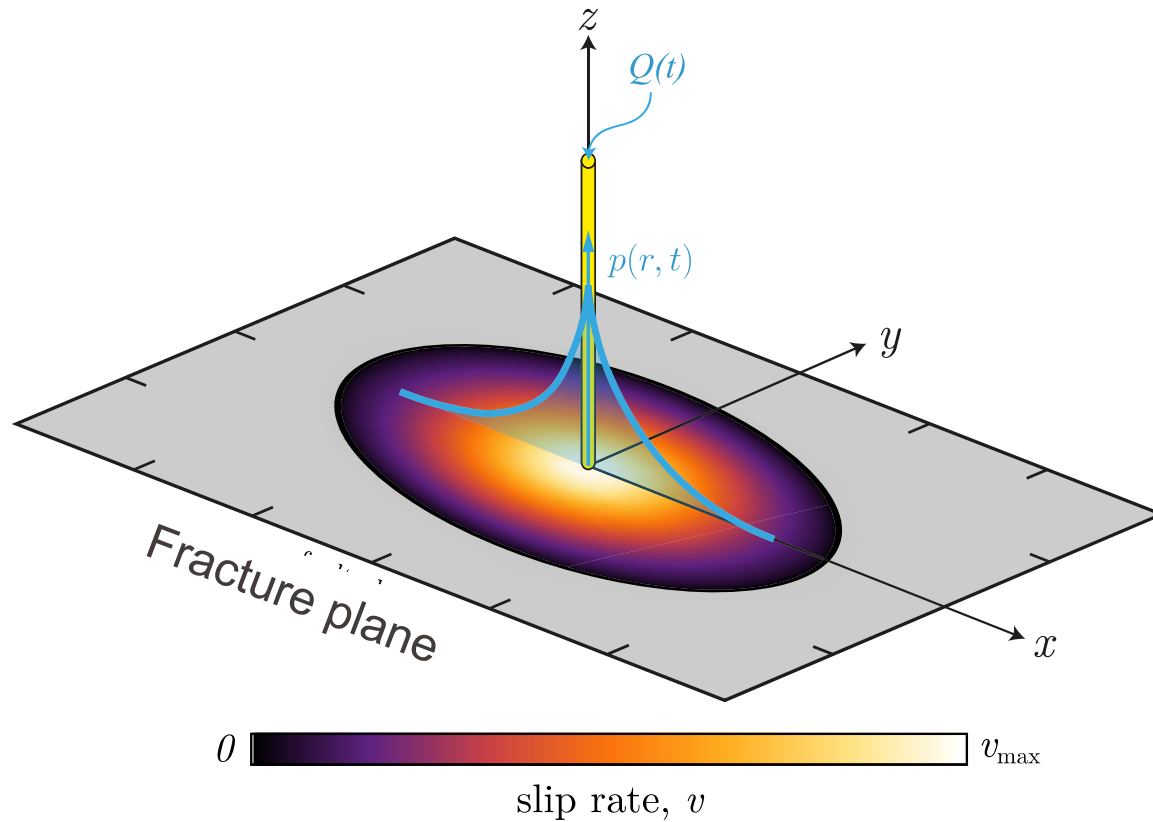


Slip: mostly **aseismic**

[Cornet et al., 1994,1997;
Guglielmi et al., 2015; and many others]

