

# Connaissance du sous-sol et développement de la géothermie : enjeux et géodonnées disponibles

*asit-asso.ch – 15 juin 2023*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Nathalie ANDENMATTEN BERTHOUD**  
**Responsable du service géologique national**  
**[nathalie.andenmattenberthoud@swisstopo.ch](mailto:nathalie.andenmattenberthoud@swisstopo.ch)**

Département fédéral de la défense, de la protection  
de la population et du sport DDPS  
Office fédéral de topographie swisstopo



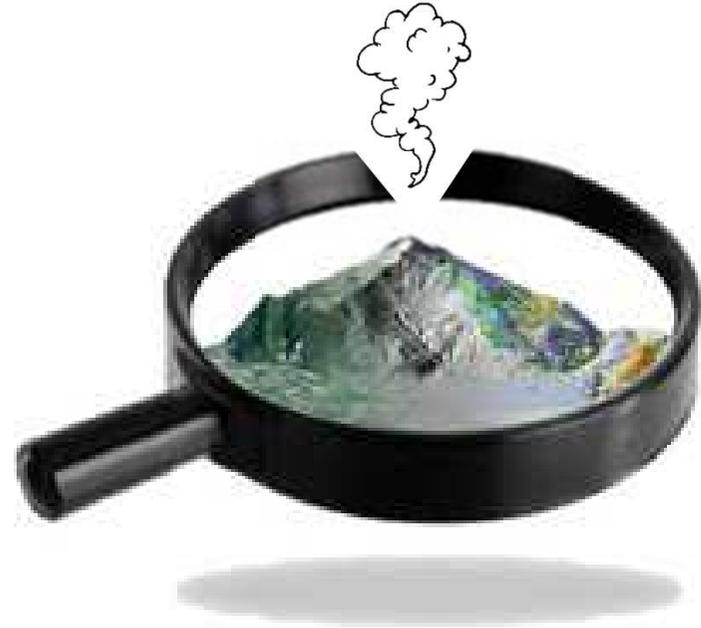
**David GIORGIS**  
**Responsable cadastre géologique**  
**[david.giorgis@vd.ch](mailto:david.giorgis@vd.ch)**

Département de la jeunesse, de l'environnement et de la sécurité  
Direction générale de l'environnement



