PROJET DE GÉOTHERMIE PROFONDE EN HAUTE-SORNE

Synthèse des arguments du collectif d'opposition Citoyens Responsables Jura

Mars 2023

Association Citoyens Responsables Jura
crjsuisse@gmail.com
www.crjsuisse.ch

TABLE DES MATIÈRES

Cet argumentaire vise à évaluer objectivement des données et informations provenant de documents officiels produits par Géo-Energie Suisse AG ainsi que par le canton du Jura et à analyser l'interprétation élaborée par les promoteurs.
Au fil des ans, notre association citoyenne visant à défendre l'intérêt commun s'est entourée de personnes compétentes dans le monde scientifique et énergétique.
Ce que nous proposons dans ce document est validé scientifiquement.

Dans cette synthèse, vous découvrirez que les enjeux et les risques associés à ce projet se déclinent de manière large, à différents niveaux, directs et indirects, et surtout à différentes échelles de temps, impactant notamment sur le long terme nos ressources en eaux souterraines de qualité, un bien commun inaliénable. En outre, les risques manifestes de sismicité induite, c'est-à-dire de déclencher un tremblement de terre, ne sont pas acceptables.

TABLE DES MATIÈRES

Argument 1 - l'eau souterraine 4
Argument 2 - consommation d'eau d'un système pétrothermal 10
Argument 3 - sismicité induite et déclenchée à plus grande distance 13
Argument 4 - Quels sont les risques liés à la radioactivité ? 20
Argument 5 - la géothermie en Haute-Sorne, un projet d'énergie réellement renouvelable ? 21
Argument 6 - dégradations des tubages et de leur cimentation après la fin de l'exploitation 24
Argument 7 - un projet surtout au détriment de la société jurassienne 25
Argument 8 - Les objectifs réels de GES et de la Confédération ne sont pas clairs 26
Synthèse et conclusion 29
Conclusion constructive dans l'action 31
Bibliographie 32
Annexe A : zones de failles 33
Annexe B : zone d'incidence 34
Annexe C : zone inondable 35
Annexe D : durée de vie et rentabilité 36
Annexe E : valorisation chaleur géothermique 38
Annexe F 38
Annexe G : radioactivité 39
Annexe H : zones de limitation des forages 40
Annexe I : séismes régionaux 41

ARGUMENT 1 – L'EAU SOUTERRAINE

L'eau souterraine est un bien commun inaliénable à protéger de toute mise en danger potentielle immédiate et à long terme.

Protéger les eaux souterraines du bassin hydrogéologique de la Vallée de Delémont dans une vision à long terme est fondamental. L'eau est une ressource indispensable à la vie et à l'agriculture.

C'est d'autant plus important que notre région est karstique. Le karst représente un peu moins de 20% de la surface de notre pays, mais renferme plus de 45% des ressources en eau souterraine. En effet, les quantités d'eau de surface qui s'infiltrent en région karstique sont largement supérieures à celles d'autres régions. Nous avons donc à la fois beaucoup d'eau sous nos pieds mais des difficultés à trouver des sources de qualité localement sur les hauteurs, par le fait que l'eau s'y infiltre rapidement et profondément.
De plus, des problématiques vitales de disponibilité en eau potable de qualité ne manqueront pas de se poser dans un futur proche, très particulièrement dans le contexte du changement climatique que nous percevons déjà de manière de plus en plus marquée d'année en année. Ses effets sont déjà bien réels dans notre région et il nous faut l'admettre, ce n'est sans doute qu'un début !
En conséquence, les aquifères superficiels, ainsi que ceux du Malm et du Dogger doivent être protégés de manière inaliénable sur le long terme.

En quoi la réalisation d'un seul forage profond traversant les aquifères superficiels et ceux plus profonds est-il si problématique ?
Quels sont les risques majeurs pour nos eaux souterraines à court et plus long terme dans les différentes phases de réalisation et d'exploitation du projet de Haute-Sorne ?

• Risques durant la phase de forage et de cimentation du forage profond

Cette phase présente des risques de pollution immédiate du sous-sol, des aquifères superficiels et plus profondément par les boues de forage ou fluides de forage ainsi que d'autres produits utilisés pour réaliser le forage.
Le risque se matérialise aussi par des pertes de boues potentielles dans des conduits karstiques en zone immergée ou non.
La menace est une pollution pérenne des aquifères exploités ou des aquifères potentiellement utilisables à terme et indispensables à protéger en vue des effets du changement climatique notamment pour assurer une agriculture locale.
La gestion des boues de forages constitue un métier en soi. Elles sont composées d'une combinaison de très nombreux produits pour certains naturels et pour une majorité d'origine chimique dont certains sont très toxiques pour l'homme et l'environnement. La composition de la boue de forage est adaptée sur mesure en fonction des roches rencontrées lors de l'avancement du forage.

Lorsqu'une section est forée, un tubage est installé dans le trou. Puis, sa cimentation est opérée en injectant un mélange avec du ciment par le fond du trou. Ce mélange remonte alors entre la roche et l'extérieur du tubage. Cette opération est censée tenir dans le temps et garantir une étanchéité parfaite du système. Nous revenons plus bas sur cette délicate question de la pérennité du tubage et de la cimentation.
Dans le cas où le forage traverse un conduit karstique (par exemple une grotte), la cimentation serait très difficile à opérer et des pertes de mélange, ciment et autres produits additifs seraient vraisemblables ; ces pertes pourraient alors migrer jusque dans des zones aquifères.

Durant la phase de forage ou de test du puits, le risque d'une venue subite de gaz méthane d'origine Triasique ou Permo-Carbonifère ne peut être exclue. De tels incidents involontaires surviennent, y compris dans d'autres projets en Suisse. Dans ce cas, la procédure d'urgence pour contrebalancer cette remontée est d'injecter notamment sous pression de l'eau et de la boue très dense, afin que la foreuse et les hommes qui y travaillent ne volent pas en éclats[1]; le risque est alors de générer une sismicité induite relativement forte.

Par la suite, lorsque les tubages et leur cimentation auront vieilli, il est à craindre des diffusions potentielles vers la surface de gaz méthane, puissant gaz à effet de serre, et autre hydrogène sulfuré, souvent associé dans les eaux souterraines du Dogger et du Malm.

• **Risques durant les phases de stimulation/fracturation**

La sismicité induite par les phases de stimulation/fracturation initiales et celles ultérieures en vue de maintenir la productivité (le débit) des puits fait partie des risques importants de ce projet, avec des dommages potentiels en surface, sur les habitations, les constructions humaines, les drains agricoles et les conduites souterraines de tous types, notamment.

Les promoteurs parlent de stimulation hydraulique pour se différencier de la fracturation hydraulique ou fracking qui colle à la peau du pétrole et du gaz de schiste, à juste titre. C'est toutefois un peu jouer sur les mots, nous y reviendrons.

Ils prévoient de gérer le risque de la sismicité induite en ne mettant en tous les cas pas plus de 300 bars de pression dans le système pour développer progressivement des fractures et micro-fractures dans le massif rocheux. Pour mémoire, à 296 bars en tête de puits lors de la phase de stimulation du forage profond bâlois Basel1 en 2006, un séisme de magnitude 3,4 avait été déclenché et avait conduit à l'arrêt du projet.

[1]Cas du forage de St-Gall

Par ailleurs, il apparaît à la page 19 de l'annexe sur les eaux souterraines du RIE[2] que : *« Dans la phase de stimulation, des pressions supérieures à 300 bars seront possibles. »* (MFR Géologie-Géotechnique SA. 23.04.2014). D'après un article du journal Le Temps (2016), les vraies différences entre Bâle et Haute-Sorne, semblent donc se limiter au seuil pour stopper les travaux (séismes à 2 pour Haute-Sorne, versus 2.9 à Bâle) et à l'espérance que le sous-sol de Haute-Sorne soit moins chargé en contraintes tectoniques qu'à Bâle. Rien n'est moins sûr. Au nord de notre région, le fossé rhénan est une mégastructure tectonique faisant en quelque sorte barrage à la poussée alpine. Ainsi, des contraintes tectoniques s'accumulent, générant de la sismicité naturelle, notamment dans la Vallée de Delémont. Il y a en moyenne un tremblement de terre par semaine dans la région, imperceptible, mais chaque décennie, l'intensité atteint ou dépasse une magnitude de 3 sur l'échelle de Richter. Le récent séisme d'une magnitude de 4,3 sur l'échelle de Richter survenu à Réclère en Ajoie le 22 mars dernier, à une vingtaine de kilomètres seulement du site de Haute-Sorne le confirme. Cet événement démontre bien que la région est sismiquement active et que de l'énergie s'accumule dans notre sous-sol déjà en l'absence de stimulation/fracturation hydraulique. A l'échelle de la durée de vie du projet, il se produira statistiquement au moins deux, voire trois événements de ce type. Que se passera-t-il quand les contraintes naturelles seront amplifiées par les activités de stimulation/fracturation ?

Selon les informations fournies, la stimulation se fera à l'eau. Cependant, il n'est pas clairement dit que des proppants[3] naturels et artificiels seront sans doute aussi injectés afin que les fissures générées et indispensables à faire fonctionner l'échangeur de chaleur au sein du socle cristallin ne se referment pas tout de suite après la baisse de la pression dans le système. La nature a horreur du vide !
Les fluides de stimulation hydraulique contiendront aussi certainement des inhibiteurs de corrosion, des biocides, des acides forts pour éviter que les ions calcaires ne précipitent (c'est-à-dire cristallisent) à haute température. Dans la mesure où des défauts de cimentation des tubages seraient présents, ces produits pourraient potentiellement se retrouver localement dans nos eaux souterraines.
Il se pourrait aussi que les nombreuses phases de stimulation prévues (jusqu'à 30), par mises en pression successives locales du massif/futur réservoir, déstabilisent les tubages et fragilisent leur cimentation tout en faisant courir le risque de pertes de fluide de stimulation dans les roches et aquifères de la couverture sédimentaire.

[2] RIE : Rapport d'impact sur l'environnement du plan spécial. Le Rapport d'impact sur l'environnement pour la construction et l'exploitation d'une centrale géothermique pilote, Site Haute-Sorne, du 09.07.2014, produit par Géo Énergie Suisse en coopération avec diverses sociétés allemandes, suisses et jurassiennes, est le document de référence sur lequel les instances politiques fédérales, cantonales et communales ainsi que les divers départements concernés, se sont basés pour s'informer, se former, se documenter, et rendre positions, ainsi que pour produire notamment le Plan spécial cantonal « Projet-pilote de géothermie profonde » du 2.06.2015, signé au nom du Gouvernement jurassien. Selon les dispositions générales du Plan spécial cantonal, le dossier de plan spécial est composé, entre autres, d'un rapport d'impact sur l'environnement (RIE) du 30.04.2014 qui comportent plusieurs annexes.

[3] Les proppants sont des sortes de sables naturels ou artificiels, de microbilles de verre, de céramique, parfois enduit de résine, parfois synthétiques. Ils doivent résister à des pressions et des températures intenses.

• **Risques durant la phase d'exploitation**

Cette phase présente des risques de pollution à court et moyen terme du sous-sol et des aquifères, ainsi que l'arrivée de matières totalement indésirables en surface se concentrant par exemple dans les filtres de l'installation. Des produits indispensables à la pérennité des tubages, ajoutés au fluide caloporteur qui circulerait entre les deux forages, notamment des correcteurs de pH, des inhibiteurs de corrosion, des biocides, peuvent être utilisés et devraient être gérés en surface. Ceci est explicité dans le RIE annexe eaux souterraines à la page 19 : *« Le fluide de circulation pourrait comporter un inhibiteur de corrosion et d'éventuels produits séquestrant et dispersants »* (MFR Géologie-Géotechnique SA. 23.04.2014). Le fluide caloporteur aura aussi la propension à se charger en éléments notamment dissous, en provenance de la profondeur, apportant en particulier des éléments radioactifs en surface. Il est clair que de taper dans le socle cristallin et d'y faire circuler un fluide va notamment faire remonter des radionucléides (voir argument 4). Cerise sur le gâteau, à la page 80 du RIE l'opposition s'étonne qu': *« Il faut noter que des pertes régulières d'eau dans le forage ne peuvent être exclues à ce stade du projet. » !* (Géo Énergie Suisse SA. 09.07.2014).
Des produits délicats voire dangereux devront donc être gérés en permanence en surface et sur le temps prévu de l'exploitation ! En avons-nous conscience ? Ces produits seront-ils vraiment gérés avec la diligence nécessaire ?

• **Risques après la fin de l'exploitation**

Nous savons que les saumures profondes, (fluides géothermiques profonds) sont extrêmement salines et corrosives. Comme brièvement décrit plus haut, la cimentation des différents tubages est toujours une opération très délicate, surtout lors de la réalisation de forages profonds (environ 5 km sous terre). Non seulement les tubages se corrodent avec le temps, mais les ciments s'altèrent également. C'est une donnée de la réalité physique. Que les tubes soient dans les meilleurs alliages existants, les plus inoxydables qu'il soit possible de fabriquer, ils se dégraderont. **L'irréversibilité des processus physiques de dégradation des matières est une réalité dont les humains ne peuvent s'affranchir.**
La cimentation entre les tubages et la roche ne pourra que perdre en étanchéité, déjà extrêmement difficile à atteindre dans la réalité au moment-même de la réalisation du-des forage-s. Des connexions hydrauliques mettant en communication des aquifères situés à différentes profondeurs et induisant de potentielles pollutions se matérialiseront à terme et engendreront des problématiques importantes au niveau de l'exploitation de ressources régionalement indispensables à la vie, l'eau souterraine de qualité. Ce risque est explicitement mentionné à la page 52 du RIE : *« Le risque majeur est de créer des communications permanentes entre les différentes nappes souterraines traversées, dont le principe est interdit par LEeaux »*. (Géo Énergie Suisse SA. 09.07.2014). Il convient de relever que concernant les sondes géothermiques de faible profondeur, la carte du site SIT-Jura définit la zone comme *« autorisées avec restriction de profondeur de 70 mètres »* !! **(voir Annexe H)**.

