

# Energies renouvelables: **Développement de la géothermie profonde dans le canton de Vaud**

## **Jacqueline de Quattro**

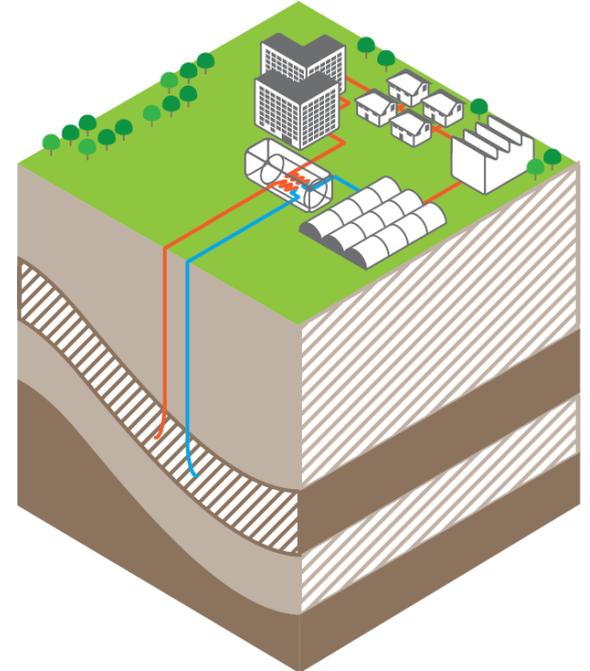
conseillère d'Etat en charge du Département du territoire et de l'environnement

## **Renaud Marcelpoix**

chef de la division Géologie, sols et déchet, Direction générale de l'environnement

## **Nicole Lupi**

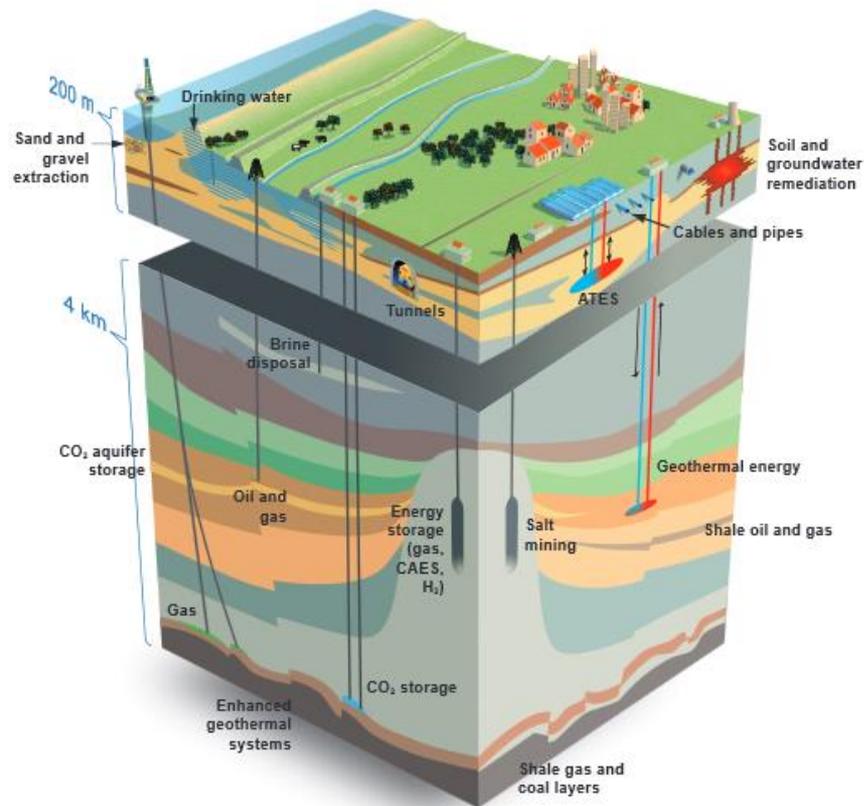
spécialiste énergies renouvelables – géothermie profonde, Office fédéral de l'énergie



# Sous-sol: des usages multiples et des enjeux croissants

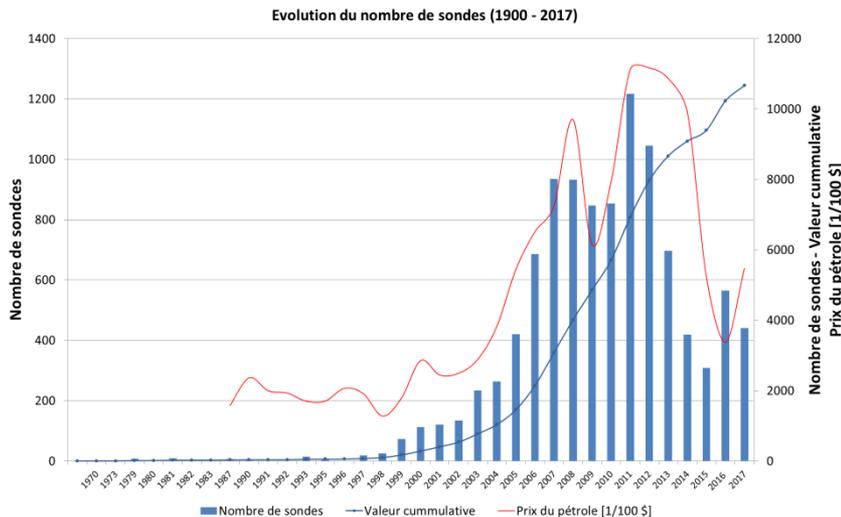
Le sous-sol est employé pour de **multiples usages** (chaleur, matières premières, stockage, etc)

Les ressources souterraines sont de plus en plus sollicitées et permettent de répondre à des **besoins vitaux de la société** (eaux de boissons, matières premières, etc...)

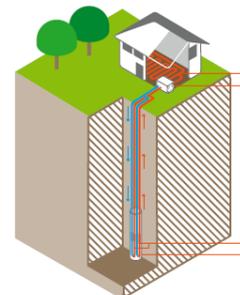
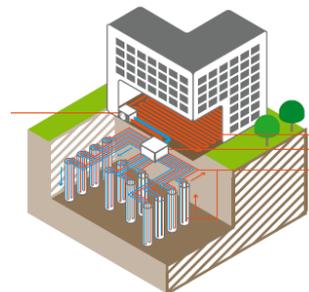
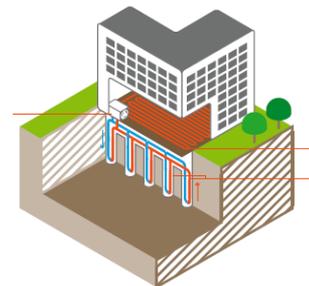


# La Suisse, championne de la géothermie de faible profondeur

Une utilisation déjà intense de l'énergie géothermique de faible profondeur



On ne dénombre **nette part ailleurs dans le monde** autant d'installations à sondes géothermiques (sondes, champs de sondes ou pieux énergétiques) par kilomètre carré de territoire.