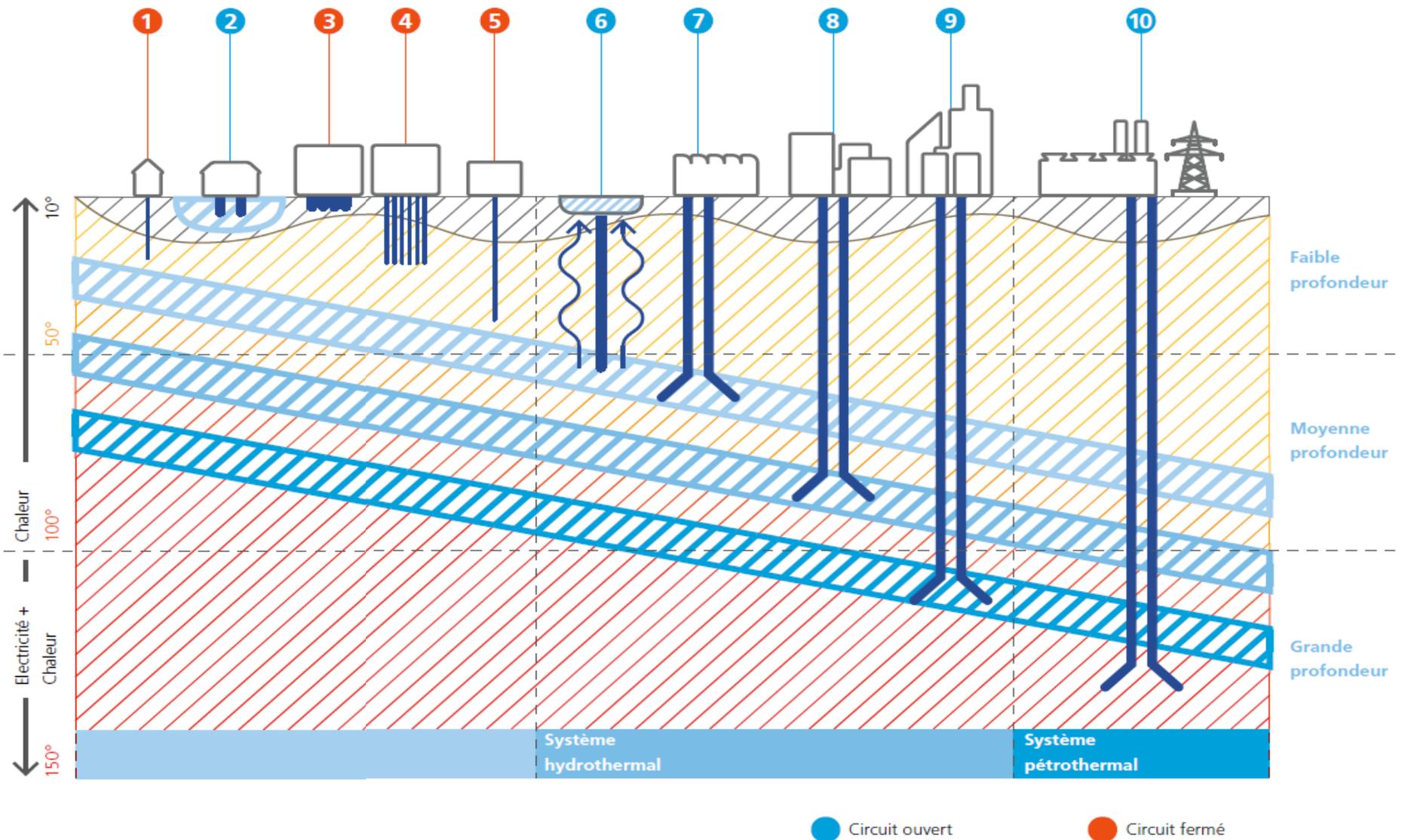
# Plan

- **Importance de la connaissance du sous-sol**
- **Géothermie et cadastres dans le canton de Vaud**
- **Commentaires et enjeux**





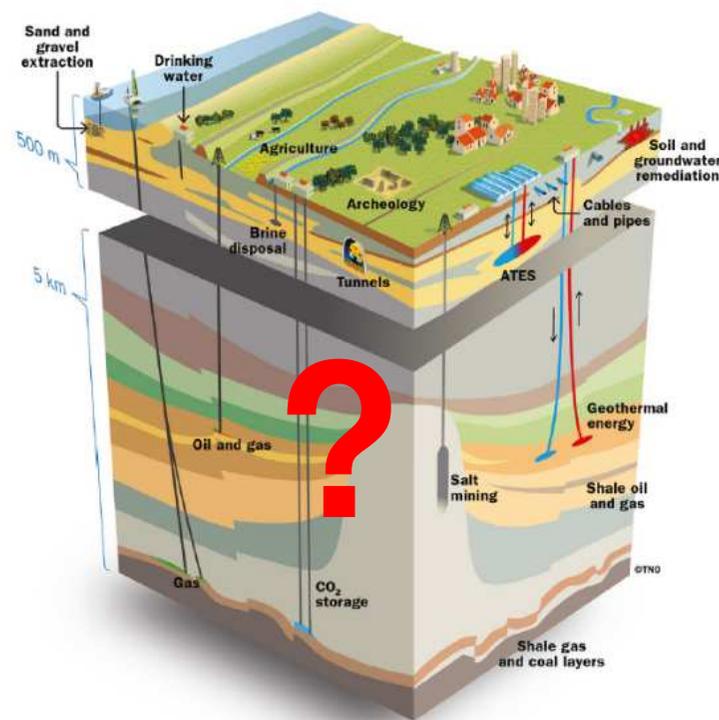
# Les géothermies : des ressources multiples avec des enjeux différents





# Connaître son sous-sol pour bien l'utiliser

- Données géologiques à la base de la connaissance.
- La Suisse ne connaît pas assez son sous-sol
- Frein majeur au développement de la géothermie, mais aussi pour d'autres usages
- La Confédération participe financièrement à la prospection et à l'exploration du sous-sol des projets de géothermie à **hauteur de 60%**. .