Il est illusoire de croire que des solutions éprouvées puissent être imaginées et encore moins mises en œuvre pour panser les plaies, résoudre à terme les problèmes. Dès le moment où un forage profond est présent, il est trop tard. Il importe de penser en amont à la réalisation d'un puits à la complexité du sous-sol, aux conditions extrêmement difficiles d'intervention en profondeur dans des volumes physiques inaccessibles, tout au long d'une structure linéaire, le puits, en partie tubé et cimenté, se fragilisant avec le temps. La préservation des eaux souterraines profondes est indispensable, dans la mesure où les eaux de surfaces et certaines nappes phréatiques proches de la surface sont pour certaines déjà largement contaminées par des produits indésirables voire mortels, d'origine humaine.
Nos eaux souterraines profondes auront à terme une importance fondamentale. Protégeons-les.

• Risques relatifs au site pollué de Glovelier

Les parcelles 2136, 2137 et 2138 en propriété de GES sont situées sur une zone figurant au cadastre des sites pollués. En raison de l'activité d'une industrie voisine historiquement active dans l'imprégnation de traverses de chemin de fer, une pollution d'une superficie de 11 hectares sur 1 et 4 m de profondeur par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (C_{10}-C_{40}, HAP, etc.) est clairement avérée. Dans le document Cadastre cantonal des sites pollués : vue d'ensemble et considérations stratégiques, le Canton mentionne en page 10 que le site pollué de Glovelier devrait être reclassé prochainement de *« nécessitant une investigation » à « nécessitant une surveillance »*. (RCJU Office de l'Environnement, septembre 2019).
Quel n'est pas notre étonnement de voir que ce site gravement pollué sur le Cadastre cantonal des sites pollués a été classifié récemment comme *« ne nécessitant ni surveillance, ni assainissement » !*
Pour quelles raisons l'Office de l'Environnement a-t-il déclaré que cette pollution grave, s'étendant d'ailleurs en partie en Secteur AU_{10}[4] de protection des eaux ne nécessite désormais même plus une surveillance, pas plus qu'un assainissement ? !
Les travaux prévus par GES prévoient des forages profonds à quelques mètres seulement de la zone polluée. Indépendamment du projet, cette pollution est régulièrement surveillée en raison de son déplacement possible en direction du Tabeillon.
Nous considérons que les critères utilisés pour déterminer la dangerosité du site pollué, compte tenu d'éventuels futurs travaux, ne sont pas suffisamment stricts.
Factuellement, alors que plus de la moitié de la surface des parcelles acquises par GES AG fait partie du site pollué, en cas de travaux, la grave pollution serait certainement remobilisée au sein de l'aquifère superficiel.
Il est inacceptable que cette pollution puisse potentiellement être amenée en profondeur, par le forage, et passer dans les aquifères plus profonds.
De plus, des milliers de mètres cubes de terrain seraient chamboulés à cet endroit dans le cas où le projet se réaliserait. Qu'adviendrait-t-il des volumes conséquents qui seraient excavés (notamment pour la construction des bassins au nord des terrains) et

[4] Le secteur AU de protection des eaux est un outil de protection des eaux souterraines exploitables pour l'approvisionnement en eau potable

qui sont donc pollués. Les déplacer (pour les dépolluer ? ! pour les entreposer ailleurs ? ! où ? ! et aux frais de qui ? !) provoquera un appel de la pollution située en amont, qui se reconcentrera dans la zone du chantier de forage avec le risque que cette grave pollution s'infiltre en profondeur et arrive dans les aquifères profonds. Cette prise de risques est-elle bien raisonnable ?

- **Risques relatifs au secteur AU de protection des eaux**

Il est aussi très étonnant que le canton accorde un permis de construire pour une telle installation alors que tout le périmètre est en Secteur AU de protection des eaux !
Selon la réglementation en vigueur, dans un tel secteur, aucune installation présentant un danger spécial pour les eaux ne peut être acceptée. Et pourtant, le canton a accordé le permis de construire ! De plus, dans le secteur AU de protection des eaux, on ne mettra pas en place des installations qui sont situées au-dessous du niveau moyen de la nappe souterraine. Aussi, « *l'autorité peut accorder des dérogations lorsque la capacité d'écoulement des eaux du sous-sol est réduite de 10% au plus par rapport à l'état non influencé* » (OFEFP, 2004) par les installations en question. Dans le cas d'espèce, en sachant que les terrains sont inondables en cas de fortes précipitations, il est inconcevable et inconsidéré de tolérer une telle installation à cet endroit et une dérogation ne saurait être admise, et ce même si des niveaux constructifs ont été requis. Il n'est pas impossible de plus que la surcharge statique variable dans le temps liée aux masses liquides que contiendraient les bassins perturbent les écoulements de la nappe souterraine polluée et fasse migrer cette pollution.

- **Les parcelles 2136, 2137 et 2138 en propriété de GES sont situées sur une zone inondable clairement identifiée sur le géoportail du canton (voire annexe C).**

D'après la représentation des dangers naturels sur le géoportail du canton du Jura consulté le 08.03.2023, la zone de forage se trouve en zone inondable. Le niveau de danger est identifié comme moyen, soit atteint le niveau 3 sur 4 juste avant le niveau de danger élevé.
Même si le plan spécial prévoit des cotes d'altitude de construction à respecter, et anticipe une crue tricentennale (RCJU, 2015, p12, point 4, art 34), que se passerait-il si un événement exceptionnel, par exemple millénale, survenait sur le bassin versant du Tabeillon au moment de la réalisation du forage ? ou durant l'exploitation ?

Sur la base du principe de précaution et dans une réflexion sur le long terme, il est absolument scandaleux de compromettre nos ressources en eau souterraine si précieuses par la réalisation d'un ou plusieurs forages profonds les traversant pour atteindre et largement pénétrer le socle cristallin ! Ce projet est totalement inacceptable sur la base de ces premiers arguments relatifs à la protection de nos eaux souterraines, et de ce seul point de vue déjà !
Ces ressources sont nécessaires pour notre approvisionnement en eau potable, pour l'arrosage des cultures et la survie de l'agriculture locale dans un contexte de changement climatique s'amplifiant.

ARGUMENT 2 – CONSOMMATION D'EAU D'UN SYSTÈME PÉTROTHERMAL

Quelle sera la consommation réelle en eau du projet ? Avec quelles conséquences sur le moyen terme ?

Une boucle pétrothermale fonctionne en injectant de l'eau depuis la surface, dans un milieu souterrain stimulé/fracturé. Les promoteurs prétendent que l'eau injectée circulera en boucle fermée. Sera-ce la réalité ? Quelle quantité d'eau devra être injectée ? La boucle sera-t-elle étanche ou de l'eau se perdra-t-elle dans le milieu souterrain ? La géothermie profonde à visée électrique est-elle vraiment raisonnable dans le Jura et ailleurs en Suisse ?
En Islande, pourquoi pas, attendu que la température à certains endroits est très élevée (200-250°C entre 500 et 1500 m de profondeur) et de surcroît accessible à quelques centaines de mètres, tout au plus à un ou deux kilomètres de profondeur, avec de plus des circulations hydrothermales puissantes permettant une exploitation aisée de la ressource, de manière durable, sans injecter d'eau dans le système.
La géothermie hydrothermale à visée électrique peut déjà nettement plus être considérée comme renouvelable à l'échelle de plusieurs dizaines d'années voir d'un ou plusieurs siècles, suivant les contextes locaux car la ressource en elle-même est en renouvellement continu, avec des volumes conséquents à très haute température situés juste au-dessus d'une chambre magmatique active par exemple.

Or nous ne sommes pas en Islande et il y a une différence fondamentale à comprendre entre une exploitation géothermique hydrothermale comme décrite ci-dessus et une exploitation de type pétrothermale comme prévue ici à Haute-Sorne.

Au niveau géologique, en région continentale relativement stable comme en Suisse, lorsque le gradient géothermique (augmentation de la température avec la profondeur) est d'env. 30 à 40°C/km, il faut aller à minima 3-4 km de profondeur pour atteindre une température de 100°C, température à partir de laquelle il commence à devenir techniquement possible de transformer la chaleur en électricité.
Etant donné que le projet de Haute-Sorne vise une profondeur de 3.5 à 5 km et 150°C, il est effectivement très probable que la température en fond de trou soit supérieure à 100°C. Mais pour transformer l'énergie contenue dans le sous-sol sec à cette profondeur, cela s'opère en injectant de l'eau dans le milieu préalablement fracturé/stimulé. En effet, une perméabilité minimum doit pouvoir être créée entre le forage d'injection et le forage d'extraction.
Cela s'opère par fracturation/stimulation hydraulique et par dissolution/acidification chimique de phases, pour permettre à l'eau relativement froide (ré)injectée depuis la surface de se réchauffer dans le milieu rocheux fracturé, dont la perméabilité, encore une fois, a été créée de force en mettant le massif localement sous haute pression. Pour que les porosités (espaces) créées par la fracturation hydraulique perdurent,

des proppants seraient très certainement injectés. Ceci afin que les espaces qui se créent lorsque la roche se fracture (glissements sur des plans de faille libérant des tensions et générant les séismes ressentis en surface dès une magnitude >= 3 sur Richter) ne se referment pas complètement en raison de la pression lithostatique régnant à ces profondeurs. Ensuite de quoi, les promoteurs vont injecter de l'eau. Combien ? Et prise où ?

- **La provenance et les quantités d'eau qui seront utilisées par les promoteurs du projet pour d'une part développer/stimuler/fracturer le réservoir géothermique et d'autre part nourrir la boucle géothermale ne sont pas claires.**

À 5 km de profondeur, si le milieu fracturé artificiellement est sec, ce qui semble justement être ce qui est recherché par les promoteurs à Haute-Sorne et qui semble être le plus vraisemblable vu le contexte géologique régional, d'où sera réellement prise l'eau nécessaire à passer dans l'échangeur géothermique préalablement créé par fracturation/stimulation ?
En amont à l'approvisionnement de la boucle géothermale, d'où seront tirées les quantités gigantesques d'eau (plusieurs centaines à milliers de m³ d'eau) nécessaires à la stimulation-fracturation du réservoir ? Concernant la quantité d'eau, les promoteurs la chiffrent précisément à la page 59 du RIE du plan spécial : *« Chaque fissure recevra au maximum 50l/s pendant 3 jours soit 12'960 m³. Nous comptons au total 30 fissures à stimuler, soit 30 x 12'960 = 388'800 »* (Géo Énergie Suisse SA. 09.07.2014)

À notre sens, il est totalement inopportun de puiser de l'eau dans le Tabeillon ou dans la Sorne. Leur niveau naturel respectif doit être laissé intact, tant en crue qu'en étiage[5]. C'est d'ailleurs avec ironie que nous notons que selon RIE point 5.8.1, Gestion des débits, il apparaît qu'afin d'apprécier et d'optimiser continuellement les conditions de prises d'eau dans le Tabeillon, il est proposé d'installer après le début des travaux (? !), une station de mesure automatique de débit dans le cours d'eau à l'amont de la prise d'eau existante, car il n'existe actuellement pas de suivi quantitatif continu ou même ponctuel du Tabeillon. En effet, l'étiage du Tabeillon n'est pas connu et les données de référence de la Sorne et de la Birse datent de 1983 à 2012. Autrement dit, il n'existe pas de données sur le Tabeillon et les données sur lesquelles nos autorités se basent pour estimer son débit concernent la Sorne et la Birse et qui plus est sont obsolètes.

Durant la période considérée, la moyenne de précipitations annuelle, selon Météosuisse était de 1'090 mm.
La même source donne les mesures jusqu'en 2022. En considérant une période de 10 ans, la moyenne de précipitations annuelle entre 2013 et 2022 est de 950.2 mm, soit une diminution de 13%. Comment peut-on accepter qu'un Office cantonal de

[5] Le plus bas niveau des eaux

l'Environnement se satisfasse de telles données obsolètes, sans tenir compte du phénomène de réchauffement climatique, et laisse le champ libre à ce projet ? ! ?
Hormis les considérations de débit et d'impacts sur la faune piscicole notamment, puiser de l'eau dans le Tabeillon augmenterait le risque de remobiliser et de faire migrer la pollution du site pollué de Glovelier, étant donné le lien entre Le Tabeillon et la nappe phréatique polluée. Et ceci est inacceptable.

L'eau sera-t-elle alors prise sur le réseau d'eau potable ? Si oui, personne ne sait à quel prix ni dans quelle quantité réelle.

Dans un contexte global de sécheresse grandissante en lien avec le changement climatique, l'eau de consommation doit être garantie en priorité à la population ! De plus, des renforcements de l'alimentation en eau de Bassecourt ont déjà été entrepris ainsi que jusque dans la Vallée de Delémont à Courtételle. La commune de Haute-Sorne est *« le château d'eau de la Vallée »* à tel point que selon un accord passé en décembre 2022 avec les communes d'Ajoie, il est prévu de relier les réseaux d'eau potable pour venir en aide à ces dernières en cas de besoin.

Que se passera-t-il en cas de manque d'eau ? Est-il vraiment responsable d'accorder autant de débit potentiel à un projet comme celui de Haut-Sorne ?

ARGUMENT 3 – SISMICITÉ INDUITE ET DÉCLENCHÉE À PLUS GRANDE DISTANCE SYSTÈME PÉTROTHERMAL

La sismicité induite par le projet sera une réalité et ne peut être ni totalement maîtrisée, ni anticipée, ni gérée dans le court-moyen-long terme. Quels sont les risques liés à la sismicité induite par le projet à différentes échelles de temps ?

