

Documento di approfondimento 6

Le sequenze sismiche di Vendenheim/Strasburgo nel 2019 e 2020

Negli ultimi 15 anni nel mondo sono state realizzate molte centrali geotermiche binarie, le più delle quali in zone che non sono considerate “classiche” per lo sfruttamento della geotermia profonda come quelle del margine tirrenico dell’Italia, con elevati flussi di calore vicino alla superficie e interessanti serbatoi di fluido geotermico a poca profondità. Queste aree classiche portano l’impronta di fenomeni legati alla subduzione appenninica che hanno favorito un magmatismo e vulcanismo diffuso e un marcato sconvolgimento delle formazioni geologiche, e dimostrano una sismicità importante.

Le nuove aree di diffusione della geotermia binarie invece si distinguono da serbatoi di fluido molto profondi, anche fino a 5 mila metri, a temperature non altissime, che si trovano in antiche formazioni sedimentarie. La grande stabilità geologica dei bacini di Parigi, di Monaco o di Berlino per esempio, con una sismicità naturale esigua, permette di collocare le centrali all’interno degli agglomerati urbani e di sfruttare principalmente il calore della risorsa in modo diretto per il riscaldamento domestico.

La zona di Strasburgo, nel Graben dell’Basso Reno, è da collocare, geologicamente, nel mezzo tra la geologia complessa dell’Italia e quella tranquilla dei grandi bacini sedimentari, nella sua stretta depressione tettonica con una fratturazione non trascurabile e una sismicità media (fino a $M_w \approx 4$).

Nel Graben dell’Basso Reno si trova la famosa centrale di Soultz-sous-Forêts, un impianto inizialmente sperimentale EGS che utilizza la “stimolazione idraulica” per fratturare la roccia calda asciutta (HDR) in una profondità di circa 5000 m. Nel comprensorio di Strasburgo esistono progetti per centrali sia EGS che idrotermali; quello più vicino alla realizzazione era la centrale di Vendenheim (Geoven).

1) Breve riassunto della storia del Permesso Vendenheim:

(non esiste un sito web che riassume tutti i documenti relativi al progetto; alcuni documenti non si trovano sul web)

10 giugno 2013: Accordato a Fonroche un permesso esclusivo di ricerca della risorsa geotermico nel comprensorio urbano di Strasburgo (PER de géothermie haute température dit de Strasbourg);

Luglio 2013: Fonroche presenta la prima richiesta di autorizzazione di inizio di lavori minerari (demande d’autorisation d’ouverture de travaux minières (DODT)), una di 4 richieste simili (di seguito modificati in 5 – Haguenau, Herrlisheim, Vendenheim, Hurtigheim, Eckbolsheim) nel comprensorio urbano di Strasburgo (di cui una del 20 agosto 2013 per il sito di Vendenheim);

Le richieste iniziali prevedono ([vedi p. e. qui](#) e le carta 1 e 2) la realizzazione di “doublets” (doppiette) di perforazioni geotermiche di profondità finale tra 4200 m e 4700 m (modificato di seguito) con lo scopo dell’esplorazione del serbatoio geotermico. Le perforazioni attraversano almeno una faglia principale; i pozzi saranno intubati e cementati fino a una profondità di 4200 m. L’intento è di realizzare un circuito chiuso che collega le acque geotermiche profonde con la superficie, garantendo una portata di 350 m³/h e una temperatura alla terminazione dei pozzi superiore a 150 °C.

30 dicembre 2013: La prefettura giudica che il progetto prende in considerazione in maniera insufficiente l’impatto sull’ambiente. Propone di fare realizzare una perizia da parte terza;

Ottobre 2024: Presentazione del rapporto finale dell'INERIS (Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques) e di uno studio integrativo della Fonroche;

27 gennaio 2015: Fonroche presenta la DODT per il sito di Vendenheim ([vedi qui](#));

12 giugno 2015: Avviso positivo dell'Autorità Ambientale ([vedi qui](#)), con la richiesta di comunicare tutti gli aspetti del progetto al pubblico;

11 settembre al 14 ottobre 2015: Inchiesta pubblica sulla DODT Vendenheim;

5 ottobre 2015: Avviso sfavorevole del comune di Vendenheim;

23 novembre 2015: pubblicazione del riassunto ([vedi qui](#)), con i dettagli del progetto e avviso positivo;

14 dicembre 2015: Rapporto della DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement);

28 gennaio 2016: Decisione implicita di rigetto del progetto;

2 marzo 2016: Avviso favorevole del Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques);

24 marzo 2016: Autorizzazione e regolamentazione dell'inizio di lavori minerari di perforazioni geotermiche, di stimolazione idraulica dei pozzi e di test dei pozzi nel comune di Vendenheim (Decreto prefettizio del Prefetto Bas-Rhin, del 24 marzo 2016, che limita la pressione di iniezione a 100 bar ([vedi qui](#)));