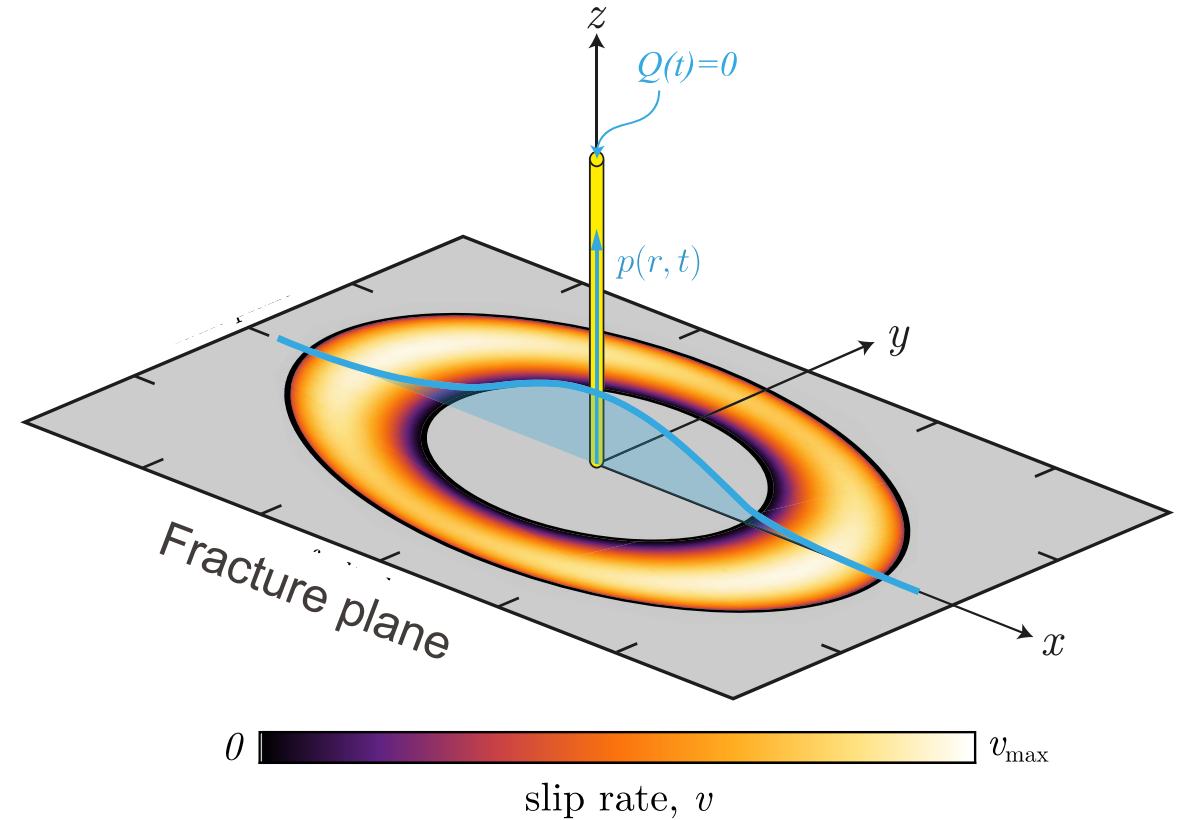
During-injection versus after-injection response