Le procédé de stimulation, fracturation ou fracking d'un massif rocheux souterrain présente des risques importants de séismes induits ressentis en surface. Ce procédé est notamment utilisé dans le domaine des hydrocarbures conventionnels et surtout pour l'exploitation non-conventionnelle de pétrole et de gaz de schiste ou de tight gas. Les promoteurs du projet feront appel à un procédé de stimulation-fracturation hydraulique et ne s'en cachent pas mais prétendent maîtriser les risques de la sismicité induite grâce à leur technique brevetée multi-fractures de *« stimulation par étapes »*. Au passage, les promoteurs parlent de stimulation et non de fracturation. Ils jouent quelque peu sur les mots ! Un chercheur très affûté dans le domaine nous a ainsi expliqué la différence entre *« stimulation »* et *« fracturation »* : La stimulation est l'injection de fluide sous haute pression dans un milieu comportant des failles pré-existantes qui sont alors stimulées et amenées à s'agrandir ainsi qu'à glisser pour s'ouvrir. La fracturation requiert le même procédé à plus haute pression encore mais vise à créer des failles nouvelles dans la roche. Nous nous permettons de le citer ici car la conclusion de sa réponse a été la suivante : *« En effet à Haute-Sorne ça sera plus proche de la fracturation »*.

Or, dans le sous-sol, plus l'on va profond, plus les incertitudes sont grandes. Plus les risques d'être confronté à des problématiques techniques en lien à la température élevée et à la pression élevée du milieu sont grands. Plus les contraintes différentielles régnant dans le sous-sol augmentent avec la profondeur, plus le risque de séismes induits augmente. Il est clairement inscrit à la page 9 de l'annexe sismicité du RIE que : *« Le principe des trois piliers, le choix du site et les mesures de protection et de contrôle contribuent à réduire considérablement le risque de séisme, mais ne permettent néanmoins pas d'exclure totalement la possibilité de déclenchement d'un événement important.»* (Géo Énergie Suisse SA. 25.04.2014).

Le rapport du Service Sismologique Suisse (Wiemer S., Kraft T., Trutnevyte E., Roth P. Octobre 2017) précise cette idée à la page 26 en expliquant que pour les projets de géothermie profonde pétrothermale, la gestion du risque de sismicité induite est actuellement un défi scientifique important car il n'existe pas suffisamment de méthodologies et d'outils fiables et validés pour évaluer et surveiller le risque. Ceci en raison de plusieurs facteurs : nous ne connaissons pas les processus physiques en profondeur, ni les contraintes 3D, ni l'hétérogénéité de résistance, ni les failles pré-

existantes ou la distribution de la perméabilité à la profondeur à laquelle la création du réservoir est censée avoir lieu.
Par ailleurs non seulement la sismicité n'est pas maîtrisable, mais en plus elle est en quelque sorte souhaitée ! En effet, on découvre avec étonnement dans le même rapport que la sismicité dans de tels systèmes est non seulement un effet secondaire mais également un outil nécessaire pour améliorer la perméabilité. La sismicité se produira donc certainement avec une grande probabilité d'événements ressentis. (Wiemer S., Kraft T., Trutnevyte E., Roth P. Octobre 2017). À noter qu'à Haute-Sorne, la crèche et l'école primaire qui hébergent une bonne partie des enfants durant la journée se trouvent dans des maisons historiques, donc très vulnérables en cas de séisme significatif.

- **Le site prévu pour accueillir le projet est potentiellement une zone qui pourrait se réveiller au niveau sismique.**

Factuellement, le site prévu pour accueillir le projet se trouve dans une zone potentiellement instable d'un point de vue sismique, dans un bloc entre plusieurs failles connues et existantes (voir annexe A). Toutefois, même si le risque lié à ces failles prétend être anticipé, la question de la profondeur d'enracinement des failles reste ouverte, autrement dit, nul ne sait jusqu'à quelle profondeur elles descendent ni comment elles se comportent véritablement dans le sous-sol profond, ni si elles contiennent ou non des fluides géothermiques, voire des hydrocarbures.
Les promoteurs ne s'en cachent pas. On peut lire à la page 24 de l'annexe sismicité du RIE que : *« Le site de Haute-Sorne est entouré par 3 grandes zones de faille. On ne connaît pas exactement la distance sur laquelle se poursuivent ces zones de faille dans le socle cristallin. »*. Dans le rapport d'impact du plan spécial à la page 92 on peut également, et avec stupeur, découvrir que : *« Le projet ne présente pas un risque nul. Il est théoriquement envisageable de rencontrer dans le sous-sol une faille supercritique non identifiée à faible distance du réservoir. Dans ce cas, une faible modification des conditions du sous-sol pourrait causer des dommages à la surface. »* !

Relativement à ces failles, GES a toujours prétendu que leur objectif était de les éviter, ce qui est plus que souhaitable de l'avis des experts, afin de garantir la sécurité du projet. Quelle n'est pas notre surprise de découvrir que, dans sa prise de position du 9 décembre 2020 suite à l'arrêt du projet de géothermie de Vendenheim en Alsace, Géo Énergie Suisse SA révèle que *« Les projets de géothermie profonde (n.d.a. : hydrothermale autant que pétrothermale) ont souvent pour objectif des grandes zones de failles. La raison en est simple : les zones de failles peuvent représenter un environnement géologique propice à la circulation de l'eau chaude. […] Mais les grandes failles sont également des zones de faiblesse dans la croûte terrestre qui, dans certaines conditions, peuvent se rompre et engendrer des séismes ressentis, voire des dommages. Plusieurs cas, notamment à St-Gall en 2013, Pohang en 2017 et le récent séisme de Vendenheim, l'ont malheureusement rappelé »*.
Les promoteurs du projet de Haute-Sorne admettent donc enfin qu'on visait des failles dans les projets antérieurs, ce qui n'avait jamais explicitement été formulé

dans leurs expertises précédentes ! Or, même si GES se veut rassurant concernant le projet de Haute-Sorne, le service sismologique rappelle que *« Il est vrai que des failles et zones faillées de toutes dimensions existent : le concept GES consiste à stimuler des zones fracturées « mineures », mais d'éviter les zones de failles importantes, mais ces termes n'ont jamais été, à notre connaissance, clairement définis ou quantifiés. La définition de la sémantique des zones de failles en fonction de leur taille et de leur expression géologique ainsi que de leur potentiel sismique serait clairement bienvenu pour les futures actualisations de l'étude de risques de Haute-Sorne. »* (Wiemer S. et al. (18 octobre 2019) p.18). À notre connaissance ces précisions n'ont jamais été données. En conclusion, nous retiendrons ce que les promoteurs du projet communiquent dans le plan spécial à la page 7 de la même annexe que *« Au final, c'est le projet lui-même qui fournira des informations fiables sur la réponse sismique du sous-sol. »*. (Géo Énergie Suisse SA. 25.04.2014).

Les risques de séismes induits par les opérations de développement du réservoir géothermique ne sont donc pas imaginaires.
Au fil des années d'exploitation, les risques de séismes induits par les opérations de maintien d'un débit massique suffisant par stimulation-fracturation potentiellement récurrente non plus !

Et ce n'est pas parce que la zone n'est actuellement macro-sismiquement pas active qu'elle ne pourrait pas le devenir ! Selon la carte des séismes en Suisse et le catalogue des tremblements de terre du Service sismologique suisse, 3 séismes de magnitude supérieure à 2,5 se sont produits depuis 1987 à moins de 6 kilomètres du site prévu pour le forage (11 déc. 1987, magnitude MW 3,43 ; 28 mar. 2000, MW 2,85 ; 6 avr. 2000, MW 3,26 ; épicentres situés entre 6 et 9 kilomètres de profondeur) (voir Annexe I).

De plus, il apparaît que la localisation du site peut avoir son importance en cas de séisme. Autrement dit, les plaines alluviales, comme par exemple, la vallée de Delémont, connaissent de très fortes amplifications du mouvement du sol sismique en cas de secousses. Ainsi les constructions situées sur de tels sites sont particulièrement menacées par des dommages en cas de séisme. En conséquence, les études de risques devraient donc inclure les effets d'amplification du site. (Wiemer S., Kraft T., Trutnevyte E., Roth P. Octobre 2017). L'ont-elles véritablement inclus dans le cas de Haute-Sorne ?

• **Les précautions et garanties données par GES sont insuffisantes.**

GES prétend maîtriser les risques notamment de deux manières. Premièrement, la réalisation d'une réflexion sismique, destinée à visualiser les structures géologiques en profondeur et à déterminer la faisabilité ou non du projet. Or dans le rapport publié en 2017 par le Service Sismologique Suisse, on lit à la page 55 qu'une limitation évidente de la méthode est son insuffisance lorsqu'il s'agit d'imager le socle cristallin (c'est-à-dire à une profondeur de 4 à 5 km). Là, la réflexion sismique échoue parce

qu'à cette profondeur il est impossible d'obtenir suffisamment de contrastes. Ainsi, pour les projets pétrothermaux typiquement localisés dans le socle cristallin, la sismique réflexion n'a que peu d'utilité. Deuxièmement la mise en place d'un système de « *feux de signalisation* » destinés à s'activer en cas de séisme pour stopper les travaux. On découvre également avec stupéfaction à la page 33 du rapport susmentionné que le système de feux de signalisation prévu par les promoteurs pour déterminer le seuil auquel les travaux doivent être stoppés sous peine de déclencher un séisme important, n'a pas joué son rôle ni à St. Gall, ni d'ailleurs à Bâle, Pohang ou Vendenheim ! La raison serait que le réglage des feux de circulation, s'il est réglé prudemment dans le sens du citoyen, engendre un risque trop important pour le promoteur de devoir stopper son projet (p.28). Nous ne pouvons que craindre qu'il en soit de même à Haute-Sorne. (Wiemer S., Kraft T., Trutnevyte E., Roth P. Octobre 2017).

- **Le risque de devoir faire face à une remontée non maîtrisée de gaz à la surface ne peut pas être totalement écarté**

Il n'est pas exclu de devoir faire face à une remontée soudaine de gaz dans le puits (blowout) lors des opérations de forage ou de tests du puits foré. Ce gaz pourrait provenir du Trias ou d'un ou plusieurs grabens Permo-Carbonifères suspectés présents en profondeur. Une telle arrivée de gaz a d'ailleurs contribué à causer l'arrêt du projet géothermique de St-Gall en 2013, en générant un événement sismique largement ressenti en surface (M 3.5). Un autre paramètre critique ayant causé l'arrêt du projet fut un débit d'exploitation largement insuffisant, débit qu'il eut fallu tenter d'améliorer par de la stimulation hydraulique au prix d'un risque sismique très élevé. Ce risque ne fut pas pris et le projet fut arrêté !

Ce que les géologues savent des failles présentes dans le sous-sol par les traces observées en surface ou sur des profils sismiques ne sont que des représentations réductrices de la réalité. Leur extension en profondeur, leur perméabilité, les contraintes régnant dans le sous-sol à leur abord, leur contenu potentiel en fluide géothermique ne sont pas connus. La fissuration du massif à plus petite échelle n'est pas connue. Le volume rocheux dans la région de Haute-Sorne est parcouru par des failles importantes qui se matérialisent en surface et s'enracinent sans doute profondément jusque dans le socle constitué de roches cristallines ou selon les endroits, de roches Permo-Carbonifères.

Selon les épaisseurs estimées de la couverture sédimentaire et le gradient géothermique local, il est peu probable d'avoir atteint la température et la profondeur suffisantes pour une éventuelle maturation de matière organique potentiellement présente dans la couverture sédimentaire du bassin de Delémont. Cependant, le risque est plausible d'avoir des remontées de gaz dans le forage, avec de la matière organique ayant maturé et migré en provenance des grabens Permo-Carbonifères. La migration possible de ce gaz pourrait en outre être favorisée justement par les failles bel et bien reconnues dans la région au Nord-Ouest de Haute-Sorne (déformation chevauchante et décrochante de la Caquerelle) ainsi que par la faille de Develier reconnue au Sud-Est de Bassecourt.

- **Risque de sismicité induite à moyen terme**

Avec la durée de l'exploitation, de l'eau devra être régulièrement réinjectée (pour maintenir la boucle pétrothermale). Cette eau sera en partie perdue, ce qui va pouvoir venir alimenter la *« cocotte-minute »* au cours du temps, jusqu'à ce que ça explose éventuellement (donc avant d'arriver jusqu'à la phase *« contraction thermique »* détaillée dans le point suivant).
Si l'on se réfère à l'exemple de Pohang : le séisme de magnitude 5,5 s'est produit le 15 novembre 2017, environ 2 mois après la 5ème *« stimulation »* (= plusieurs injections d'eau par stimulation ; 18 sept. 2017), soit 23 mois après la 1ère stimulation le 29 janv. 2016. Par ailleurs, il est estimé qu'*« un volume net de 5841 m³. d'eau injectée est resté dans le sous-sol après les stimulations »*, soit 46% du volume global de 12'798 m³. d'eau injectée (Wiemer S. et al.,18 octobre 2019, p.9).
Ce volume *« mort »* mais accumulant de l'énergie est un facteur d'instabilité à moyen-long terme, susceptible d'induire un séisme direct ou indirect important, incontrôlable (en cas, par exemple, de réaction en chaîne avec un autre séisme naturel de magnitude *« modérée »* ! ?).

- **La sismicité induite sur le long terme et les dégâts en résultant ne peuvent pas être gérés ou anticipés**

Le problème de sismicité sur le long terme qui pourrait survenir en raison du refroidissement des roches dans le sous-sol profond n'est pas suffisamment pris en compte. En théorie, on doit s'attendre à une sismicité non négligeable due à la contraction thermique résultant du refroidissement des roches. Donc même si les forages se passent sans problème personne n'a de recul sur le risque de séismes qui pourraient survenir à cause de cette contraction en phase d'exploitation et après. La sismicité pourrait alors même apparaître en dehors du réservoir géothermique.
Le plan spécial le mentionne dans l'annexe sismicité du RIE à la page 9 : *« En raison du manque d'observations à long terme sur les installations EGS, on ne sait néanmoins pas avec certitude si l'on doit s'attendre à une sismicité non négligeable due à la contraction thermique. Dans le cadre de la présente étude, on considère les variations de contraintes résultant de la contraction thermique comme des mécanismes théoriquement envisageables, pouvant notamment conduire à l'apparition d'une sismicité en dehors du réservoir géothermique, dans des zones de failles naturelles. »* (Géo Énergie Suisse SA. 25.04.2014).

Voulons-nous accepter ce risque ?