# Un cadastre pour la géothermie de faible profondeur déjà existant

📍 > Cadastre de géothermie basse température

🕒 > TRT (Test de réponse thermique)

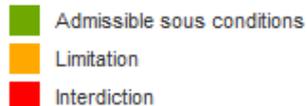
📍 > Nombre de sondes



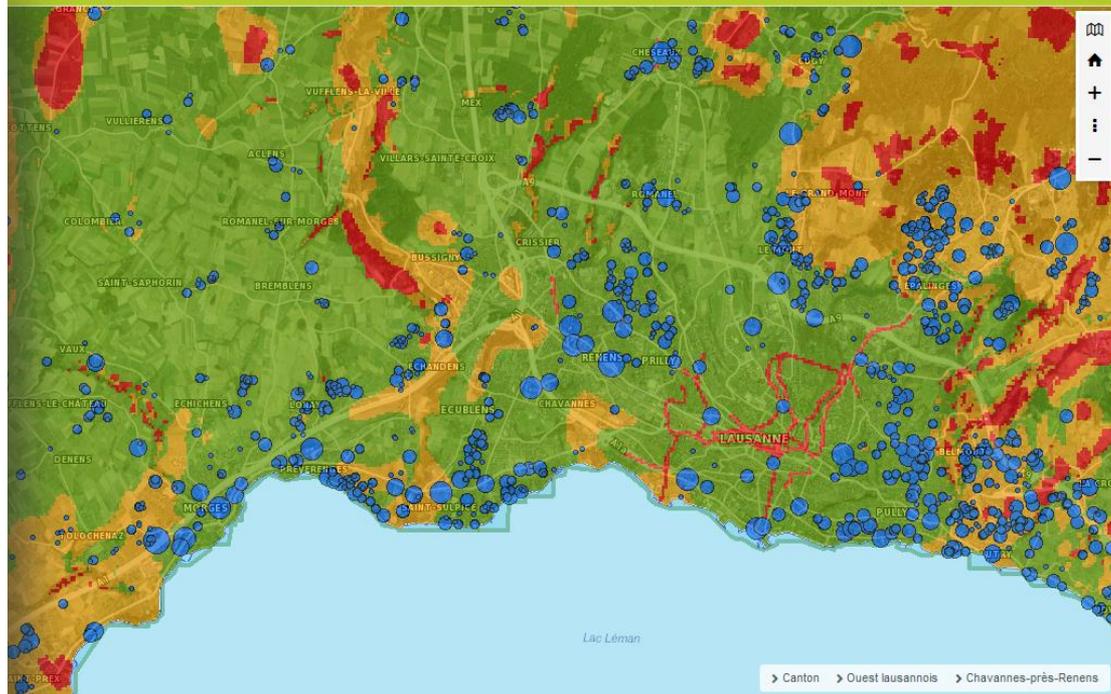
🕒 > Isohyse du toit du rocher

📍 > Limitation de profondeur

📍 > Admissibilité indicative des sondes géothermiques

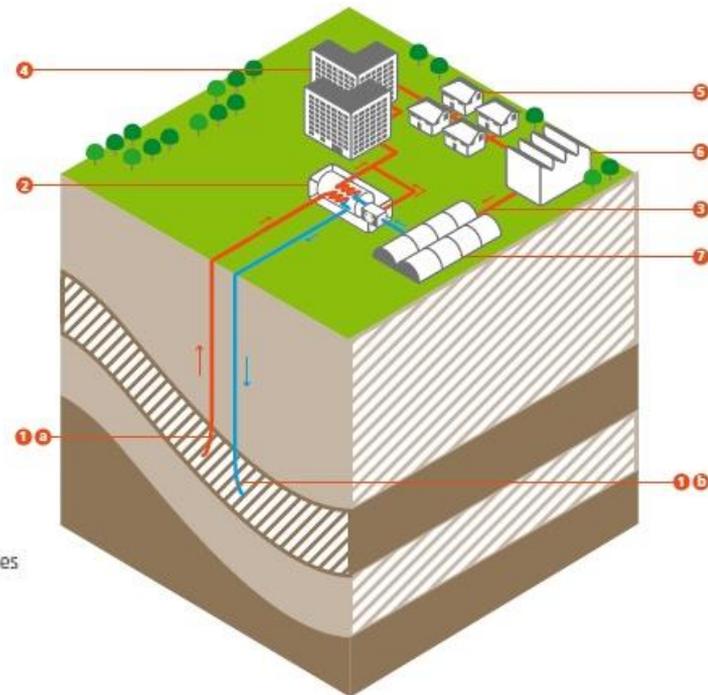


🕒 > Conductivité thermique par profondeur



# Géothermie profonde: de quoi parle-t-on?

On parle de système hydrothermal de moyenne à grande profondeur pour l'alimentation d'un **réseau de chauffage à distance** et/ou **la production d'électricité**.



- 1 a Forage de production
- 1 b Forage d'injection
- 2 Centrale de chauffage géothermique (échangeur et pompe à chaleur)
- 3 Réseau de chauffage à distance

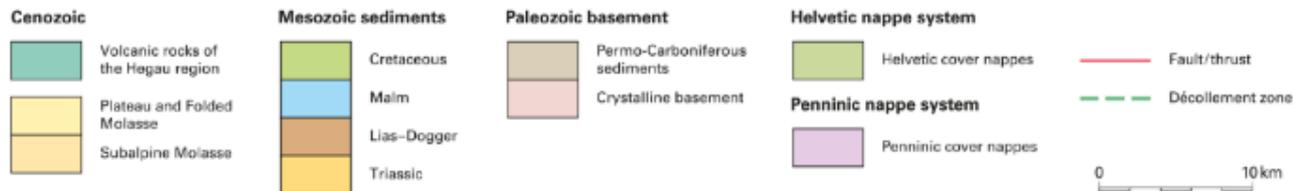
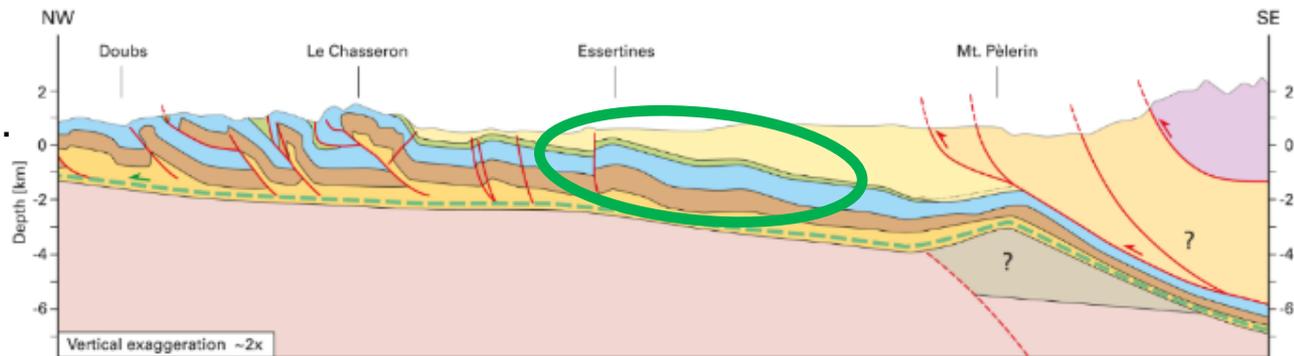
- 4 Bâtiments
- 5 Maisons individuelles
- 6 Industrie
- 7 Serres agricoles

# Un trésor énergétique sous la molasse

Plusieurs horizons calcaires du Jura sont **gorgés d'eau** et certains donnent naissance aux sources du pied du Jura.