→ **stimuler le développement de projets, acquérir des données géologiques et les rendre accessibles**



# Projets de géothermie moyenne et grande profondeur

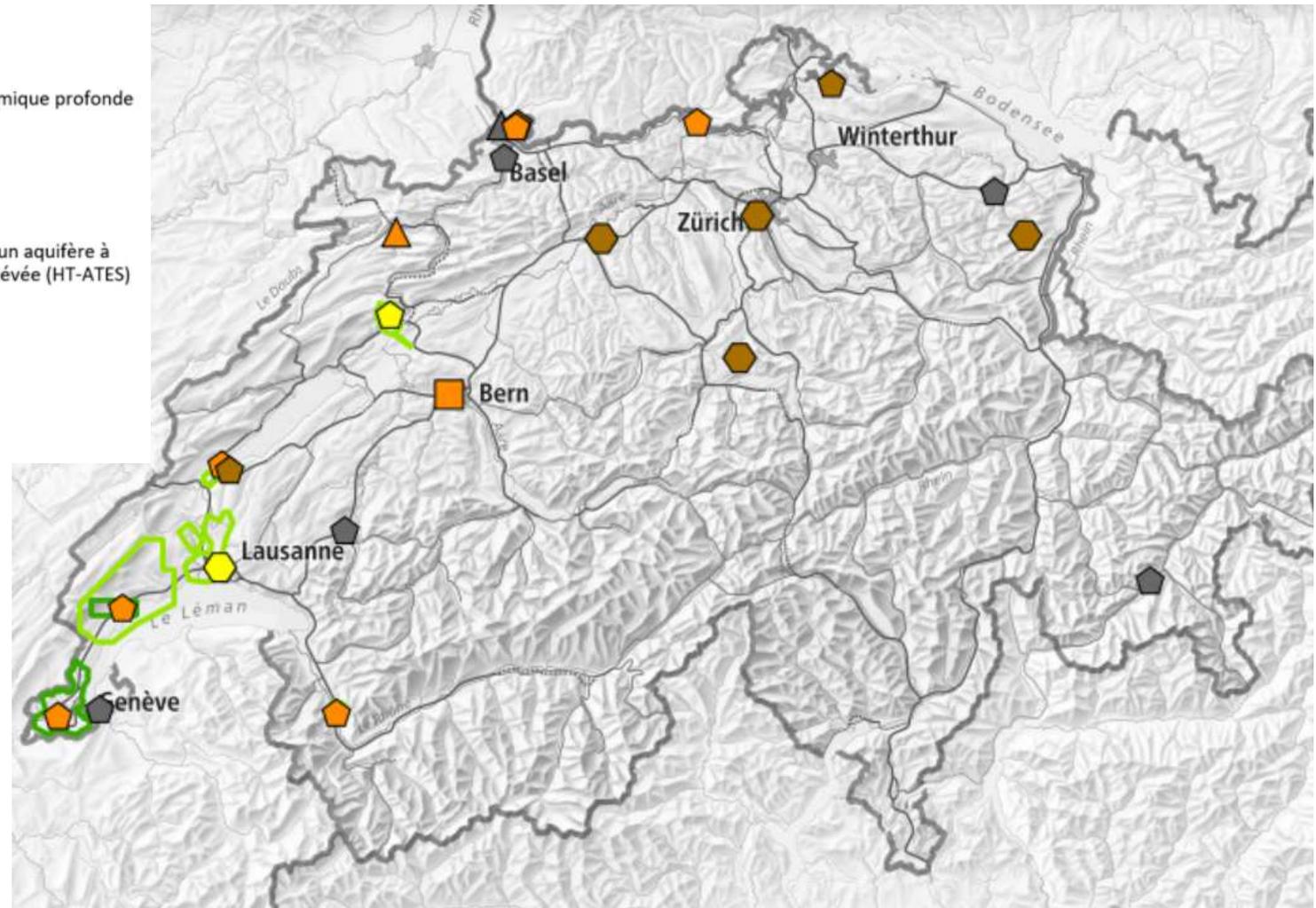
## Légende

- Statut**
- En projet
  - En développement
  - En service
  - Abandonné

- Permis**
- Permis de exploration en sous-sol
  - Permis de prospection en surface