- **Le risque pour les infrastructures immobilières visibles et enterrées n'est pas correctement évalué**

Il est admis que le projet de géothermie profonde présente un risque pour les bâtiments et autres infrastructures. Afin de pallier ce risque, les citoyens pourront bénéficier d'un protocole de fissures permettant d'établir des constats destinés à produire des preuves de fissures et autres dégâts existants avant et après les travaux de forages. Or ce protocole présente des lacunes :

- Il ne fait pas clairement état de l'expertise des infrastructures enterrées (par exemple, les captages d'eau, les installations de drainages, les fosses à purin et autres conduites).
- Il est réservé aux propriétaires fonciers habitant dans rayon de 2,5 km autour des puits alors que le périmètre d'évaluation des risques avait été évalué à un rayon de 6 km par GES **(voir annexe B)**. Le rayon retenu est donc restreint en regard de la zone d'incidence projetée par les promoteurs.

- **Factuellement aucun essai pratique de la technologie de stimulation-fracturation qui serait appliquée à Haute-Sorne n'a connu de succès**

En Corée, en 2017, un séisme très important de 5,5 sur l'échelle de Richter s'est produit à Pohang, suite à des travaux semblables dans le cadre desquels GES était présents. À Vendenhein, en Alsace, en raison d'une expérience similaire menée par l'entreprise Fonroche, des dizaines de séismes se sont produits. L'un d'eux s'est même déclenché à une distance de 5 km des puits de forages et a été ressenti sur des dizaines de km. Le spécialiste mentionné plus haut a explicitement dit que ce séisme est clairement lié aux forages profonds qui ont été effectués dans la région mais que si les scientifiques s'accordent sur ce point, ils n'arrivent pas à expliquer comment l'épicentre a pu se trouver aussi loin des puits. Le problème est clair : les réactions du sous-sol ne sont ni prévisibles, ni connues.

Autre exemple à Bâle bien que le projet a été stoppé en 2006. En 2017, l'activité sismique a ré-augmenté, et le réservoir s'est fortement agrandi aux bords sud et nord (de 400 respectivement 200 m) forçant la réouverture du puits afin de réduire lentement la pression en tête de puits, qui avait atteint 8,2 bars. (Wiemer S., Kraft T., Trutnevyte E., Roth P. Octobre 2017). En 10 ans, le réservoir s'est donc considérablement agrandi sans qu'il ait été re-stimulé/fracturé ! Comment devons-nous imaginer, projeter, la taille du réservoir chez nous à moyen-long terme à proximité de la faille de la Caquerelle et de la faille de Develier ? ! ?

• **Risques relatifs à la réalimentation en eau du réservoir géothermique**

Et si le circuit géothermique n'était pas totalement fermé ? étanche ? En effet, un circuit fermé et totalement étanche nous semble illusoire. N'oublions pas que le sous-sol est la nature, qui par définition n'est ni isotrope, ni homogène. Il paraît vraisemblable que la partie en trou libre puisse perdre de l'eau par la présence de failles naturelles. Quelles quantités seraient alors nécessaires pour faire fonctionner le circuit géothermique sur les 15 à 20 ans d'exploitation imaginés ? et avec quels risques ?

Et si cette eau maintenue sous pression pour que la boucle géothermique fonctionne s'infiltrait petit à petit dans l'hétérogénéité naturelle du socle cristallin hercynien, rappelons-le, une ancienne chaîne de montagnes, et favorisait à terme de la micro-sismicité induite grandissante, voire déclenchait de la macro-sismicité ?

Suivant les pertes en profondeur, les quantités d'eau nécessaires à faire fonctionner la boucle géothermale pourraient s'avérer conséquentes. Pour fonctionner, la boucle géothermale doit être maintenue sous pression. Et le risque que nous percevons est celui de voir un milieu souterrain profond petit à petit nourri en eau, migrant de loin en loin remplissant et réactivant des failles préexistantes, des fissures naturelles. Cela pourrait induire à terme une modification du champ de contraintes régional pouvant favoriser l'émergence de sismicité induite le long de failles profondes, telles que celles connues non loin, à savoir la zone de décrochement-chevauchement (transpressif ?) de la Caquerelle, ou la faille de Develier, pouvant libérer à terme de l'énergie sismique.

En effet, la présence des grabens Permo-Carbonifères tels que suspectés tout proches de la target géologique prévue par le projet de Haute-Sorne pourraient avoir induit une pré-fracturation dans les horsts de l'époque. De telles failles pré-existantes pourraient alors être recoupées et donc stimulées involontairement. Quelles en seraient alors les conséquences ?

Il apparaît clairement que la sismicité induite nécessite des mesures depuis la phase d'exploration initiale jusqu'à la fin du projet et au-delà, car la sismicité peut se produire des décennies plus tard après la stimulation et l'exploitation initiales.

ARGUMENT 4 – QUELS SONT LES RISQUES LIÉS À LA RADIOACTIVITÉ ?

Le projet risque de favoriser la remontée de radionucléides !

Comme déjà annoncé précédemment, le risque de remontées d'éléments radioactifs est important dans ce genre de projet. Les exemples sont documentés dans la littérature scientifique et le plan spécial l'évoque à la page 80 du RIE : *« Une certaine accumulation d'éléments naturels radioactifs dans l'eau de la boucle géothermale est également envisageable. »*

Nous craignons notamment divers radionucléides et en particulier des remontées de radon. Le radon est responsable de 8,5% des cancers du poumon déclarés en Suisse. Cet élément radioactif et ses produits de désintégration sont la deuxième cause de cancer du poumon, après le tabac (Office fédéral de la santé publique). L'arc jurassien est connu pour être une région particulièrement concernée par la thématique radon. Selon la carte du radon en Suisse, la zone du forage se trouve dans la partie haute de l'échelle ; la probabilité de dépassement de la valeur de référence de 300 Bq/m^3 dans les bâtiments est ainsi estimée à 16%.

La stimulation pétrothermale du soubassement cristallin aura pour effet, à l'instar d'une cocotte-minute, de favoriser encore davantage la diffusion du radon vers la superficie, non seulement au niveau du doublet de forage mais aussi pour toute la zone du réservoir. Cela pourrait dès lors entraîner/accroître des dépassements de la valeur de référence, et contraindre les propriétaires à envisager des frais importants de prévention, protection, ou d'assainissement des habitations dès la valeur limite de 1000 Bq/m3. (voir cartes Annexe G).

ARGUMENT 5 – LA GÉOTHERMIE EN HAUTE-SORNE, UN PROJET D'ÉNERGIE RÉELLEMENT RENOUVELABLE ?

L'énergie géothermique exploitée par le projet de Haute-Sorne ne sera pas une forme d'exploitation renouvelable de la chaleur de la Terre ! Pourquoi ?

La durée de vie de la centrale est estimée à 25 ans selon GES. Il est admis dans les documents produits par GES qu'au terme de cette durée d'exploitation, le sous-sol profond se sera trop refroidi pour espérer encore produire de l'électricité. Il est illusoire d'espérer laisser au sous-sol le temps de se réchauffer pour une exploitation ultérieure de la centrale car le réchauffement en provenance du centre de la Terre est un phénomène trop lent pour être renouvelé à l'échelle de la durée de vie des matériaux de la centrale. Au terme de l'exploitation, il sera donc nécessaire d'aller creuser ailleurs, avec des forages mettant en péril à jamais nos ressources en eaux souterraines en Vallée de Delémont !
Avec une durée de vie aussi courte, les promoteurs se disqualifient d'eux-mêmes : leur exploitation n'est pas renouvelable et le projet de Haute-Sorne ne peut pas être classé dans les énergies renouvelables !

• **Durée de vie de 25 ans avec quelles implications ou plutôt de moins de 17 ans ?**

Nous avons fait quelques calculs simples (voir Annexe D), de première approximation pour valider la durée de vie annoncée de l'installation. Les promoteurs disent juste, toutefois à certaines conditions qui sont évoquées puis développées et que vous pouvez découvrir dans l'annexe susmentionnée.

• **Durabilité réelle et soutenabilité effective du projet**

Fondamentalement, l'énergie géothermique est renouvelable si elle n'exploite pas l'énergie du sous-sol dans un volume donné plus que ce qu'il est rechargé par le flux de chaleur en provenance de l'intérieur de la Terre, du noyau, du manteau terrestre en plus de l'énergie produite par la radioactivité naturelle produisant de la chaleur dans la croûte terrestre. Le flux géothermique arrivant en surface est minime. Il est de l'ordre de 65 à 90 mW/m², alors que le flux solaire est de 1000 W/m² en plein soleil. De par le volume de la Terre et la température qui règne en son sein depuis plus de 4.5 milliards d'années, la chaleur géothermique en elle-même peut effectivement être considérée comme renouvelable sur le très long terme. Très pratiquement, lorsque l'on vise à exploiter de la chaleur géothermique dans le sous-sol, dès que l'on dépasse en captation le flux géothermique naturel, la température de la ressource diminuera avec le temps. C'est clairement le cas de figure du projet de Haute-Sorne.

Avec une durée de vie du réservoir géothermique de grand maximum 25 ans, nous sommes face à une exploitation minière de l'énergie du sous-sol, autrement dit une extraction d'énergie au terme de laquelle le filon sera épuisé. L'énergie géothermique exploitée sous cette forme ne peut pas être présentée comme une énergie renouvelable !

• Conversion de l'énergie en électricité et valorisation de la chaleur géothermique

De plus, seuls 13 à 14% de l'énergie géothermique récupérée sera transformée en électricité. Alors si on met en perspective les risques environnementaux, sismiques, le coût social, l'argent étatique investi, l'énergie grise engagée pour développer le projet, la réalisation de ce dernier n'a strictement aucun sens !
Par ailleurs aucune valorisation de la chaleur géothermique résiduelle après valorisation électrique ne semble finalement prévue dans le projet, contrairement à ce que GES avait avancé en 2014 dans une présentation de son projet pilote **(voir annexes E et F)**.

• Une aberration de plus du système proposé… et des nuisances

Pour fonctionner, pour produire de la noble électricité, une machine ORC[6] a non seulement besoin du fluide géothermique si possible à 150°C, mais elle a aussi besoin d'une source froide, sans quoi elle ne peut fonctionner. C'est la réalité, c'est inhérent à la physique, à la thermodynamique de ce type de machine. À noter au passage que le rendement électro-thermique de ce genre de machines est de 14%.
En l'occurrence, la source froide sera assurée par un puissant module de refroidissement du fluide de travail de la machine ORC. Trente-deux puissants ventilateurs de près de 4 m de diamètre seraient installés et tourneraient (sans bruit ? !) en continu pour dissiper 21 MWth de puissance thermique. C'est le fameux module de refroidissement qui serait installé au Nord-Est de la parcelle, donnant sur Berlincourt, Boécourt et Glovelier, à l'Est du bâtiment d'exploitation qui abriterait la centrale ORC.
Eh oui, vous avez bien lu, selon les chiffres fournis par les promoteurs eux-mêmes, une puissance thermique de 21 MWth partira dans l'environnement. Sur 8000 heures de fonctionnement annuel de la machine, cela correspondrait à 168 millions de kWh thermiques gaspillés chaque année.
Pour des questions de niveau de température (41°C -> 31°C) et de puissance de travail, cette énergie ne peut simplement pas être valorisée. Elle partirait donc directement dans l'atmosphère.
Le bruit (sons et infrasons ? !) des aéro-refroidisseurs n'importunera-t-il pas les habitants de Berlincourt, Boécourt et de Glovelier, ainsi que les riverains les plus proches de l'installation ?

[6] Une machine à cycle organique de Rankine aussi appelée ORC est une machine thermodynamique produisant de l'électricité à partir de chaleur, en utilisant un cycle thermodynamique de Rankine mettant en œuvre un composé organique comme fluide de travail.

- **Quel est le facteur d'énergie primaire non renouvelable (FEPnR) d'un projet tel celui de Haute-Sorne ?**

Exprimé de manière simple : quelle est l'énergie grise d'un tel projet ?
Il serait intéressant de se pencher sur le FEPnR réel (facteur d'énergie primaire non renouvelable) d'une installation de géothermie pétrothermale en Suisse, telle celle planifiée !
En quelques mots, ce calcul considérerait l'énergie primaire non renouvelable consommée par une telle installation sur tout son cycle de vie et le diviserait par l'énergie utile convertie par l'installation sur ce même laps de temps. Par comparaison à d'autres formes de conversion d'énergie sur la base de chiffres officiels et reconnus, il est aisé d'énoncer qu'un système géothermique pétrothermal ne sera jamais renouvelable. La construction de toutes les infrastructures indispensables pour convertir de la chaleur géothermique en électricité nécessitera toujours des énergies fossiles.
Ne nous leurrons pas, une installation géothermique, telle celle planifiée, nécessite beaucoup de ressources et d'énergies fossiles pour être mise en place.

Renoncer à construire la centrale de Haute-Sorne permettrait d'une part de ne pas prendre en otage notre bien commun que sont les eaux souterraines présentes à quelques centaines de mètres sous nos pieds, et d'autre part de ne pas participer à permettre à une telle technologie de se développer ailleurs en Suisse et dans le monde (tel que GES l'espère), puisque cette technologie nous est vendue de manière factuellement trompeuse comme renouvelable.

- **Quel serait le coût de l'électricité produite par le projet (s'il en produit un jour) ?**

Etant considéré comme un projet-pilote, les promoteurs se verront rétribuer l'électricité en quelque sorte à prix coûtant, à hauteur de 54 cts/kWh sur 15 ans, tel que fixé dans l'Ordonnance fédérale sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables (730.03 annexe 1.4, alinéa 4.3 - taux de rétribution de l'électricité produite par les installations géothermiques pétrothermales de moins de 5MW, comme celle prévue à Haute-Sorne). (OEneR, 1.11.2017)
Ainsi, le projet rapportera des millions de francs à GES. D'après nos calculs, au maximum 324 millions de CHF sur 15 ans, mais si peu aux collectivités qui auront pourtant largement financé le projet.

Voulons-nous réellement en connaissance de cause mettre potentiellement en péril la qualité du bien commun que sont nos eaux souterraines pour les 10'000 prochaines années, uniquement pour une quinzaine d'années d'exploitation d'une ressource profonde ?