During injection – Crack-like



Sáez et al., 2022, JMPS

After injection – Pulse-like

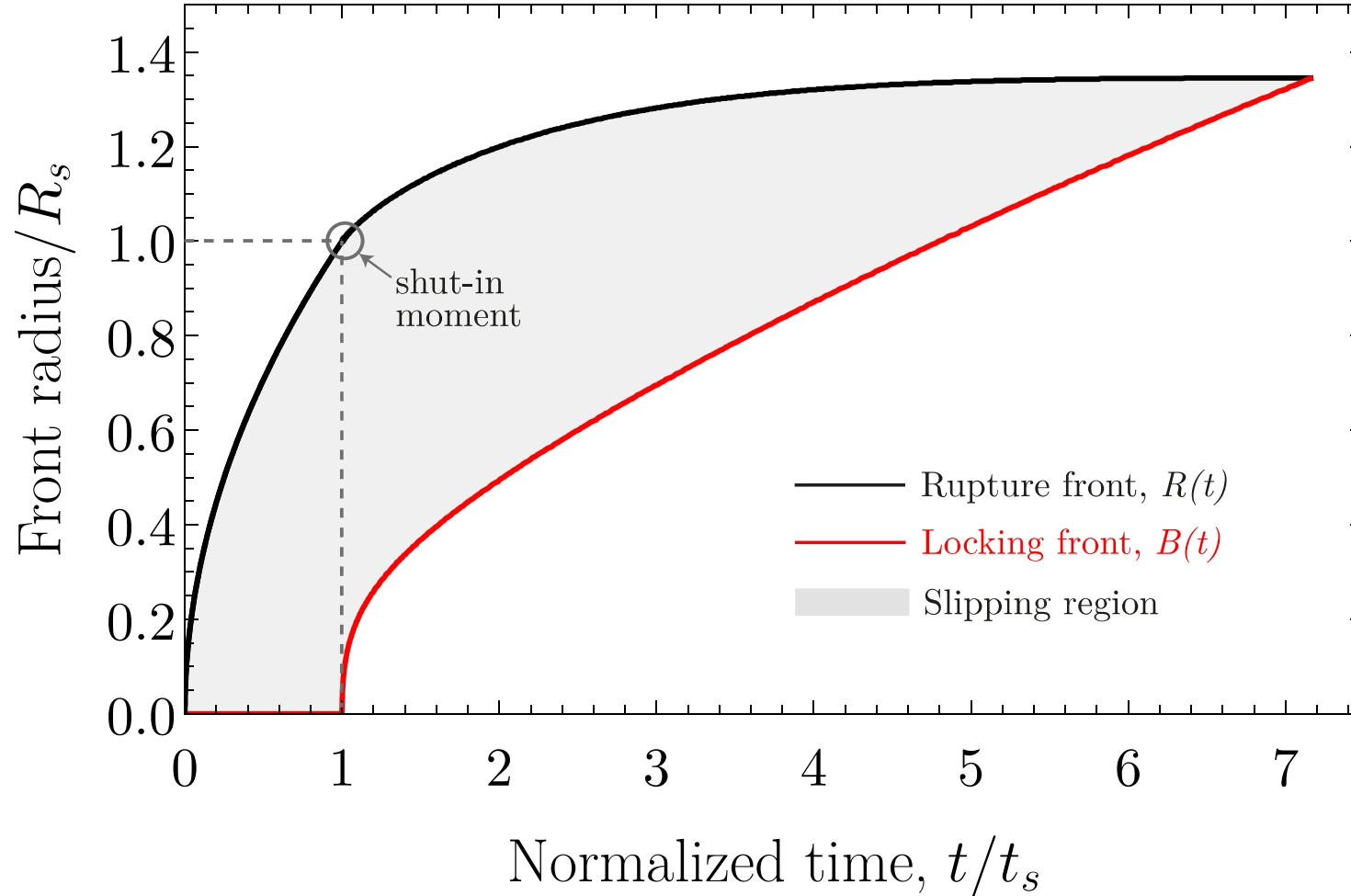


Sáez and Lecampion, 2023, PRSA.