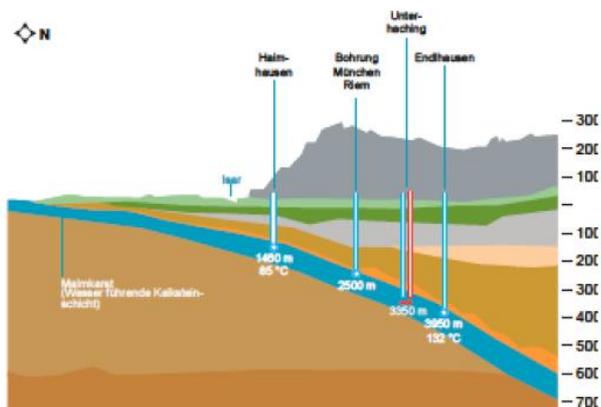
Ces horizons contenant de l'eau sont enfouis **sous le plateau molassique**.

Avec la profondeur, l'eau se réchauffe jusqu'à des températures pouvant **dépasser 100°C**.

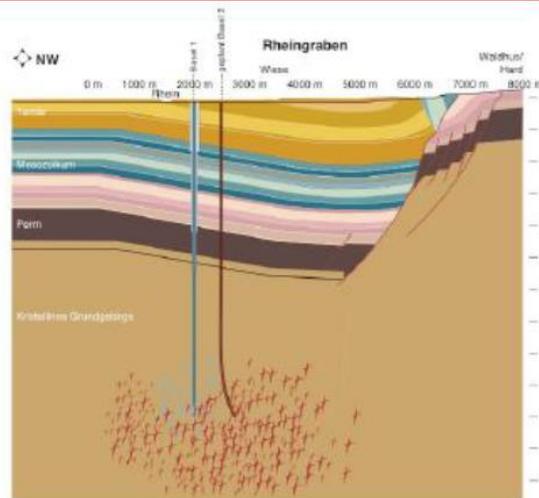


# Deux types de géothermie profonde

## Hydrothermal



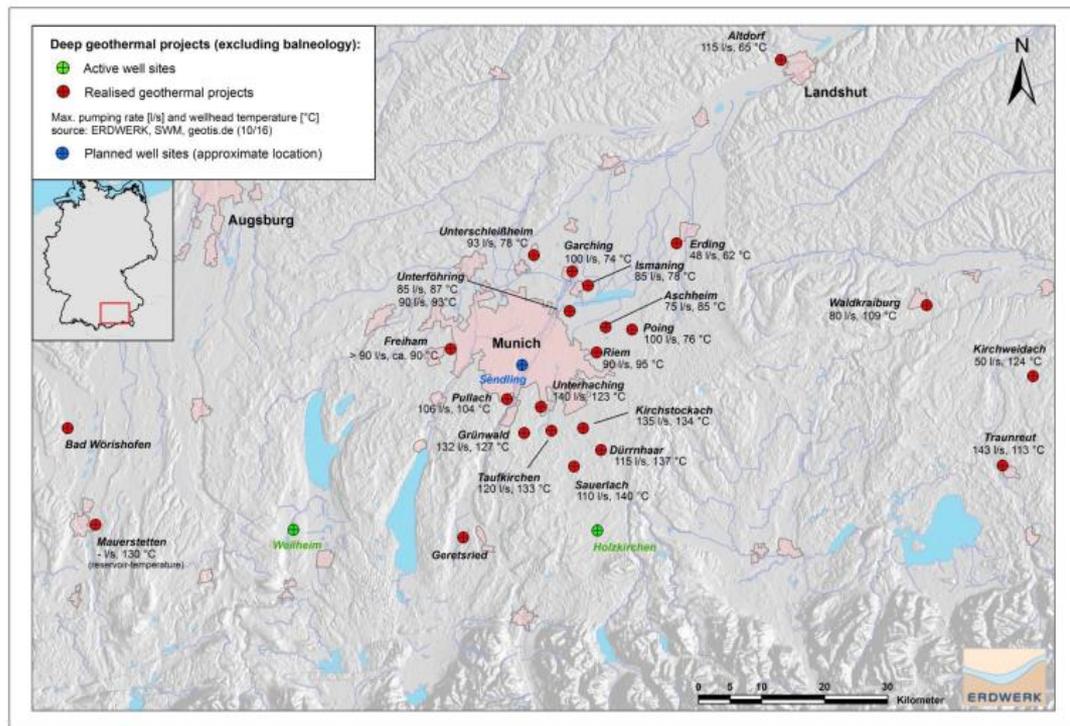
## Petrothermal



# Une réalité à l'étranger: l'exemple de Munich

En 2015 : **25 concessions d'exploitation** sont en service (soit 20% du potentiel estimé pour la région) et 40 concessions d'exploration (phase de recherche)

Prévision 2040 : les réseaux de chauffage à distance de la ville seront alimentés à **100% par des énergies renouvelables.**



# Loi sur les ressources naturelles du sous-sol: sécurité juridique et régulation des projets

Trois autorisations correspondant au trois phases de développement des projets



La loi sur les ressources naturelles du sous-sol (LRNSS) donne au département la **compétence de planification et d'octroi du permis de construire.**

# Loi sur les ressources naturelles du sous-sol: un cadre légal strict

La loi fixe des **conditions strictes** pour l'obtention d'un permis de recherche ou l'octroi d'une concession:

- Une évaluation des **impacts et des risques environnementaux**.
- La preuve que le requérant dispose **des aptitudes techniques et financières nécessaires** pour mener ses travaux.
- Le requérant doit disposer d'une **assurance responsabilité civile** et d'une **garantie financière suffisante**.

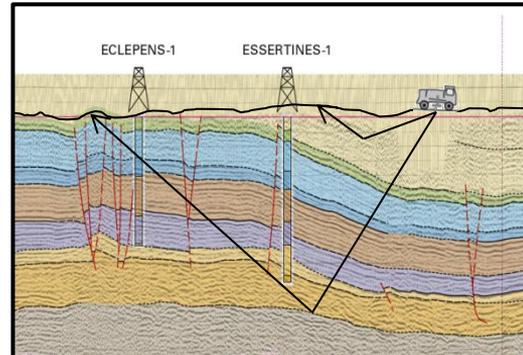
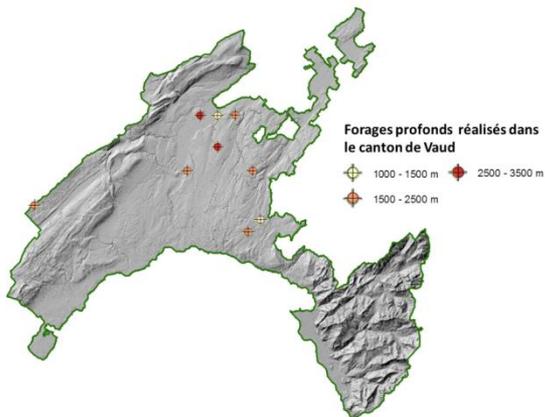
# Loi sur les ressources naturelles du sous-sol: haute surveillance de l'Etat

La loi attribue à l'Etat un rôle de haute surveillance des projets:

- **Suivi en continu** des travaux et des ouvrages et **possibilité d'intervenir en tout temps**.
- Convention avec le **Service sismologique suisse (SED)**.