ARGUMENT 6 – DÉGRADATIONS DES TUBAGES ET DE LEUR CIMENTATION APRÈS LA FIN DE L'EXPLOITATION

Qu'adviendra-t-il des installations réalisées en sous-sol en fin d'exploitation ? Est-ce bien raisonnable de réaliser des forages profonds au risque de mettre à plus ou moins long terme des aquifères primordiaux en connexion hydraulique ?

- **La perméabilité du réservoir géothermique pourrait diminuer au fil de du temps de son exploitation**

Que feront les promoteurs si la perméabilité du réservoir diminuait au fil du temps au point de compromettre le flux massique de fluide caloporteur indispensable à la conversion électrique ?
Les exploitants procéderont-ils à des stimulations hydrauliques et chimiques récurrentes et répétitives ?
Avec quels risques sur l'intégrité des tubages et de leur cimentation ?
Avec quelles conséquences sur la mise en connexion hydraulique de la boucle géothermale avec les aquifères du Dogger et du Malm ?
Avec quels risques sismiques sur le long terme ?

- **La gestion après la fin de l'exploitation, sur le long terme, des forages n'est pas explicitée et pourrait bien être réellement problématique !**

Une fois le réservoir géothermique vidé de sa substance énergétique, en une quinzaine d'années, les forages pourraient être mis hors service et purement et simplement bouchés, bétonnés… Or, les fluides salins continueront à circuler dans les interstices entre la roche forée, les cimentations réalisées et les tubages qui se corroderont de manière inéluctable au fil du temps.
Une connexion hydraulique même minime entre les différents aquifères superposés, superficiels et plus profonds est absolument à proscrire.

Et le meilleur moyen pour l'éviter est purement et simplement d'abandonner ce projet, de ne jamais forer à travers ces aquifères et encore moins de viser la profondeur de 5 km dans le socle !
Qu'adviendra-t-il du ou des forages en cas d'échec à un moment donné plus ou moins avancé du projet ?
Qui paierait les dégâts à l'environnement sur le long terme ?

ARGUMENT 7 – UN PROJET SURTOUT AU DÉTRIMENT DE LA SOCIÉTÉ JURASSIENNE

Le projet de géothermie profonde pétrothermale de Haute-Sorne met en péril la société jurassienne à différents niveaux.

- **Le projet engendre des inquiétudes au long cours et un stress inacceptable des populations locales, en particulier vivant à proximité du site.**

- **Le risque pour les entreprises locales (en particulier BIWI et PIBOR) implantées depuis longtemps dans la région et effectuant des opérations de grande précision de voir leur production interrompue par les vibrations est bien réel et ne devrait pas être admis.**

- **L'assurance RC des promoteurs de 100 millions de CHF est ridicule en regard de la zone potentiellement impactée par leurs activités et des dégâts projetés sur l'environnement. De plus, rien n'est précisé quant à l'échelle temporelle d'indemnisation des dégâts. Sur combien de temps les assurances des promoteurs marcheront-elles ? Nous voyons assez clairement qu'un scénario malheureusement courant s'opérera : les profits auront été privatisés et les dommages seront collectivisés.**

ARGUMENT 8 – LES OBJECTIFS RÉELS DE GES ET DE LA CONFÉDÉRATION NE SONT PAS CLAIRS.

En prenant un peu de recul, que sous-tend le projet de Haute-Sorne ?

• Quels sont les objectifs réels poursuivis par GES ?

Sachant que le processus de stimulation hydraulique a été breveté à fin géothermique et autres par GES nous nous questionnons de manière légitime sur les objectifs réels poursuivis par les promoteurs du projet. Il apparaît par exemple dans leur communiqué de presse du 20.06.2022 que : *« La campagne de mesures géophysiques, qui sera menée en complément du forage d'exploration, offre un filet de sécurité supplémentaire durant cette phase. Le forage d'exploration permettra de sonder précisément la nature du sous-sol jusqu'à une profondeur finale de 4 à 5 km. Il apportera ainsi, indépendamment de la suite du projet et des aspects géothermiques, de nombreuses et précieuses connaissances en sciences de la terre sur l'Arc jurassien entre Genève et Bâle »*, explique Peter Meier CEO de Géo-Énergie Suisse SA.

- L'acquisition de données du sous-sol pour viser à des stockages potentiels de méthane de synthèse pourrait-elle expliquer la présence de Hans Wach directeur de Gasverbund Mittelland AG au conseil d'administration de Géo-Énergie Suisse AG ?
- Indirectement ne serait-ce pas l'occasion d'effectuer une exploration énergétique de pétrole ou de tight gas en lien avec le Permo-Carbonifère ?
- En quoi ces objectifs collatéraux sont-ils renouvelables et contribuent-ils à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ?
- L'objectif est-il d'acquérir des données du sous-sol pour faire à terme du stockage de CO2 en Suisse ?
- De plus, comme l'entreprise GES AG est active dans le stockage souterrain de chaleur (stockages géothermiques), il n'y a, à notre sens, qu'un pas menu vers du stockage saisonnier de méthane de synthèse par exemple.

• Quel sont les objectifs réels poursuivis par la Confédération ?

Il nous paraît aussi important de questionner les objectifs poursuivis par la Confédération à travers ce projet étant donné que les soutiens financiers de la Confédération à ce projet sont multiples. Non seulement au niveau de la recherche en amont du projet (plusieurs projets de recherches sont notamment financés ou co-financés par le SCCER-SoE (centre de compétence suisse pour la recherche énergétique – Production d'électricité)), mais aussi au titre de contribution à l'exploration (CHF 90 millions attribués au projet par l'OFEN en septembre 2019), et également au niveau de la garantie du risque en cas d'échec du projet, sauf erreur de notre part avec une

garantie du risque en cas d'échec à hauteur de CHF 47 millions alloués par la Confédération le 21.02.2017, mais aussi au niveau de la production d'énergie comme nous venons de l'expliciter plus haut.

Les objectifs de la Confédération gagnent en clarté lorsque l'on étudie en détail le document « Stratégie Sous-sol Suisse » rédigé par la Commission Fédérale de Géologie (CFG) et édité sur le site de la Confédération en décembre 2022. Pour ne citer qu'un seul exemple, il apparaît que :

- « *La géothermie peut apporter une contribution essentielle à la transition énergétique et renforcer l'indépendance de la Suisse vis-à-vis des importations d'énergie. Le stockage intermédiaire saisonnier d'énergie, comme la chaleur excédentaire de processus industriels ou de sources d'énergie pour une utilisation ultérieure, contribue à la sécurité de l'approvisionnement énergétique et au comblement de la pénurie d'électricité en hiver. Le stockage de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre dans le sous-sol est nécessaire pour atteindre les objectifs climatiques de la Suisse, contraignants selon l'accord de Paris.* », (p9).

Ce paragraphe est très instructif sur les velléités des industriels et de la Confédération via la CFG. Une conquête massive du sous-sol s'annonce !

Du stockage intermédiaire saisonnier d'énergie signifie la réalisation de forages plus ou moins profonds pour stocker dans le sous-sol en milieu ouvert, après fracturation hydraulique au besoin, du gaz méthane importé quand le prix est bas et du méthane de synthèse. Ce dernier serait fabriqué par hydrolyse de l'eau et méthanation de l'H2 ainsi obtenu avec du CO2 récupéré au niveau industriel. L'hydrolyse de l'eau permettant d'obtenir le précieux hydrogène serait réalisée durant l'été avec les surplus estivaux de solaire PV et d'éolien. Du coup, la technologie nous sera annoncée comme renouvelable ! Stocker du gaz dans le sous-sol en été pour le repomper en hiver et l'injecter dans le réseau gazier suisse et le consumer dans des centrales à gaz pour le transformer en électricité. C'est la technologie du Power-to-Gaz-to-Power, dont le rendement se situe maximum autour de 40%, avec en prime des pollutions souterraines pérennes. Conscients de tout cela, les citoyennes et citoyens l'accepteront-ils ?

L'autre volet contenu dans ce paragraphe est **le stockage de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre (Ahz bon, lesquels ? !) dans le sous-sol qui est nécessaire pour atteindre les objectifs climatiques de la Suisse, contraignants selon l'accord de Paris**. À nouveau, la pression sur le sous-sol s'annonce rude pour nos eaux souterraines. Nos autorités sont en train de mettre en place un cadre légal leur permettant de potentiellement réaliser des forages profonds pour y entreposer notamment du CO_2, dans des réservoirs naturels souterrains en milieu ouvert (dans la roche), au besoin à nouveau en procédant à de la fracturation hydraulique.

Plus largement, avec les éléments contenus dans la Stratégie Sous-Sol Suisse (CFG, décembre 2022), il nous semble que la Confédération tente, d'une certaine manière, de prendre le contrôle du sous-sol, alors que cette thématique est juridiquement de compétence cantonale. Les cantons vont-ils se laisser faire ? Il s'agit à notre sens d'une forme de perte de démocratie régionale. Est-ce porteur de sens commun ?

Si l'un des objectifs de la Confédération de soutenir le projet de Haute-Sorne tel qu'elle l'a fait à hauteur de près de 150 millions de CHF jusqu'ici est d'aboutir à la réalisation de multiples forages profonds en Suisse – toujours au mépris des eaux souterraines, un bien commun essentiel à protéger coûte que coûte – pour de la géothermie profonde pétrothermale, pour y enfouir du CO2, de l'hydrogène ou y stocker du méthane ou du méthane de synthèse, alors, les citoyennes et citoyens devraient comprendre qu'il est primordial d'émettre un **STOP CLAIR ET NET** à ce projet délétère qui semble être un fer de lance de la Confédération.

SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Les 8 arguments de l'opposition présentés dans ce document montrent que la question des eaux souterraines et de leur protection est absolument centrale. Ce projet met clairement en péril cette ressource irremplaçable et essentielle à la vie de chacun·e d'entre nous. Les risques majeurs de gaspillage et de pollution sur nos eaux souterraines, un bien commun vital et des perturbations des écoulements souterrains au niveau hydraulique[7] au long court sont beaucoup trop grands et ne doivent sous aucun prétexte être pris. Avec un projet tel que Haute-Sorne, prendre en otage des eaux souterraines indispensables à la vie future dans un climat nettement plus chaud qu'aujourd'hui est purement et simplement criminel.

Il est également flagrant que ce projet présente des risques de sismicité induite qui ne sont maîtrisables ni à court ni à moyen et long terme. Par conséquent, comme pour toutes les autres technologies, un équilibre entre les risques et les avantages potentiels aurait dû être mieux calculés et il est tout à fait inacceptable de faire courir un risque aussi important et non maîtrisé à la population jurassienne !

Par ailleurs, ce dossier démontre que l'énergie hypothétiquement produite par ce projet n'est pas renouvelable et que le projet en lui-même ne l'est pas non plus. S'il devait se réaliser, cela serait non seulement au détriment de l'environnement, mais aussi au détriment de la société jurassienne et ceci sur du très long terme même largement après la fin de l'exploitation. La géothermie profonde telle que recherchée dans le projet de Haute-Sorne en Suisse ne pourra jamais être considérée comme une énergie durable, renouvelable, exploitable de manière économiquement rentable et de manière tout à la fois soutenable sur le long terme.

Sur la base des arguments développés, le collectif Citoyens Responsables Jura est d'avis que le projet de Haute-Sorne est un non-sens, un leurre et même un cheval de Troie non seulement pour le Jura, mais pour la Suisse entière. Et pourtant, les promoteurs du projet et les politiciens semblent convaincus du contraire. C'est en tous les cas ce qu'ils laissent entendre aux citoyennes et citoyens dans le paradigme actuel de la transition énergétique qui vise à sortir du nucléaire tout en développant massivement les énergies dites renouvelables pour se départir des énergies fossiles. Toutefois, cela ne doit en aucun cas se faire au dépend de la population et encore moins au mépris total des eaux souterraines indispensables à la vie.

Dans le document Stratégie Sous-Sol Suisse on peut lire *« Dans le sous-sol également, les intérêts particuliers se heurtent à des intérêts davantage orientés vers le bien commun. Parallèlement, la question se pose de savoir quelles ressources spatiales,*

[7] Plan spécial, page 24, annexe « eaux souterraines : *« La surveillance hydrogéologique pourra également comporter un programme de suivi quantitatif dans la mesure où les secousses sismiques pourraient induire un risque de perturbation des écoulements d'eau souterraine»*.

énergétiques et matérielles du sous-sol doivent être utilisées actuellement et lesquelles doivent être préservées pour les générations futures. L'aménagement du territoire dans le sous-sol doit donc toujours être orienté vers le long terme. », (CFG, décembre 2022, p10). À Haute-Sorne, nous sommes justement dans le cas de figure décrit dans les lignes directrices de la Commission fédérale de géologie : les intérêts particuliers des promoteurs se heurtent à des intérêts davantage orientés vers le bien commun. De notre point de vue, les aquifères (ressource matérielle selon la définition de la CFG) de la Vallée de Delémont sont un intérêt, un bien-commun à préserver pour les générations futures, à préserver sur le long terme ! De notre point de vue, l'intérêt prépondérant doit toujours être l'intérêt commun orienté vers le long terme et non l'intérêt privé de promoteurs.

Nos élues et élus de tous les bords politiques devraient toutes et tous se sentir pleinement concernés et s'allier pour défendre de manière unanime un intérêt commun sur le long terme. Nos enfants et petits-enfants nous serons reconnaissants de l'intelligence d'action collégiale de nos élues et élus, car ce qui est développé dans ce document dépasse largement la défense d'idées politiques partisanes ! Notre action s'inscrit dans la défense d'un bien commun dans une vision à long terme.

Alors que les voies légales ont tristement montré leurs limites, nos élues et élus politiques qui sont après tout des citoyennes et citoyens chargés de défendre l'intérêt commun sauront-ils écouter nos arguments factuels pour faire définitivement tomber ce projet ? Les personnes actives au sein des administrations sauront-elles prendre leurs responsabilités ?

CONCLUSION CONSTRUCTIVE DANS L'ACTION

Alors arrêtons DE TOUTE URGENCE les frais avec Haute-Sorne et mettons en œuvre localement une politique réaliste et porteuse de réel sens commun en matière d'énergie !