? : Inizio perforazioni

Maggio 2019: Richiesta di integrazione al PER per lo sfruttamento della risorsa Lithium ([vedi qui](#)), a seguito dei risultati ottenuti dalle prime perforazioni;

Da marzo 2019: Aumento dell'attività microsismica nella zona – il BCSF (Bureau Central Sismologique Français), l'omologo del nostro Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ha classificato tutti questi terremoti come sismi "indotti";

Dal 10 ottobre 2019: Aumento drastico dell'attività sismica con più di cento microsismi in pochi giorni. Molto probabilmente ciò è dovuto alla fase finale di "ottimizzazione" del pozzo dopo la perforazione vera e propria, con una stimolazione chimica per aumentare la permeabilità nel serbatoio;

8 novembre 2019: Fonroche sospende le attività "di perforazione";

12 e il 13 novembre 2019: Due scosse avvertite anche a Strasburgo, una di magnitudo 2.6 e una di 3.1, quest'ultima con lievi danni ad alcuni edifici e diverse abitazioni evacuate ([vedi qui](#));

14 novembre 2019: Fonroche nega ogni legame tra le attività sul sito e i terremoti – "[c'est impossible](#)", ma deve sospendere ogni attività ([vedi qui](#));

Da dicembre 2019: Lunghe indagini e analisi a cura dell'Ineris (l'Institut national de l'environnement industriel et des risques) et del BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières). Constatano, contraddicendo il BCSF, che i sismi del 2019 non si potevano con certezza attribuire alle attività geotermiche. Gli esperti hanno quindi proposto ([vedi qui](#)) di procedere a ulteriori test di iniezione (chiamati "traçage", con iniezione di acqua colorata per seguire il suo percorso) per meglio comprendere la circolazione delle acque in profondità e il grado di compartimentazione del serbatoio geotermico, e per verificare se l'iniezione provocasse l'accumulo di tensioni nel sottosuolo, causa di terremoti.

Inizio ottobre 2020: Inizio dei test che da subito provocano microsismi di M_w da 1 a 2;

28 ottobre: Sisma di $M_w = 2,8$ ([vedi qui](#)). I test sono stati interrotti e il sistema è stato messo in "sicurezza", a una pressione nel pozzo di 60 bar e un flusso di "sicurezza" di circa 30 m³/h;

4 dicembre: Terremoto di $M_w = 3,5$ seguito da un altro di $M_w = 2,8$ ([vedi qui](#)). Entrambi sono stati attribuiti alle attività geotermiche, sia dalle autorità che dalla Fonroche stessa. Danni a circa 400 case;

7 dicembre: La Prefetta del Dipartimento del Basso Reno, Josiane Chevalier, decreta l'arresto definitivo dei lavori di geotermia profonda, effettuati dall'impresa Fonroche a Vendenheim. **La Prefetta [si riferisce esplicitamente al principio di precauzione e alla necessità di proteggere la popolazione, ritenendo che il progetto "non presenta più le garanzie di sicurezza indispensabili"](#)**;

9 dicembre: La Prefetta decreta la sospensione di tutte le altre attività della Fonroche nel comprensorio di Strasbourg;

25 dicembre: Sisma di $M_w = 2,5$ (indotto);

2 gennaio 2021: La circolazione di fluido tra i due pozzi ridotta a zero. Inizio dell'abbassamento della pressione nei pozzi.

22 gennaio: Sisma di $M_w = 3,4$ (indotto);

2) I dettagli del progetto Vendenheim

([vedi qui per la descrizione tecnica](#), e [qui per lo studio d'impatto](#))

Il progetto prevede la realizzazione di 2 "doublets" di pozzi profondi. Il primo doublet è stato realizzato. Il primo pozzo VDH-GT1 ha raggiunto una profondità di 5408 m TMD (True Measured Depth) e 4660 m TVD (True Vertical Depth). È il primo pozzo realizzato da Fonroche nella zona di Strasburgo, e il primo che esplora queste profondità (oltre i 2500 m del precedente più profondo). Ha incontrato la faglia regionale di interesse geotermico tra 4900 m e 5300 m – questa faglia costituisce un serbatoio geotermico ed è circondata da formazioni geologiche poco permeabili. L'idea è di raggiungere la stessa faglia, in punti diversi, dalle due perforazioni del doublet, e quindi estrarre e iniettare il fluido geotermico contenuto nella faglia. Viene considerata anche la possibilità di iniettare in una faglia diversa, parallela.