# Loi sur les ressources naturelles du sous-sol: amélioration des connaissances du sous-sol

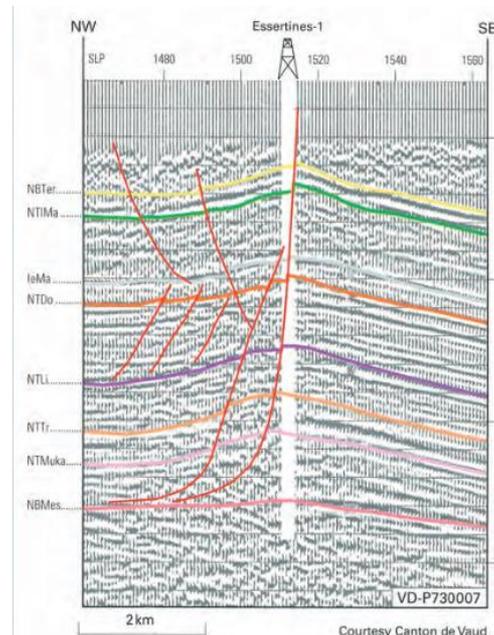
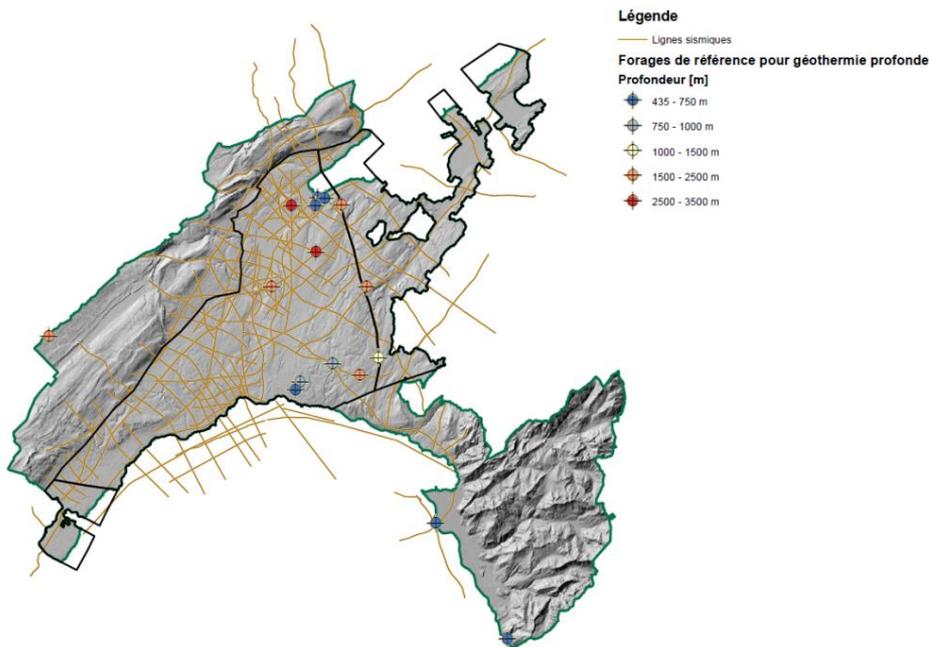
La LRNSS permettra d'augmenter la connaissance du sous sols en récoltant les données issues des forages → les connaissances sur le sous-sol seront améliorées, condition nécessaire pour le développement de projets de géothermie et pour améliorer la gestion des risques.



Actuellement, le canton ne compte **qu'une dizaine de forages** de plus de 1000 mètres.

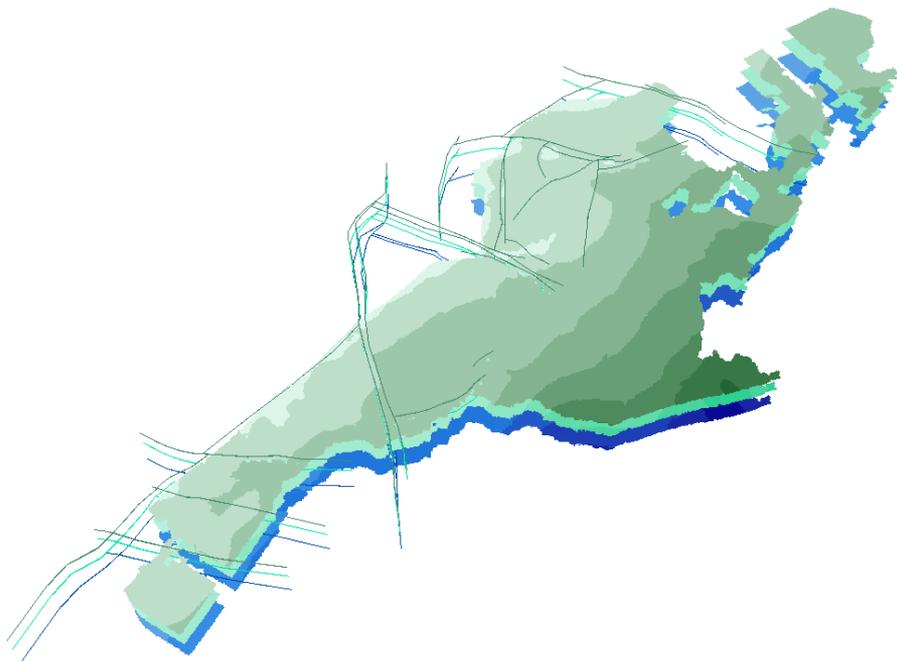
# Le cadastre de géothermie profonde: recours à des données existantes

Interprétation des données recueillies lors de l'exploration pétrolière des années 1970.