Il paraît important de bien recentrer le problème de l'énergie et surtout de bien le poser. La question énergétique à laquelle nos sociétés tentent de répondre avec des projets tels que Haute-Sorne pourrait en quelque sorte être formulée ainsi : *« Comment faire pour produire assez d'énergie ou plus afin de répondre aux besoins de la société ? »*. Nous sommes d'avis que le problème devrait plutôt être formulé ainsi : *« Comment faire pour maintenir des conditions de vie confortables tout en consommant moins d'énergie ? ».* Plus clairement, avant de penser à convertir de l'énergie géothermique pétrothermale à une seule fin électrique, au mépris des eaux souterraines sur le long terme, avant de stocker du CO^2 dans des réservoirs fracturés dans le sous-sol, il conviendrait de prendre des mesures effectives très concrètes pour diminuer de manière significative nos consommations d'énergie aux niveaux tant individuel qu'infrastructurel, et surtout de limiter le gaspillage énergétique. La transition énergétique vue sous cet angle est dès lors moins un problème d'énergie qu'un problème de comportement.

Les projets définitivement non-renouvelables tels Haute-Sorne ne sont pas indispensables et il est possible de se passer de la construction de telles nouvelles puissances de conversion, uniquement par des économies d'énergie tout à la fois importantes et non douloureuses.

En baissant nos consommations sans perte de confort, nous diminuerions aussi notre vulnérabilité au quotidien et notre niveau de notre dépendance par exemple aux produits énergétiques de provenance lointaine. Lorsque de nouvelles puissances de conversion sont installées sans réellement agir pour diminuer les consommations en amont, ces réflexions ne peuvent s'opérer.
Alors isolons massivement nos bâtiments et exigeons un réel soutien fédéral, cantonal et communal à ce titre ! Développons le solaire thermique pour assurer les besoins de base. Utilisons la surface de nos toits et développons du photovoltaïque en petits réseaux, là aussi pour assurer avant tout les besoins quotidiens. Développons des installations de chauffage à bois sur des bâtiments extrêmement bien isolés et dans le respect de ce que le bien commun forêt peut nous accorder. Développons les petites installations de conversion d'énergie peu technologiques et peu impactantes sur l'environnement et développons des coopératives réellement citoyennes d'énergie thermique et électrique.
Nous pensons qu'il faut peut-être envisager et admettre que la donne énergétique est en train de changer et que la transition ne pourra se faire qu'en réduisant notre consommation.

Il est minuit moins une, les forages sont quasi prêts à démarrer dans notre contrée, n'est-il pas le dernier moment d'un sursaut de clairvoyance ?

BIBLIOGRAPHIE

Commission fédérale de géologie (CFG). (5 décembre 2022). Stratégie Sous-sol suisse. Récupéré de : https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/75196.pdf

Géo Énergie Suisse SA. (25.04.2014). (RIE) Annexe sismicité. Synthèse des études relatives à la sismicité induite. Projet pilote de géothermie profonde Haute-Sorne.

Géo Énergie Suisse SA. (20.06.2022). Feu vert pour le projet de géothermie profonde de Haute-Sorne. Communiqué de presse. Zurich.

Géo Énergie Suisse SA. (09.07.2014). (RIE) Rapport d'impact sur l'environnement pour la construction et l'exploitation d'une centrale géothermique pilote. Site Haute-Sorne. (RIE)

Géo Énergie Suisse SA. (09.12.2020). Prise de position de Géo-Énergie Suisse SA suite à l'arrêt du projet de géothermie de Vendenheim en Alsace. Zurich.

Le Temps. (17 août 2016), *« Au mont Terri, où l'on met l'atome en prison »*.

MFR Géologie-Géotechnique SA. (23.04.2014). (RIE) Annexe eaux souterraines. Rapport d'impact sur l'environnement pour la construction et l'exploitation d'une centrale géothermique pilote. Chapitre EAUX SOUTERRAINES. Delémont.

OEneR. Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables. (1er novembre 2017 (Etat le 1er janvier 2023)). Récupéré de : https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/2017/766/20230101/fr/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-2017-766-20230101-fr-pdf-a.pdf

OFEFP. (2004). Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines. Berne. Récupéré de : file:///C:/Users/Admin/Downloads/instructions_pratiquespourlaprotectiondeseauxsouterraines.pdf

RCJU. (Juin 2015). Plan spécial cantonal « projet pilote de géothermie profonde », prescriptions.

RCJU Office de l'Environnement. (Septembre 2019). Cadastre cantonal des sites pollués : vue d'ensemble et considérations stratégiques. Saint-Ursanne.

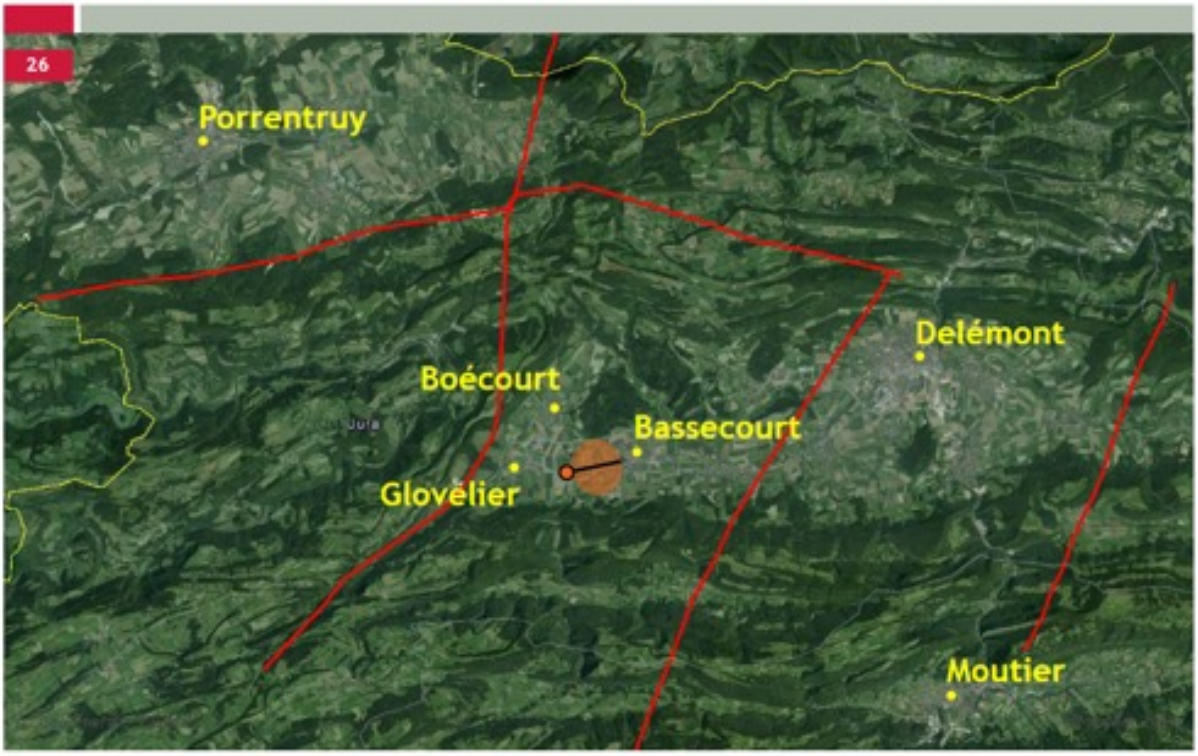
Surbeck, H. (22.11.2013). (RIE) Annexe Radioactivité. Problèmes possibles dus aux radionucléides naturels dans le cadre de projets de géothermie. Cordast.

Wiemer S. et al. (18 octobre 2019). Evaluation du risque sismique du projet géothermique de Haute-Sorne, à la lumière du tremblement de terre de Pohang (Corée du Sud). Service Sismologie Suisse (SED).

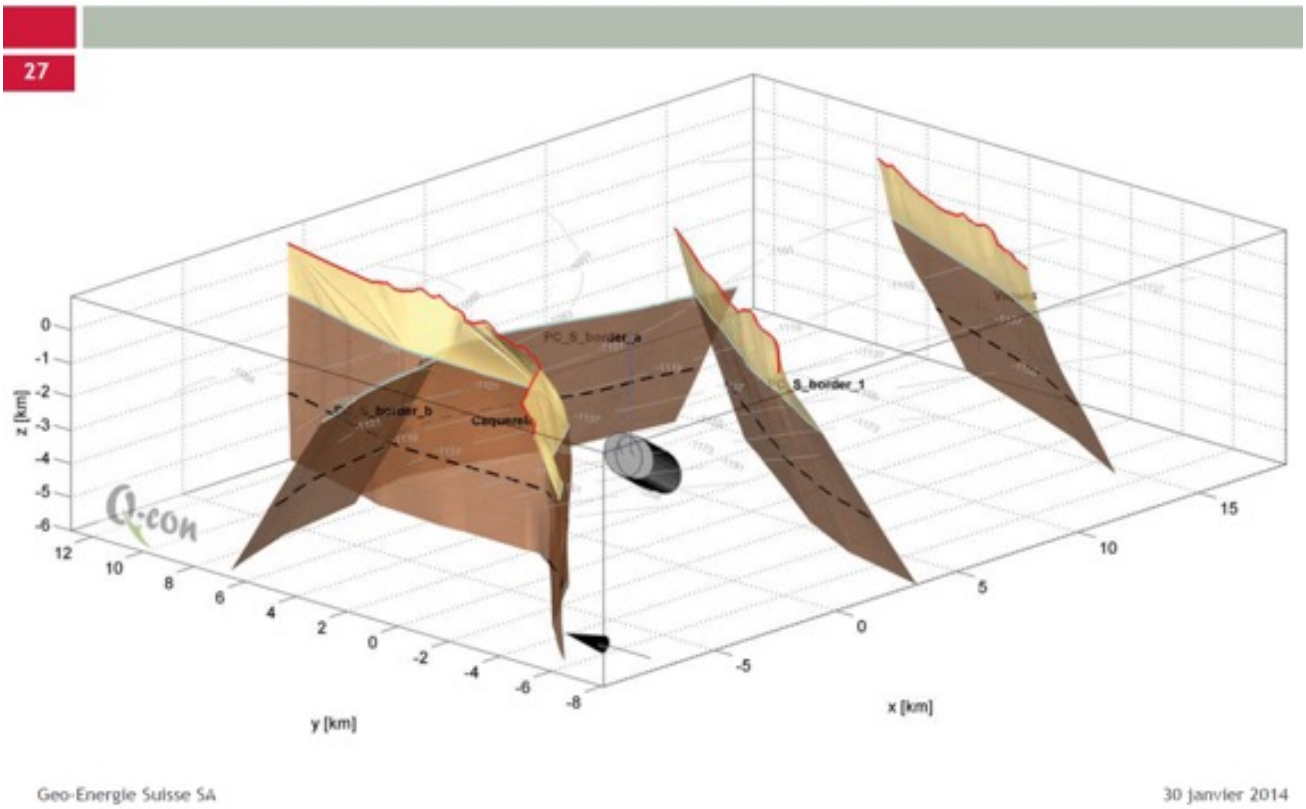
Wiemer S., Kraft T., Trutnevyte E., Roth P. (Octobre 2017). *« Good Practice´ »* Guide for Managing Induced Seismicity in Deep Geothermal Energy Projects in Switzerland. Service Sismologique Suisse. (SED).

ANNEXE A

Zones de failles identifiées dans l'étude géologique
Position du forage et du réservoir géothermique



Modèle tectonique régional 3D (env. 20 x 30 km)
estimation «conservative» des zones de faille



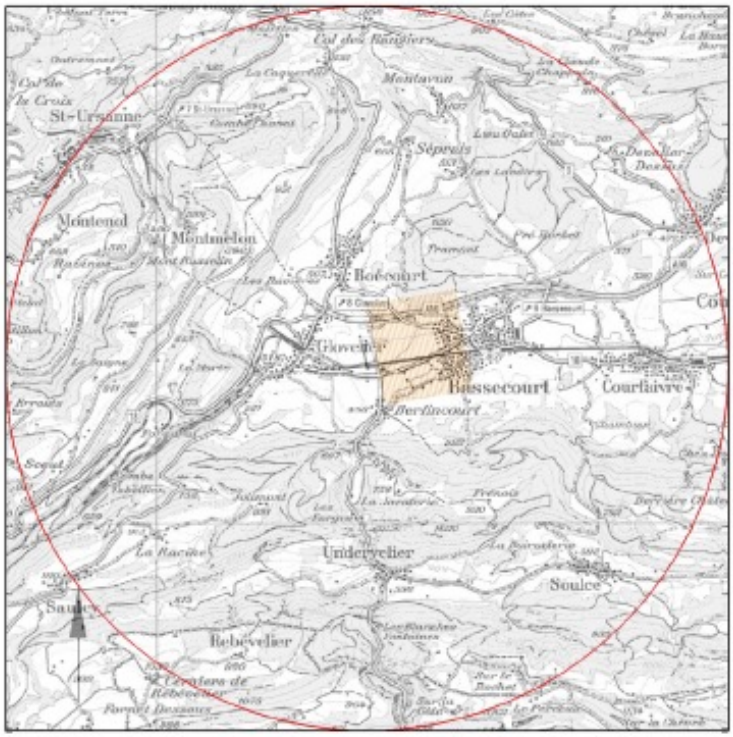
ANNEXE B

3.1. Périmètre d'étude restreint

Périmètre d'étude de 6 km autour du site du projet

Le périmètre d'étude restreint doit couvrir la zone dans laquelle on peut s'attendre à des dommages potentiels dus à un séisme. Cette zone dépend principalement de la magnitude et de la profondeur du foyer du séisme. C'est pourquoi la détermination d'un périmètre d'étude ne peut s'effectuer que pour une magnitude et une profondeur de foyer données.