Per la collocazione delle perforazioni, vedi qui:

Illustrazione 1



Légende

- Puits producteurs
- Puits injecteur
- Communes



Il serbatoio di fluido geotermico interessato contiene fluido salmastro, ma con basso contenuto di CO₂, di temperatura superiore a 150°C, confinato nelle faglie profonde sul bordo del graben Renano. Le formazioni che circondano le faglie sono poco permeabili (vedi lo schema delle formazioni e dei pozzi in illustrazione 2). La tecnica prevista è di estrarre il fluido da faglie e di iniettarlo in faglie. Questo presenta rischi che per il progetto di Strasburgo sono stati evidenziati dal direttore di ricerca del CNRS Schmittbuhl ([vedi qui](#)) che si riferisce esplicitamente al terremoto di Pohang e considera piccolo ma non da escludere il rischio, che avvenga un sisma grave.

La centrale geotermica del sito di Vendenheim non è stata ancora completata. Si tratta di una centrale binaria, a ciclo chiuso, con cogenerazione di elettricità e calore.

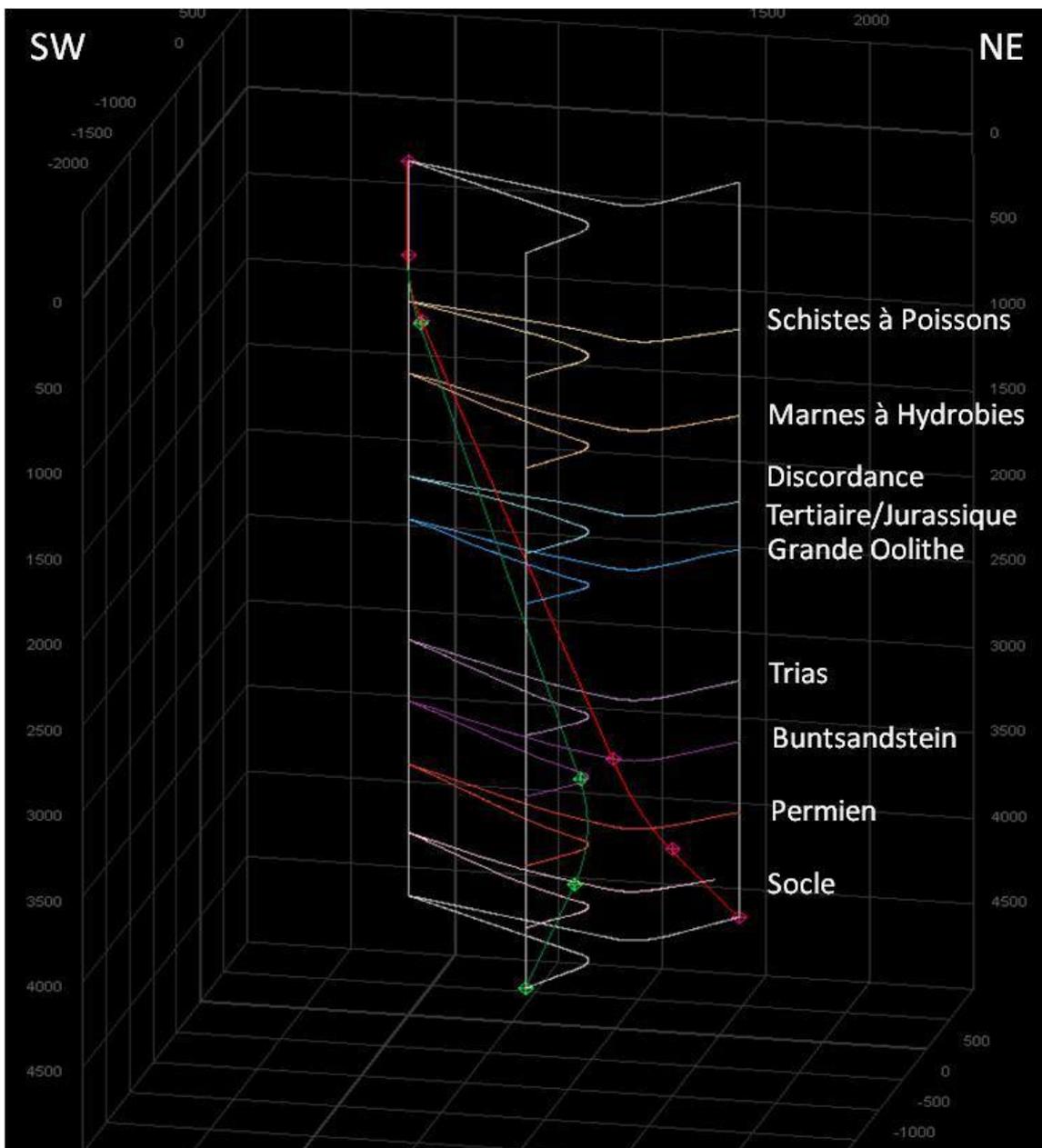
Era previsto che la centrale producesse 6MW di energia elettrica (sufficienti per alimentare tra 15 e 20 mila case) e di 40MW die energia termica capaci di riscaldare 26 mila case.