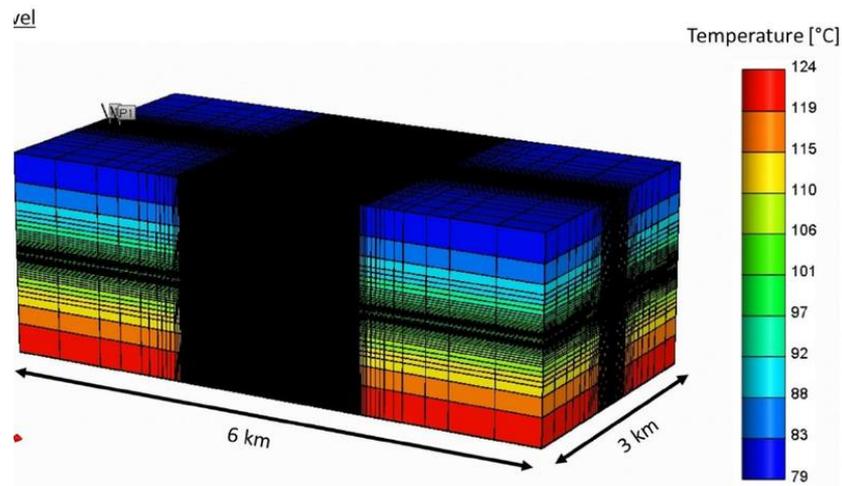


# Le cadastre de géothermie profonde: modélisation géologique

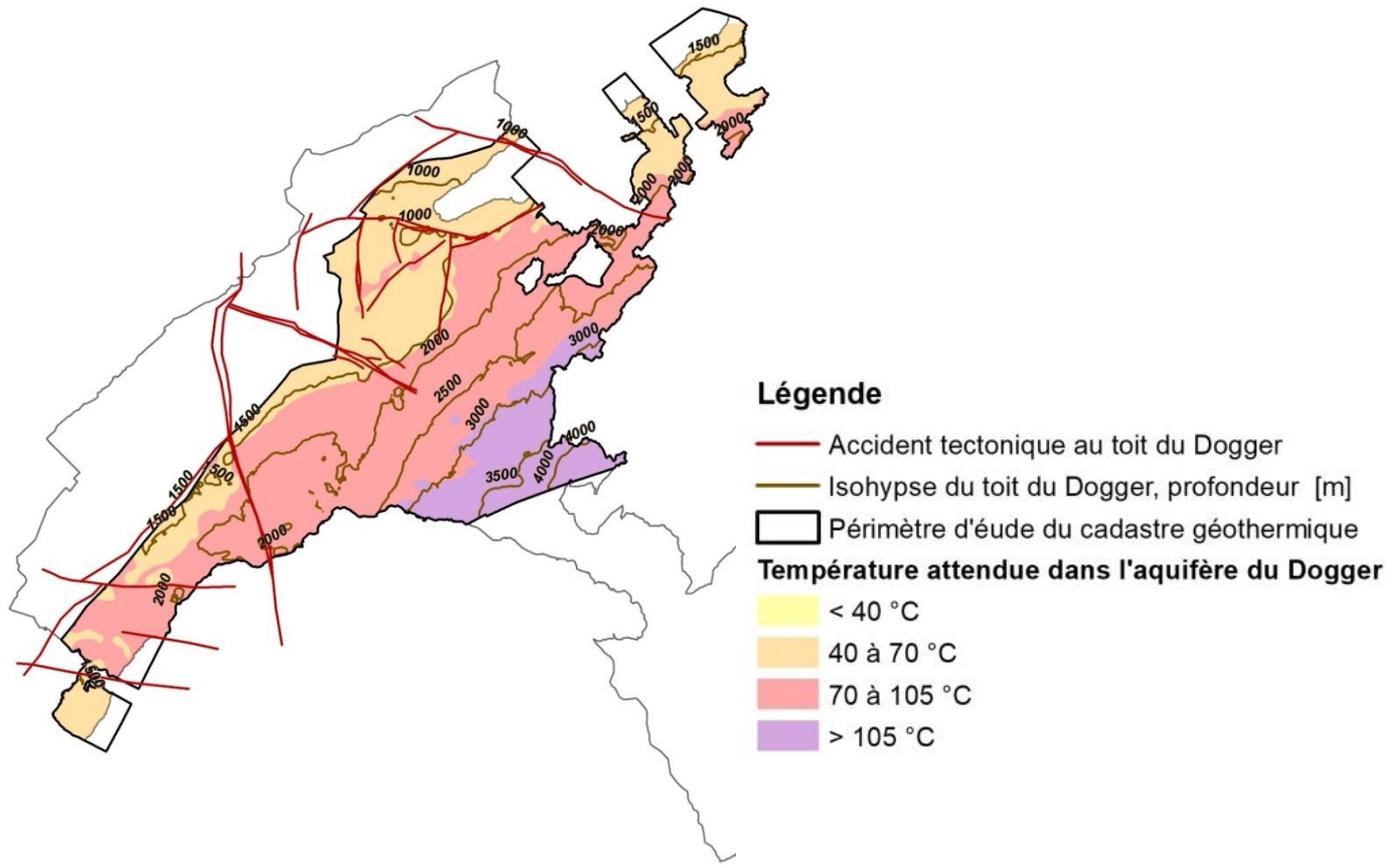
Construction d'un modèle géologique en trois dimensions sous le plateau pour mettre en évidence les horizons cibles