Pour déterminer le périmètre, on considère comme base de calcul le déclenchement d'un séisme de magnitude M_w=3,1 dans le réservoir. Si le système de feux de signalisation décrit dans le chap. 6.3 passe au rouge, la probabilité de déclenchement d'un séisme Mw=3,1 est de 1:100. Le périmètre a été défini de manière à inclure toutes les zones habitées dans lesquelles, à la suite d'un séisme de magnitude M_w=3,1 les ébranlements du sol modélisés dépassent la limite de dommages matériels possible pour les bâtiments d'habitation, de 5 mm/s (Chap. 1.4). Il en résulte un périmètre d'env. 6 km autour du site du projet (voir l'Illustr. 9). En dehors de ce périmètre, la valeur limite précitée n'est que rarement dépassée, dans des zones très peu habitées.

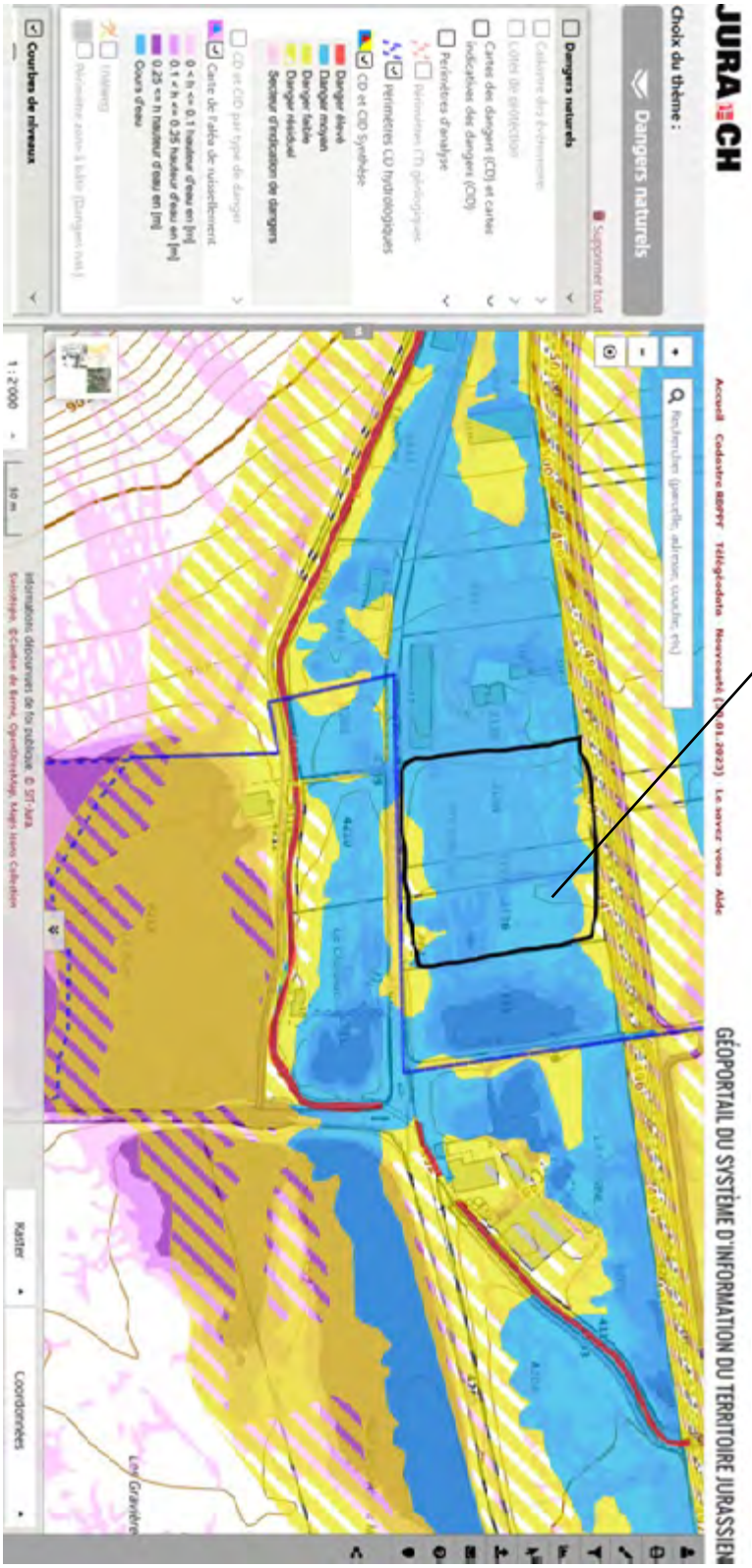


Illustr. 9 Représentation du périmètre d'étude restreint de 6 kilomètres autour du site de Haute-Sorne. La position de l'échangeur de chaleur est représentée par la zone hachurée en brun. Illustration reproduite avec l'autorisation de swisstopo (BA120403).

Source : Géo Énergie Suisse. 2014 (25 avril). Synthèse des études relatives à la sismicité induite. *Projet pilote de géothermie profonde*. p.18

ANNEXE C

Carte des zones inondables. Source Géoportail du Canton du Jura, consulté le 10.02.2023



Parcelles 2136, 2137,2138.
Propriétaire Géo Énergie Suisse SA

ANNEXE D

c granite	840	J/kg x K		
largeur	400	m		
hauteur	1000	m		
longueur	1000	m		
volume	400 000 000	m³		
masse volumique granite	2700	kg/m³		
masse du volume considéré	1 080 000 000 000	kg		
	1,08E+12	kg		
deltaT exploité =	20	K entre 150 et 130°C		
énergie théorique libérable avec deltaT donné =	c granite x masse du volume considéré x deltaT exploité =			
	18144000000000000	Joules		
	1,81E+16	Joules		
puissance électrique visée	5	MW		
	5 000 000	W		
rendement électro-thermique ORC si T<300°C	14%	selon GES AG	(10 à 20 %)	
puissance thermique TOT nécessaire Pour puissance élec visée	35,7	MW		
	35 714 286	W		
puissance thermique valorisable En sortie d'évaporateur	30,7	MW		
Puissance (W) =	énergie (J) / temps (s)			
Temps (s) =	énergie (J) / puissance (W)			
Temps (s) =	508032000	secondes		
	5,08E+08	secondes		
	8467200	minutes		
	141120	heures		
	5880	jours	1 année =	
	16,11	années	8760	heures
		Disponibilité de l'installation		
	17,64	**années**	**8000**	**h/an**
→	**17,6**	**ans**	**8000**	**h/an**
			28800000	**s/an**
	Durée de vie MAX du réservoir avec deltaT 20K entre 150 et 130°C			
Déplétion °K/an sans réinj =	**1,14**	17,6	ans	
Déplétion °K/an avec réinj 100l/s après deltaT60°K =	**0,80**	25	ans	
Déplétion °K/an avec réinj 100l/s après deltaT90°K =	**1,20**	16,7	ans	
Débit du fluide géothermique (l/sec)	20	l/sec par MWe	(réf.UK si Tfluide =175°C !)	
	100	**l/sec pour la puissance thermique nécessaire**		
	705 600 000 000	Wh		
	705 600 000	KWh convertis	en 17.64 ans	
	704 000 000 000	Wh sur	17,6	ans
	704 000 000	KWh convertis	en 17.6 ans	
	600 000 000 000	**Wh sur**	**15**	**ans**
	600 000 000	**KWh convertis en 15 ans**		
	40 000 000	**KWh convertis par année**		
	40	**GWh MAX convertis en électricité par année**		
	286	**GWh MAX valorisable en sortie d'ORC nu de 14%**		
Retribution rdonnance fédérale sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables (730.03 annexe 1.4, alinéa 4.3)	0,540	CHF/kWh		
	324 000 000	**CHF**		

En première approximation, le réservoir géothermique se refroidirait effectivement de 20°K (150°C -> 130°C) en 25 ans. Cela est valide à la condition qu'il soit possible de réinjecter 100 l/sec à 90°C dans le réservoir en profondeur, afin qu'il ne se refroidisse pas trop vite, en y soutirant selon nos calculs 35.7 MWth pour nourrir l'ORC et ainsi pouvoir convertir la chaleur géothermique à hauteur de 5 MW électriques.
Cela implique aussi de fait une non-utilisation de l'énergie résiduelle après passage dans l'ORC, qui pourrait par exemple être valorisée dans un réseau de chauffage à distance (CAD avec 12 MWth disponibles, selon les promoteurs). Pour le détail, voir Annexe D.

Si le CAD était construit, le fluide géothermique serait réinjecté non plus à 90°C comme en sortie d'ORC sans valorisation en cascade, mais à 60°C. Et dans ce cas de figure, vu que la température de réinjection est plus faible, la durée de vie de l'installation passe de 25 ans à moins de 17 ans !

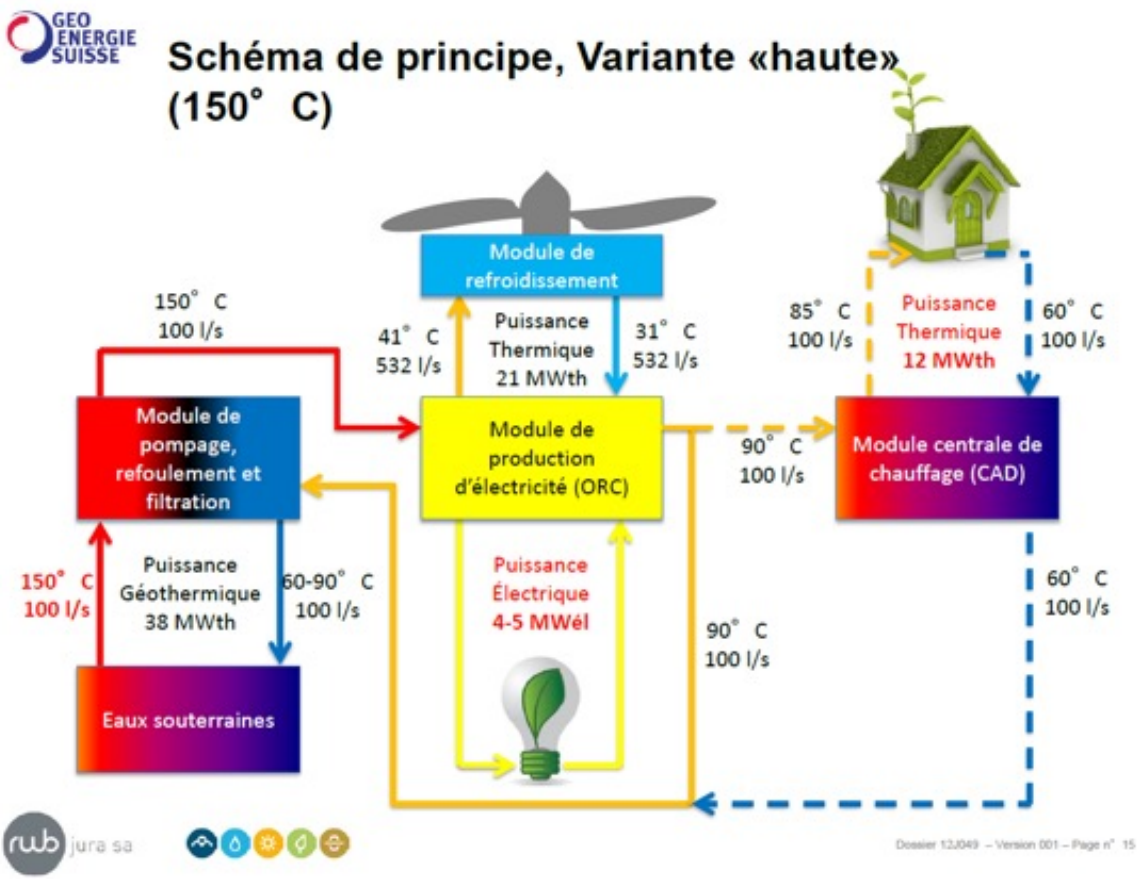
En d'autres termes, les promoteurs n'ont strictement aucun intérêt à valoriser les 12 MWth qui seraient disponibles pour alimenter un CAD.

Et encore faut-il que les 100 litres/seconde de fluide géothermique à la température de 150°C puisse être obtenus à l'entrée de l'ORC, donc que le réservoir géothermique puisse être suffisamment fracturé à cette fin à minimum 4500 ou 5000 mètres de profondeur et fonctionner sur une petite vingtaine d'années !

Comme nous l'explicitons plus haut, sans un soutien massif de la Confédération (à hauteur jusqu'ici de plusieurs dizaines de millions de francs !), sans un cadre légal taillé sur mesure pour la reprise du courant à des tarifs particulièrement élevés, sans des objectifs complémentaires questionnant, ce projet de géothermie dit renouvelable ne verrait jamais le jour !