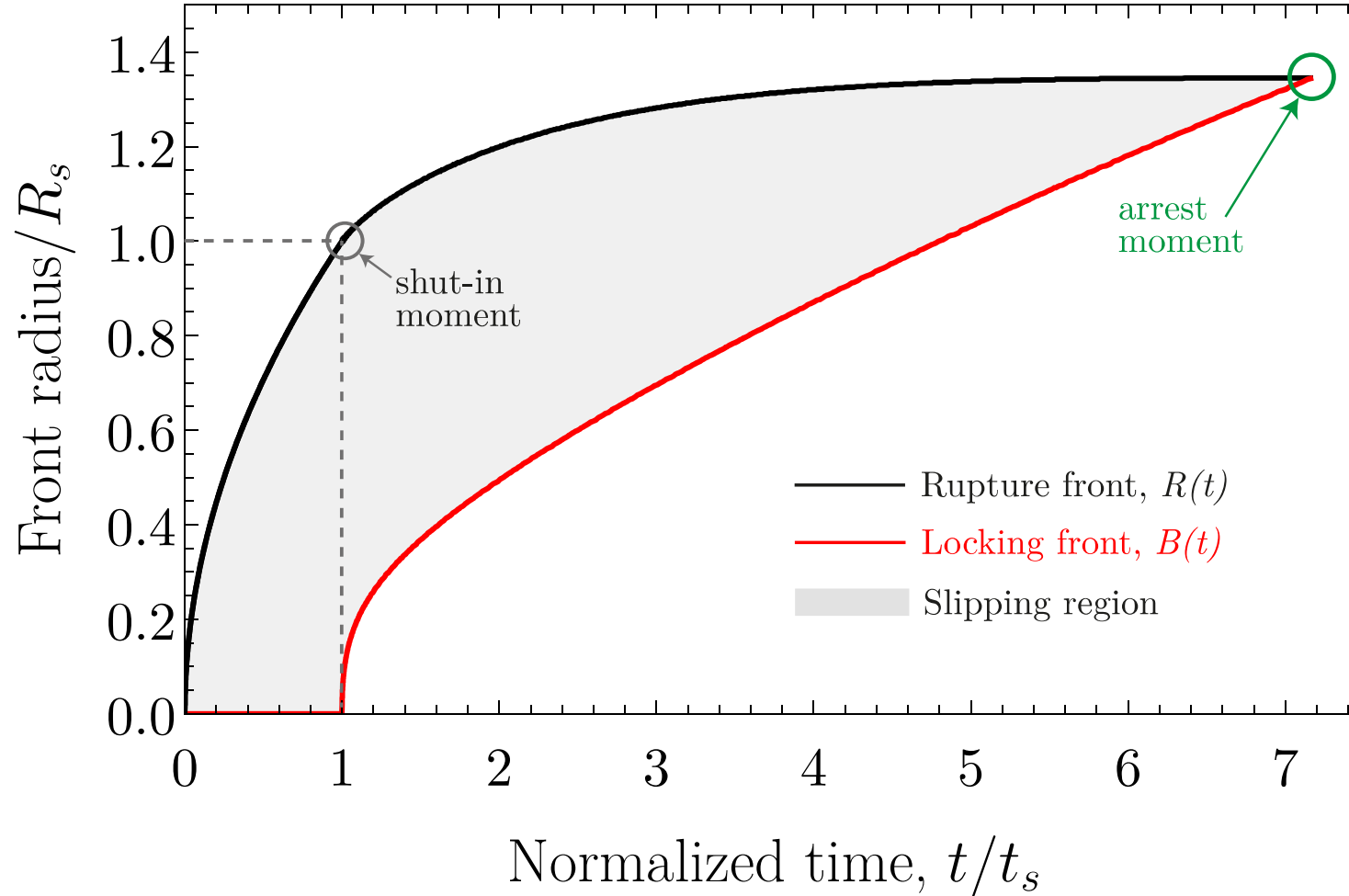
Propagation and arrest of aseismic slip

A 'critically stressed' example



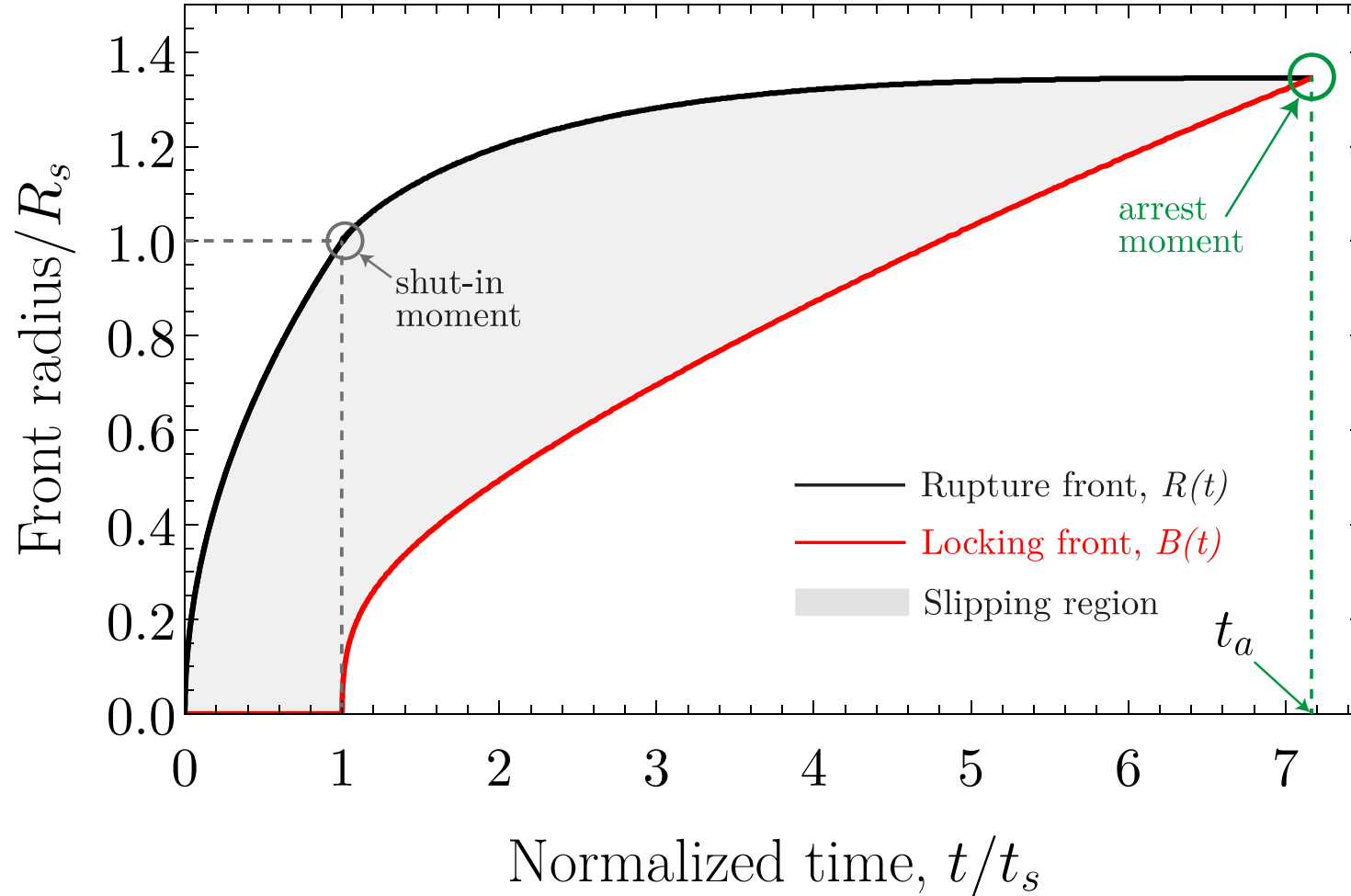
Propagation and arrest of aseismic slip

A 'critically stressed' example



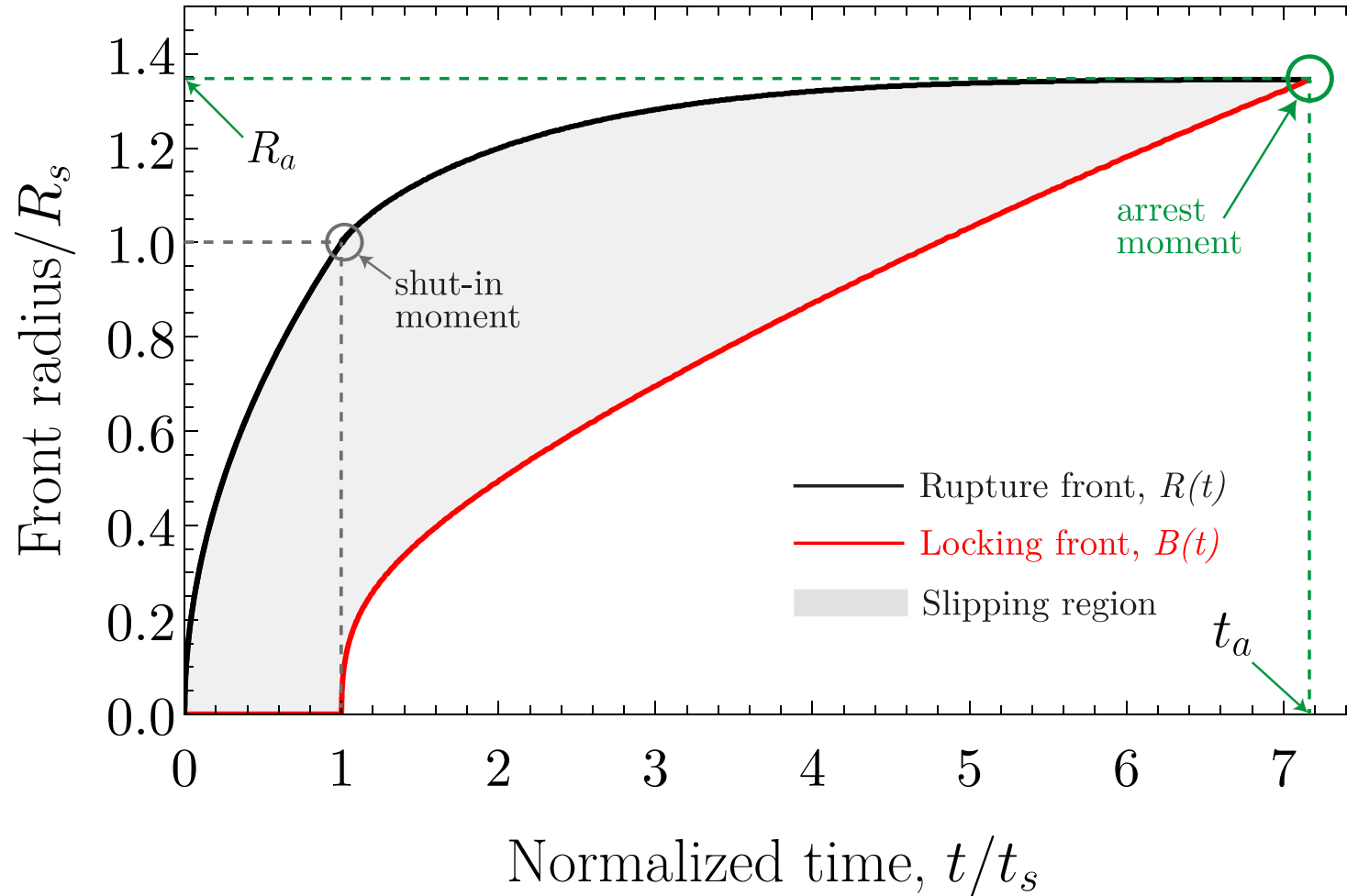
Propagation and arrest of aseismic slip

A 'critically stressed' example

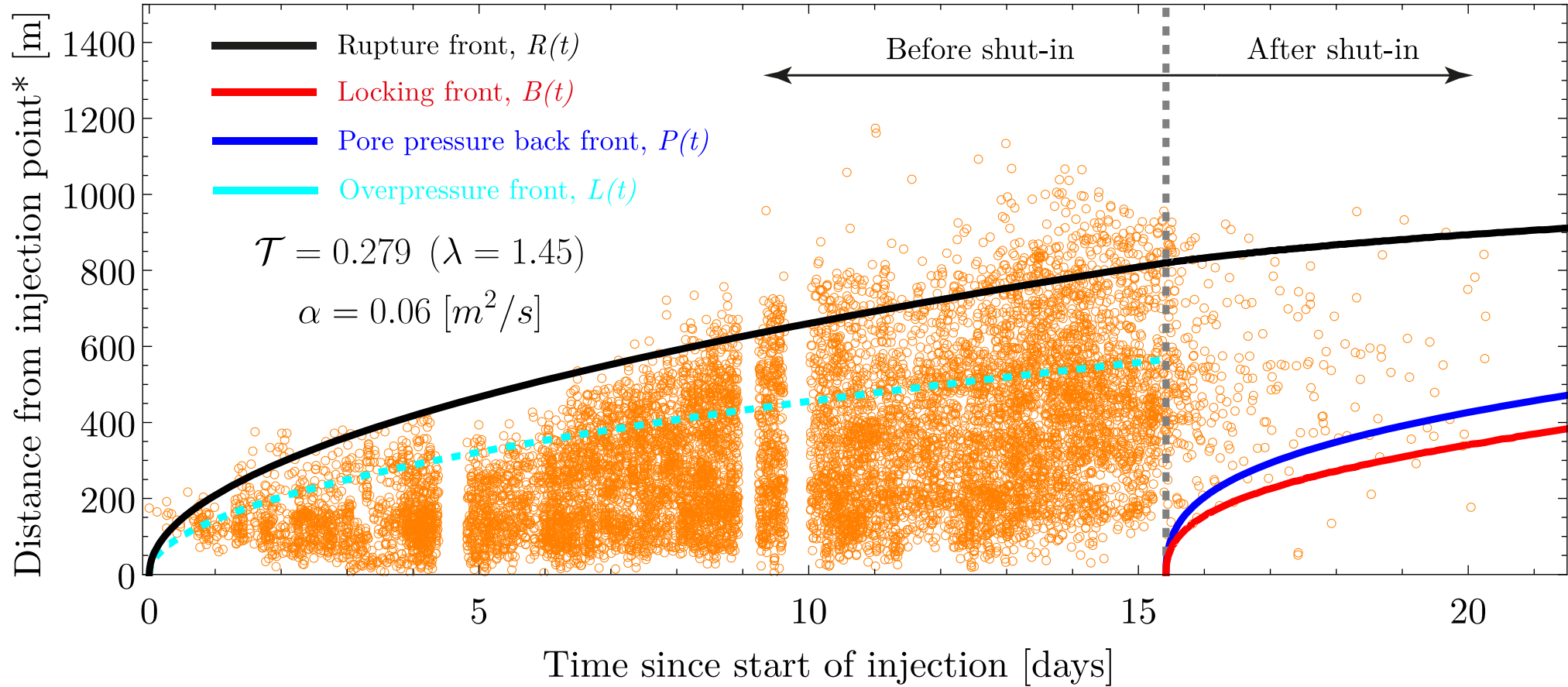