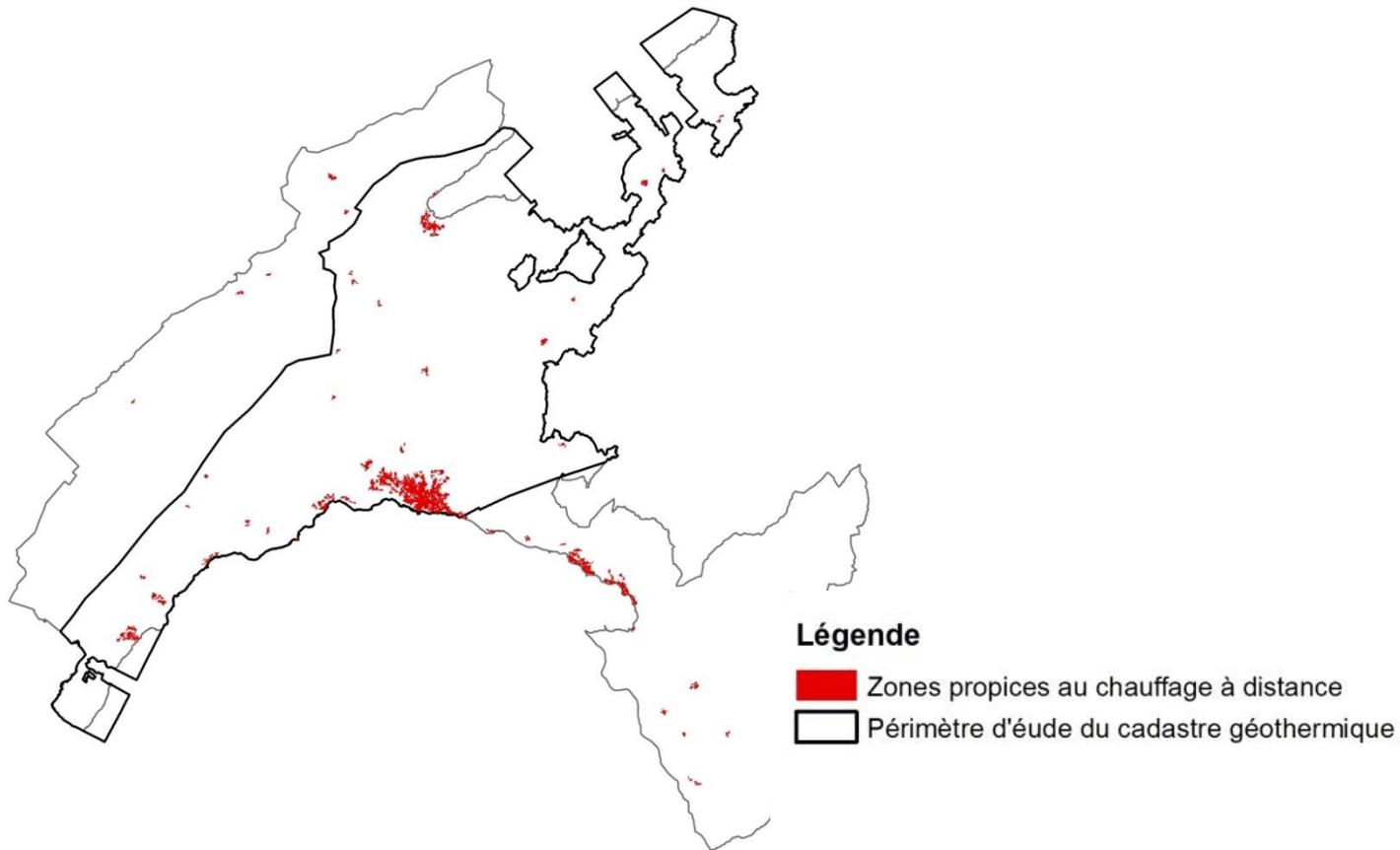
+



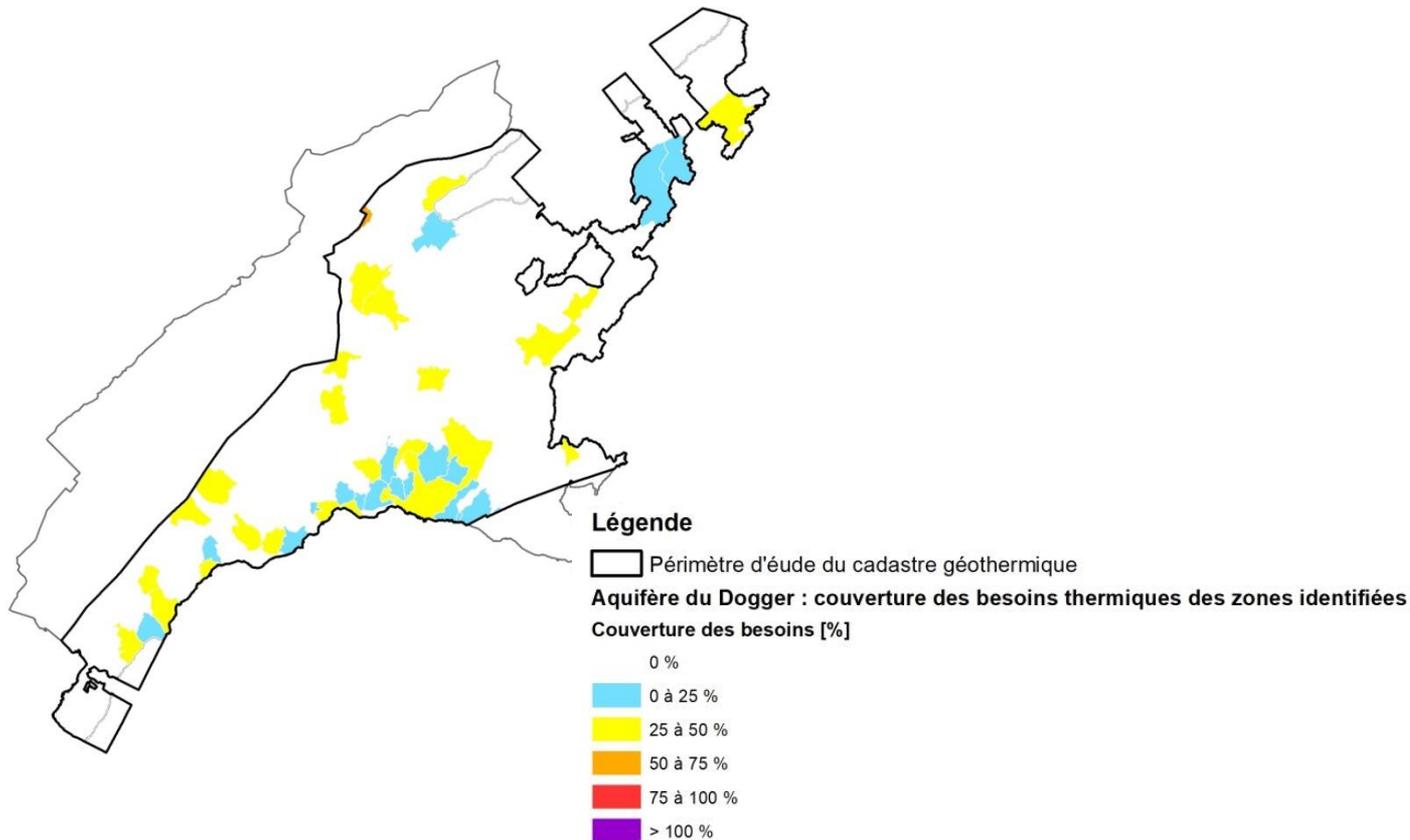
# Le cadastre de géothermie profonde: évaluation du potentiel thermique du sous-sol



# Le cadastre de géothermie profonde: zones propices à la géothermie



# Le cadastre de géothermie profonde: couverture des besoins thermiques en surface



# Un important potentiel à exploiter

Programme de législature 2017-2022:

- **35%** de la consommation finale d'énergie du canton couverts par des **sources renouvelables en 2035**.
- **50%** de la consommation finale d'énergie du canton couverts par des **sources renouvelables en 2050**.

La géothermie profonde présente **plusieurs avantages**

- Production d'énergie **en continu**
- **Zéro émission** de CO<sub>2</sub>
- **Acceptation** par la population

**POTENTIEL** estimé pour la géothermie profonde = **15% à 20%** des besoins de chaleur du canton de Vaud à l'horizon 2050.