Nell'autorizzazione del progetto è escluso esplicitamente la "fratturazione idraulica" ("fracking"). La "pulizia" delle fratture tramite iniezione di acqua contenente sostanze chimiche viene però considerata tecnica abituale e assodata.

La Fonroche ha preso l'onere di rispondere a eventuali danni causati dalle sue attività, dovendo eventualmente essa stessa dimostrare che i danni non sono stati provocati dalle attività. Ha istituito un fondo assicurativo a questo scopo.

Illustrazione 2:

Percorso dei pozzi e formazioni geologiche attraversate



3) Osservazioni

Il progetto di Vendenheim presenta le stesse problematiche di tutti i progetti di impianti binari in contesti geologici complessi, che sono queste rilevate nelle osservazioni di G. Mastrolorenzo ai progetti di Scarfoglio, Serrara Fontana e Le Cascinelle, e che sono anche quelle per cui il Gruppo di Lavoro “Perforazioni Geotermiche” dell’INGV ha ritenuto inammissibili i progetti di Scarfoglio e Serrara Fontana:

La principale ne è il fatto che la conoscenza del sottosuolo è completamente insufficiente per modellare il sistema geotermico e per predire la sua risposta a un intervento umano, come trivellazioni, estrazione e iniezione di fluidi.

Questo difetto accomuna anche i progetti suddetti e quelli del campo geotermico Alfino: il livello delle conoscenze del sottosuolo e del serbatoio geotermico è simile, cioè insufficiente, derivando da una parte da ricerche geofisiche globali condotte in superficie, e dall’altra parte da poche (due) perforazioni profonde nel serbatoio. Queste conoscenze si possono riassumere in:

- esiste uno o più serbatoi geotermici,
- si conosce l’approssimativa stratigrafia geologica della zona,
- si conoscono temperatura, pressione e composizione del fluido e le sue proprietà nei pozzi esplorativi,
- il/i serbatoi sono di dimensioni limitate (e sconosciute) e più o meno isolati dalle strutture geologiche confinanti,
- la permeabilità nei serbatoi e la loro produttività sono buone.

In tutti i casi, questa conoscenza puntuale del sistema non è sufficiente per descrivere il sistema produttivo geotermico, che consiste, oltre ai due serbatoi, nella zona percorsa dal fluido dal punto di iniezione al punto di estrazione, che è inesplorata nel dettaglio per quanto riguarda le sue caratteristiche geologiche, geofisiche, chimiche, fluidodinamiche e di fratturazione. La distanza tra il punto di estrazione e il punto di reiniezione è di circa 1 km nel caso di Vendenheim, e di circa 5 km nel caso del progetto di Castel Giorgio. Non si sa niente inoltre sul quadro generale di fratturazione nel sottosuolo e in particolare sulle interazioni nella rete di fratture e faglie, dalla superficie fino in grandi profondità.

L’ipotesi che i fondi pozzo delle due perforazioni siano collocati in un unico serbatoio dove il fluido si muove senza grandi impedimenti, eventualmente dopo una “pulizia” delle fratture da cui è costituito, non è giustificata da nessun dato scientifico e prontamente smentita dal comportamento reale del sistema.

Non esiste ancora un’analisi dell’accaduto a Vendenheim e ci mancano i dati per poterne tentare una.

Sembra probabile che la continuità idraulica tra pozzo di iniezione e pozzo di produzione si è dimostrata insufficiente, il che ha portato all’accumulo di tensioni nel sottosuolo ed ha indotto terremoti. L’indizio che appoggia questa ipotesi è il fatto che lo scopo dei test iniziati a ottobre 2020 era di iniettare acqua contenente coloranti o/e altre sostanze tracciabili per poter misurare il tempo di percorso del fluido e il flusso tra i due pozzi.

Esiste un precursore del progetto di Vendenheim che ha presentato le stesse problematiche – il caso della centrale di Landau situata nello stesso contesto geologico strutturale, e che aveva manifestato analoghe problematiche. Si tratta della prima centrale operativa nella Fossa Renana, con una potenza di 3 MW, e due pozzi a 3 km di profondità. Il pozzo di produzione prelevava il fluido geotermico a una temperatura di 160°, con una portata del fluido di 70 l/s. L’esercizio della centrale aveva causato terremoti di magnitudo fino a $M=2.7$ nel 2008, e in più un inquinamento della falda acquifera superficiale, e movimenti del terreno in superficie.

Il comportamento del sistema geotermico di Vendenheim è un'illustrazione sperimentale delle simulazioni numeriche di Schiavone et. al.: l'assenza di continuità idraulica tra il punto di iniezione e il punto di estrazione del fluido è causa di terremoti.