ANNEXE E

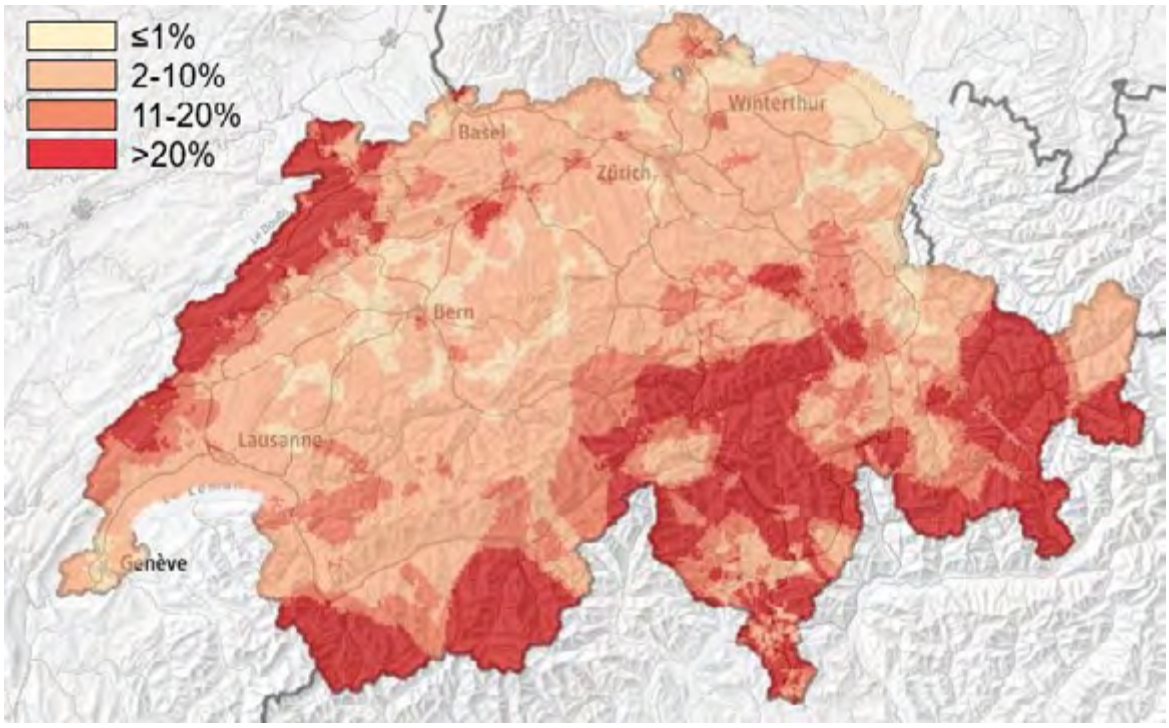
ANNEXE F



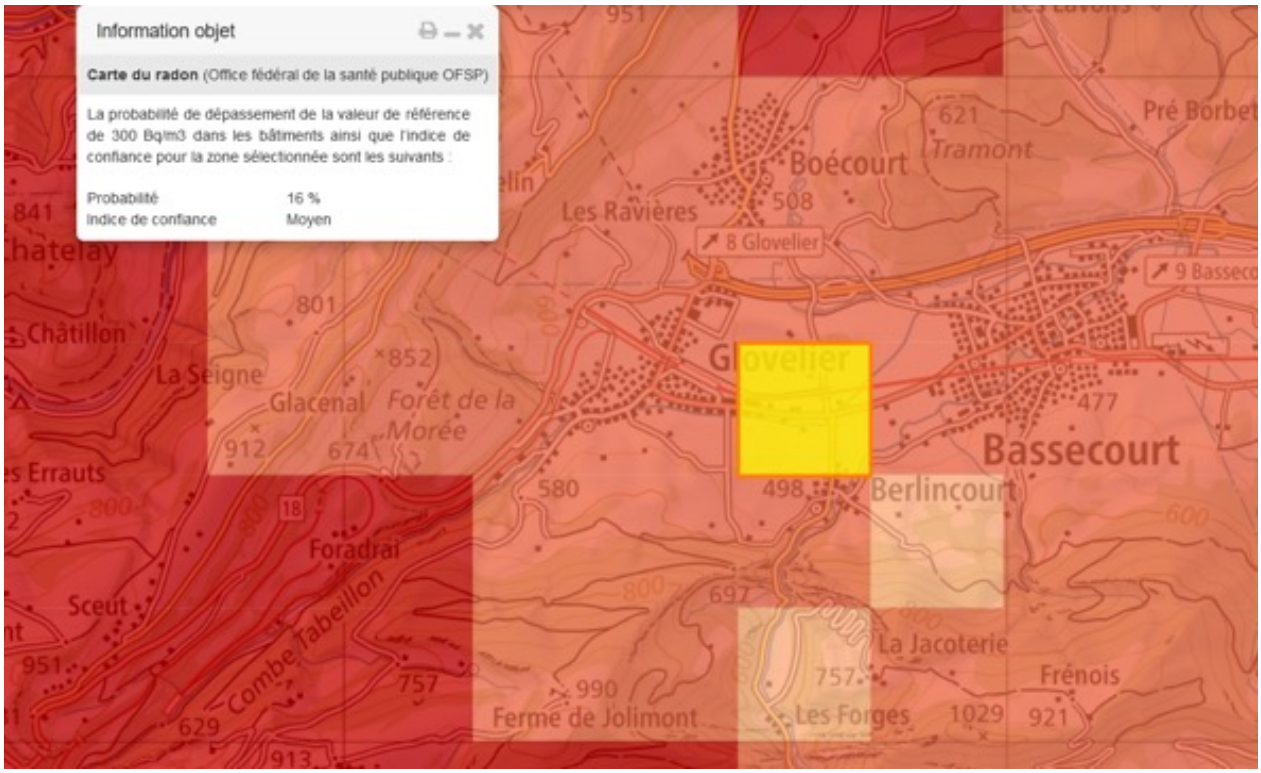
ANNEXE G

Carte du radon et outil de contrôle radon
La carte indique une probabilité [%] de dépassement de la valeur de référence de 300 Béquerels par mètre cube [Bq/m3] pour la concentration de radon dans les bâtiments.

Probabilité de dépassement de la valeur de référence [%] :



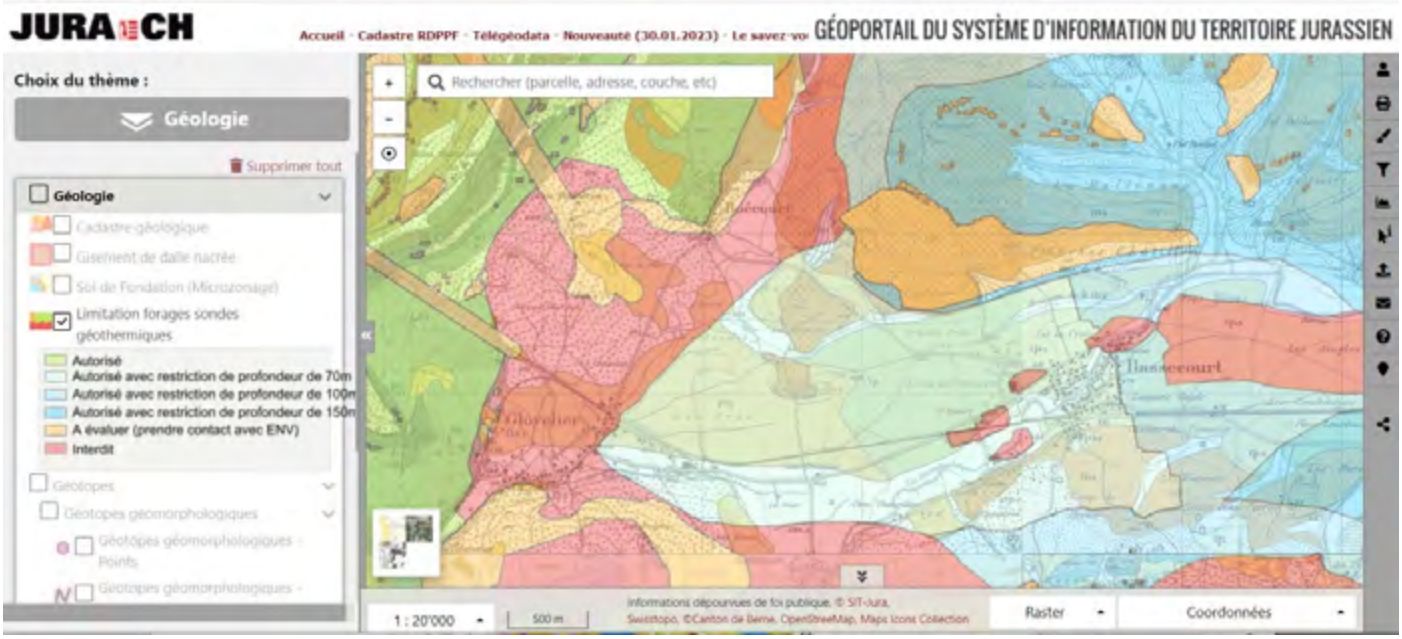
Source : Office fédéral de la santé publique, 2018

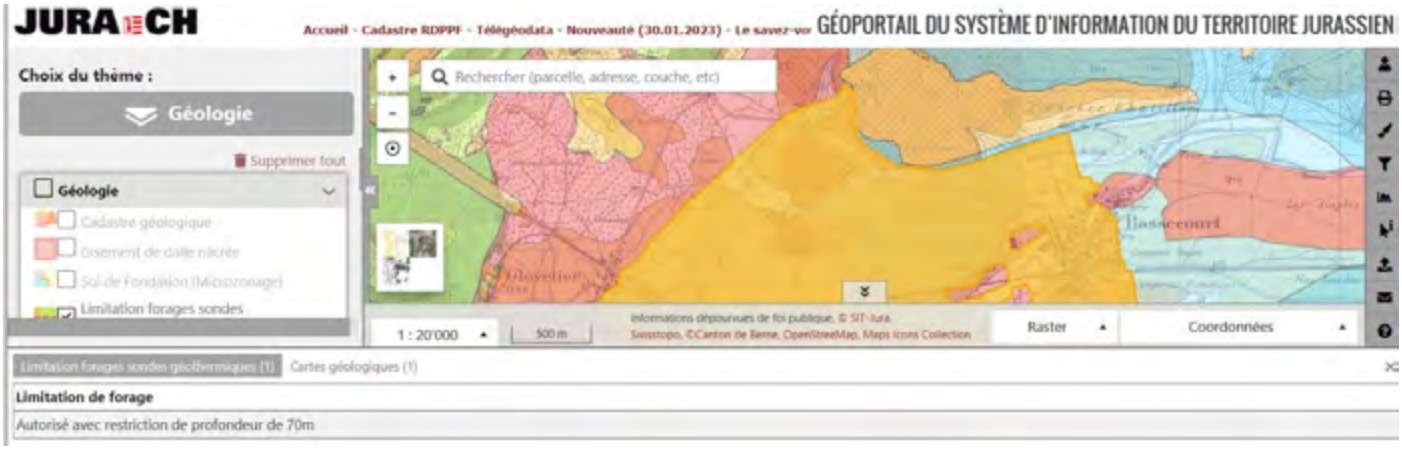


ANNEXE H

B. Carte de limitation des forages - sondes géothermiques

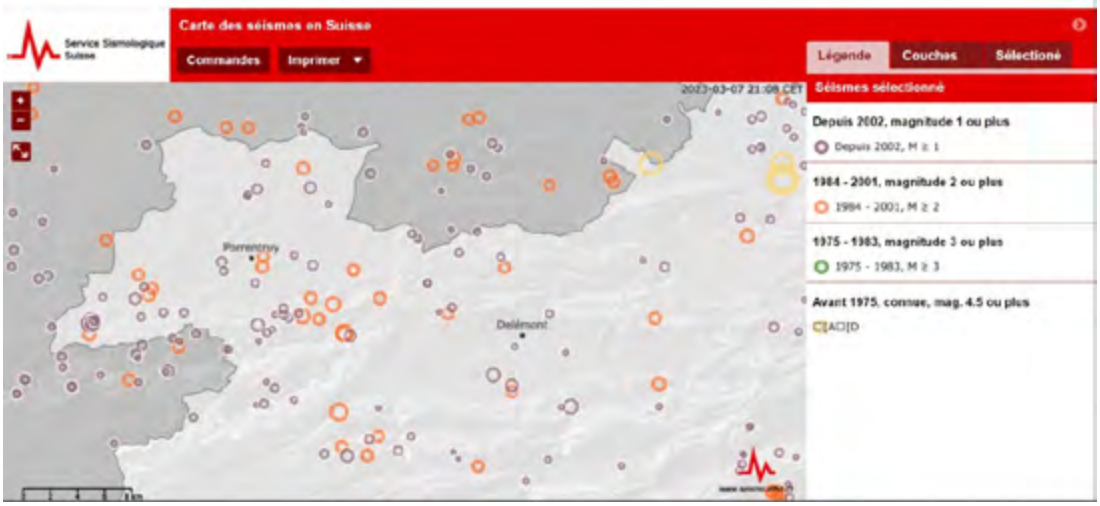
La carte indique que la zone est classée comme « Autorisé avec restriction de profondeur de 70 mètres » (Source : Géoportail du système d'information du territoire jurassien).

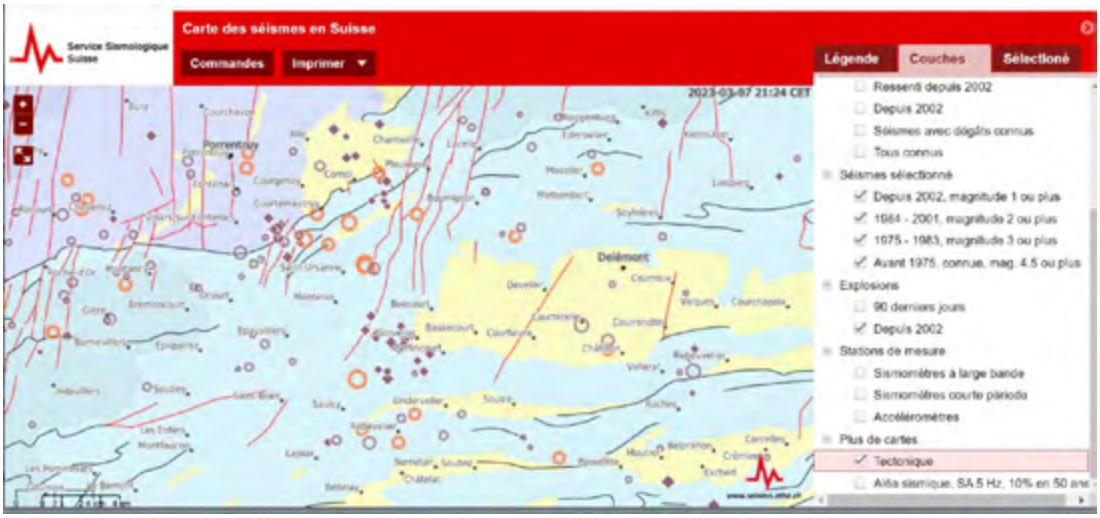




ANNEXE I

Carte des séismes dans la région
Les cartes indiquent les séismes depuis 1984 ;
Haut : séismes de magnitude 2 ou plus (cercles orange) de magnitude 1 ou plus (en mauve) ;
milieu : avec fond de la carte routière ;
bas : avec éléments tectoniques (failles en rouge) et événements d'explosions en surface. (Source : Service sismologique suisse).





Mars 2023

Association Citoyens Responsables Jura
crjsuisse@gmail.com
www.crjsuisse.ch