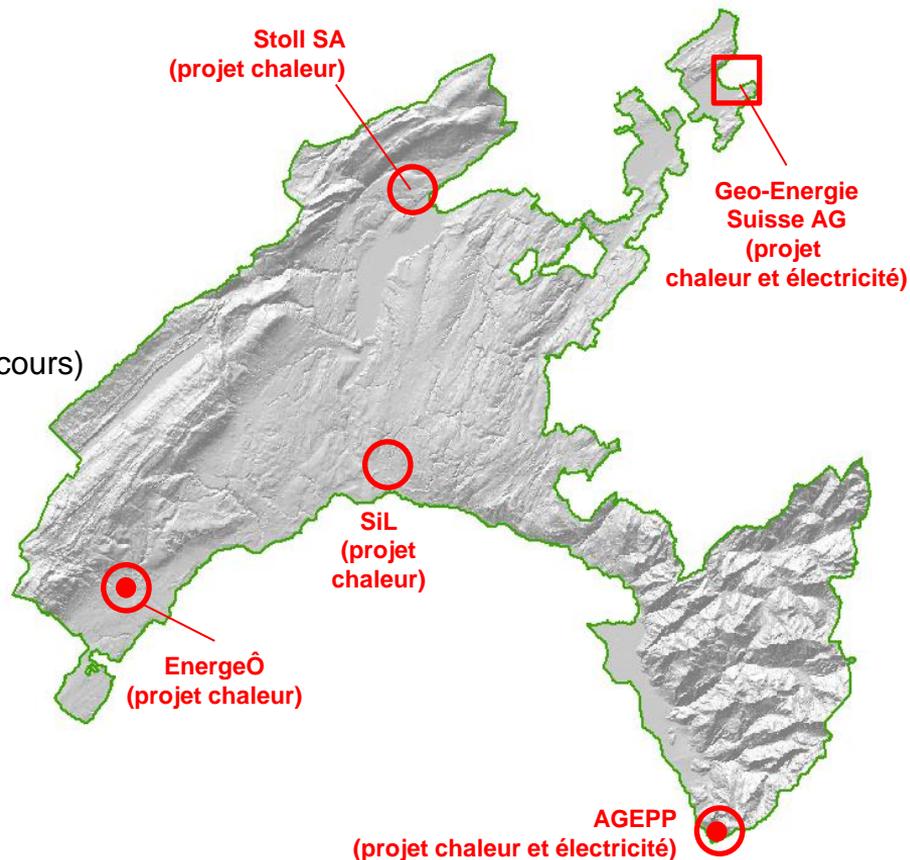
**OBJECTIFS** pour la géothermie dans le canton:

- 350 GWh/an = alimentation en chaleur de **20'000 ménages** à l'horizon 2050.
- La réalisation de **20 centrales géothermiques** d'ici 2050.

# Des projets déjà sur les rails

## Géothermie profonde

- Projets hydrothermaux en développement
- Projets hydrothermaux avancés (permis octroyé ou en cours)
- Projet pétrothermal (en stand-by)





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Swiss Federal Office of Energy SFOE



© Shutterstock, 101979313

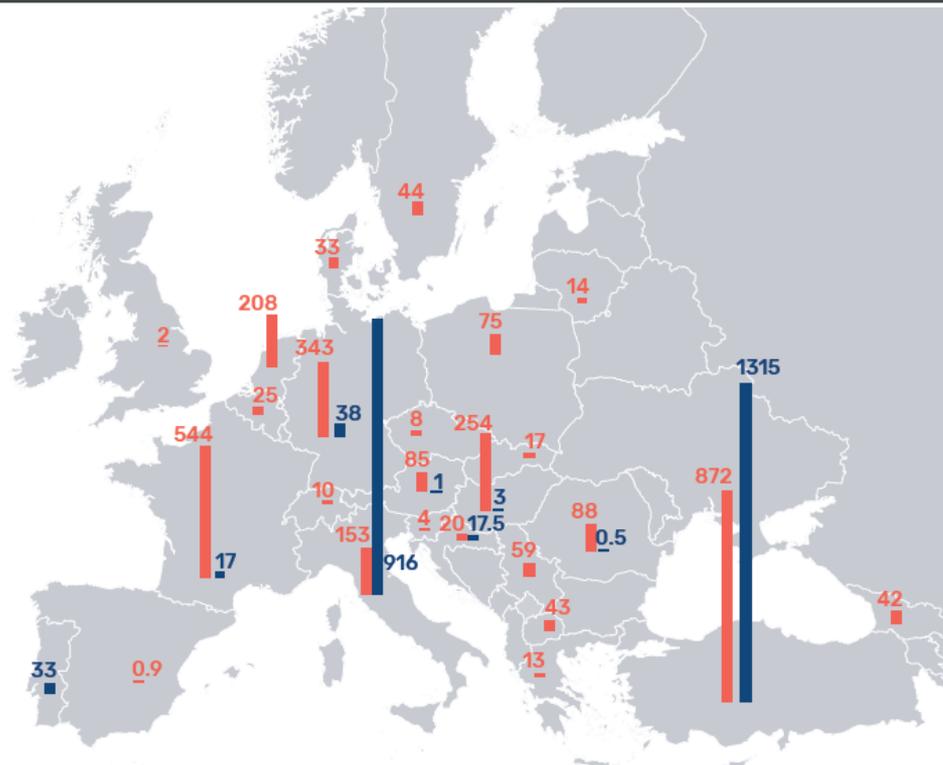
# LES MESURES DE SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT DE LA GÉOTHERMIE



# LA GÉOTHERMIE EST UNE RÉALITÉ

Puissance installée (MW) en 2018

- chaleur
- électricité



2018 – EGECE Geothermal Market Report – Key Findings



# COMMENT STIMULER LE DÉVELOPPEMENT DE LA GÉOTHERMIE EN SUISSE ?

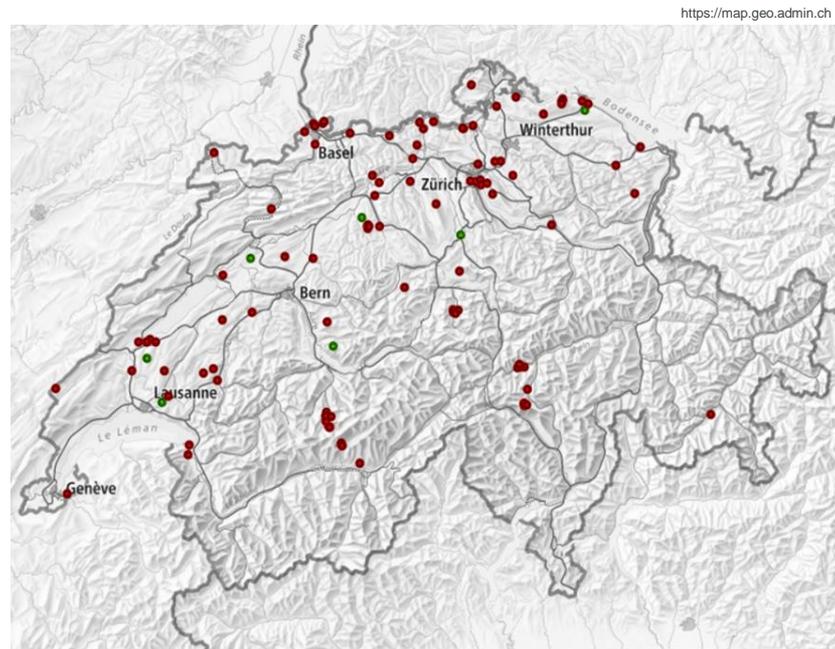
---





# UN FREIN AU DÉVELOPPEMENT EN SUISSE

Meilleure  
connaissance  
du sous-sol



<https://map.geo.admin.ch>

- Forage > 500 m (avec données téléchargeables)
- Forage > 500 m (sans données téléchargeables)



# PRINCIPES DE BASE DES INSTRUMENTS DE SOUTIEN

Attribution des permis, concessions d'exploration et d'exploitation par les cantons

## Reconnaissance du sous-sol

### Prospection

(après les études sur papier)

- Objectifs**
- Caractériser indirectement le sous-sol d'un réservoir géothermique supposé.
  - Déterminer l'emplacement en surface et la cible d'un puits
- Activités**
- Acquisition de nouvelles géodonnées.
  - Analyse et interprétation.