Propagation and arrest of aseismic slip

A 'critically stressed' example

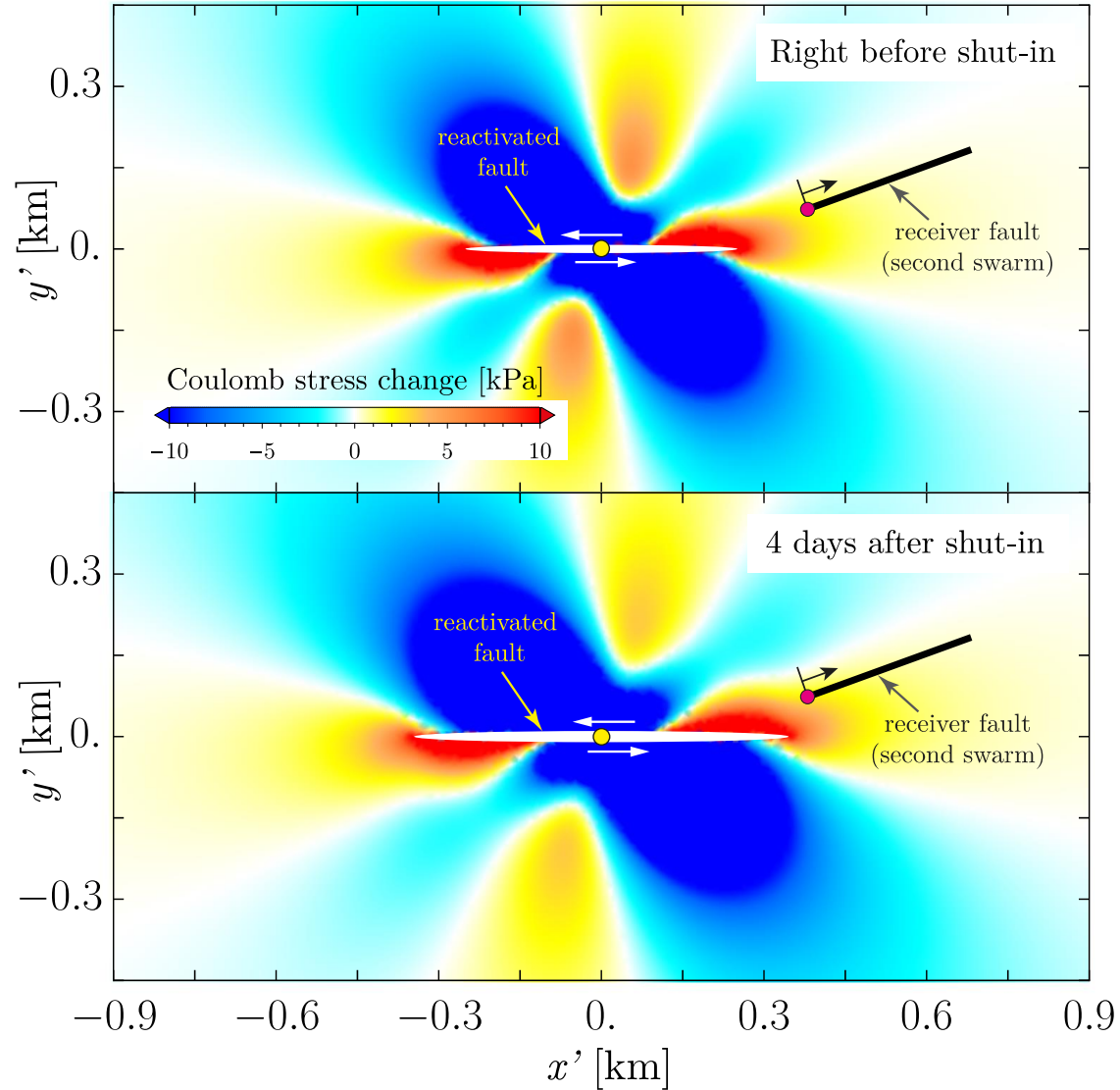


The 1993 hydraulic stimulation at Soultz-sous-Forêts, France



The 2013 hydraulic stimulation at Rittershoffen, France

Long-range elastic stress transfer away from the injection can trigger slip on nearby faults



Similar mechanism at play in Vendeihem

Reservoir Stimulation technologies - Conclusions

- Hydraulic fracturing is a well understood technology
 - Widely used in O&G... but also in geothermal energy (Fervo ...)
 - Strong theoretical understanding
- Hydro-shearing ruptures are less understood
 - Active field of research
 - The only current solution when proppant can not be used
- Characterization combined with strong theoretical understanding is essential in order to quantify if these technologies can be used in safe, sustainable and economic manner
 - In-situ stress and pore-pressure
 - Pre-existing fractures network
 - Properties of pre-existing fractures (friction & flow properties)
 - Ability to predict interplay between fluid injection and ruptures growth

How long does it takes to cool-down the producer well?

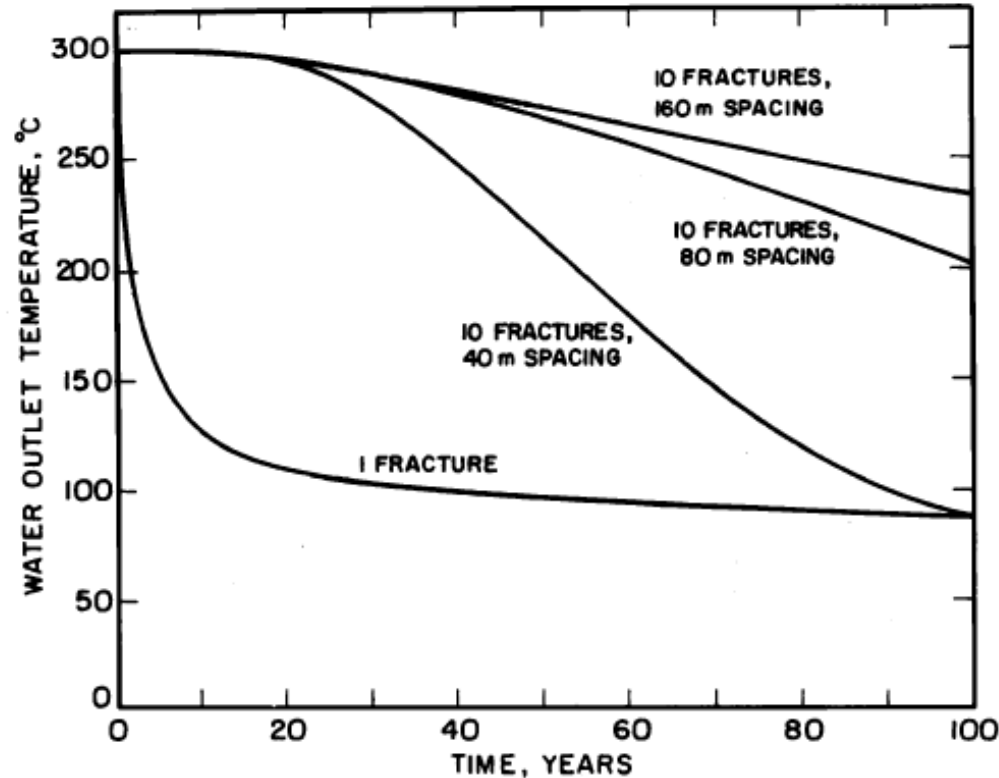


Fig. 5. Water outlet temperature versus time for 1-km² fractures with $T_{R0} = 300^{\circ}\text{C}$ and $T_{W0} = 40^{\circ}\text{C}$.

Highly depends on well layout & fracture spacing.
This is just an example.

A. Gringarten, P. Witherspoon, and Y. Ohnishi. Theory of heat extraction from fractured hot dry rock. *Journal of Geophysical Research*, 80(8):1120–1124, 1975.

How long does it takes to warm back up ?

- Worst case assumptions for warm up
 - No natural convection – warm-up by conduction only !
 - Low thermal conductivity ($1.25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)
 - Abrupt spatial T drop between the reservoir and the surrounding
 - Constant temperature inside the reservoir (cooler), and outside
 - Infinitely long cylinder of 150m radius
 - It takes ~45 years to get back the initial T over half of the reservoir
 - 110 years to get back to the initial T everywhere in the reservoir
- Note that other ‘cylindrical reservoirs’ can be produced while the others cool-down using the same surface facilities

EPFL



Thank you

**Prof. Brice
Lecampion**

DIVERS



Pascal Mahon, président de la CSI

CONCLUSION



Pascal Mahon, président de la CSI