- Résultats**
- Preuve de l'existence et du potentiel du réservoir géothermique.
  - Construction des installations du sous-sol.
  - Préparation du site pour la construction des installations de surface.

### Exploration

Mise en valeur

- Confirmer un réservoir géothermique et déterminer son potentiel.
- Forage pour l'extraction et réinjection de l'eau produite.
- Stimulations.
- Tests, diagraphies.
- Analyses de substances trouvées.
- Accompagnement géologique.

## Construction & Exploitation

Construction et exploitation des installations

- Valorisation de l'énergie
- Constructions des installations.
- Exploitation.
- Monitoring.
- Optimisation.
- Projet fiable et rentable.



# GÉOTHERMIE POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Loi sur l'énergie (art. 33) en vigueur depuis le 1.1.2018

## Garanties pour la géothermie

*Augmentation de la couverture à hauteur de 60% des coûts d'investissement des installations du sous-sol*

*Ne sont payées que si le projet est un échec total ou partiel*

## Contributions à la recherche des ressources géothermiques

Max. 60% of coûts éligibles (OEne)

### Prospection

*Activités de caractérisation du sous-sol*

### Exploration

*Forage exploratoire pour confirmer la ressource géothermique*

## Rétribution à l'injection

d'une durée de 15 ans pour les projets qui ont une production d'électricité au plus tard en 2023 (OEneR)



# GÉOTHERMIE POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

---

## Supplément sur le réseau

2.3 ct. / kWh



En 2016:

~ 50-55 TWh transmis dans le réseau

~ **1 milliard CHF / an** pour toutes les mesures de soutien aux énergies renouvelables

### ▪ Contributions et garanties

- Max. 0.1 ct./kWh
- **Max. ~ 50 mio CHF / an**
- Jusqu'au 1.1.2031

### ▪ Rétribution à l'injection

- 1.3 ct./kWh
- ~ 550 mio CHF / an (pour toutes les énergies renouvelables)
- Jusqu'au 1.1.2024



# UTILISATION DIRECTE DE LA GÉOTHERMIE POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

---

Loi sur le CO<sub>2</sub> (art. 34, al. 2) – en vigueur depuis le 1.1.2018

## Contributions

Max. 60% of coûts éligibles (Ord. sur le CO<sub>2</sub>)

### Prospection

*Activités de caractérisation  
du sous-sol*

### Mise en valeur

*Installations du sous-sol  
nécessaires à la production  
de chaleur*



# UTILISATION DIRECTE DE LA GÉOTHERMIE POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

---

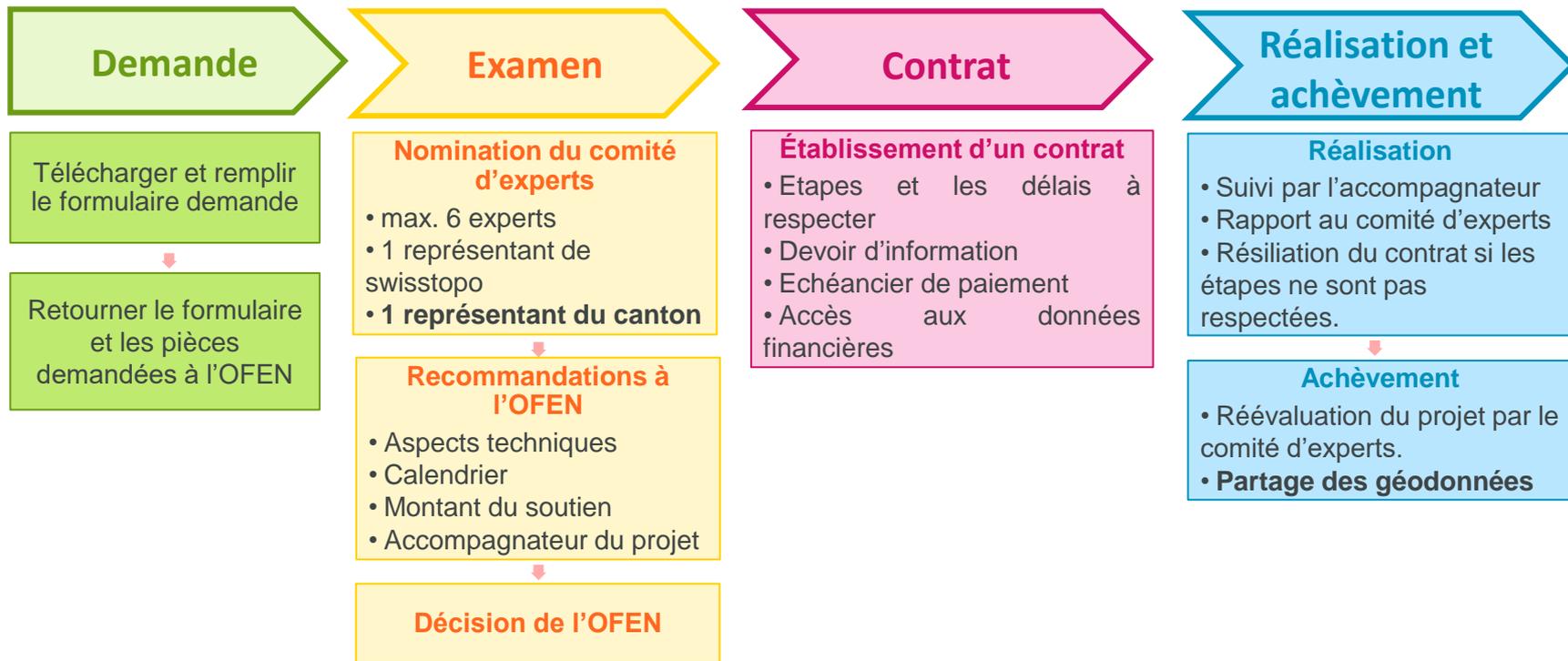
## Programme Bâtiments



- Le Programme Bâtiments les émissions de CO<sub>2</sub> du parc immobilier suisse.
- Un tiers du produit de la taxe sur le CO<sub>2</sub> est affecté au financement des mesures de réduction à long terme des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments.
- Un max. de **30 mio CHF par an** est dédié au soutien de **l'utilisation directe de la géothermie** pour la production de chaleur.
- Jusqu'en 2025.



# PROCÉDURE





# AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE DU SOUS-SOL

---

- *Le requérant met gratuitement à la disposition de swisstopo et du canton d'implantation, au plus tard six mois après leur relevé, les **géodonnées** correspondantes, conformément aux prescriptions techniques de swisstopo.*
- swisstopo peut utiliser et adapter ces géodonnées.
- **Publication des données**
  - au plus tard 24 mois après l'achèvement de la prospection.
  - dans les 12 mois suivant l'achèvement de la mise en valeur / l'exploration.
  - lorsque la garantie pour la géothermie est payée.