## Système

- Sonde géothermique profonde
- Hydrothermal
- Pétrothermal
- Stockage dans un aquifère à température élevée (HT-ATES)



Source : swisstopo



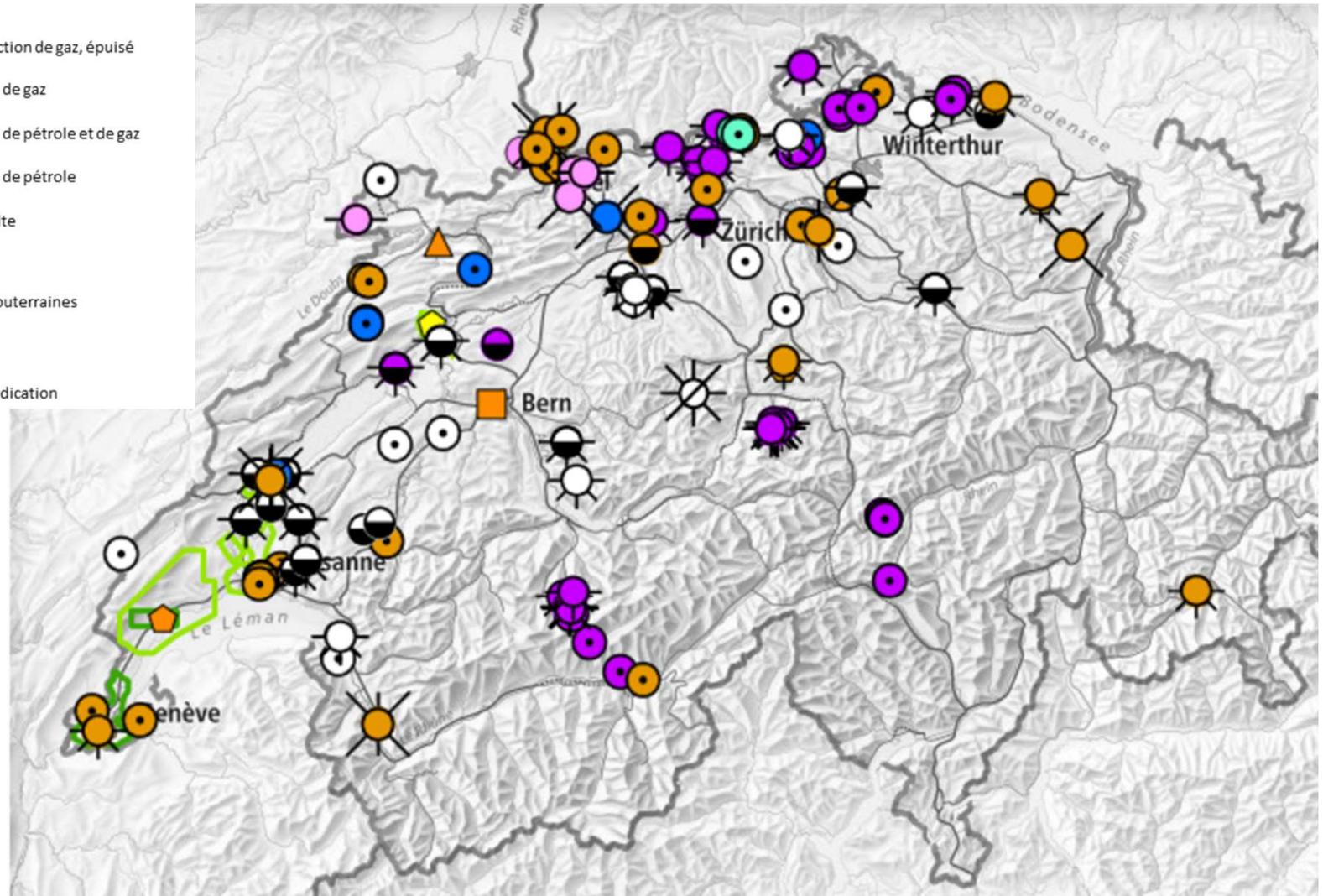
# Forages profonds (> 500m)

## Objectif

- Infrastructure & recherche
- Géothermie
- Hydrocarbures
- Sel
- Eaux souterraines
- Sans indication

## Découverte

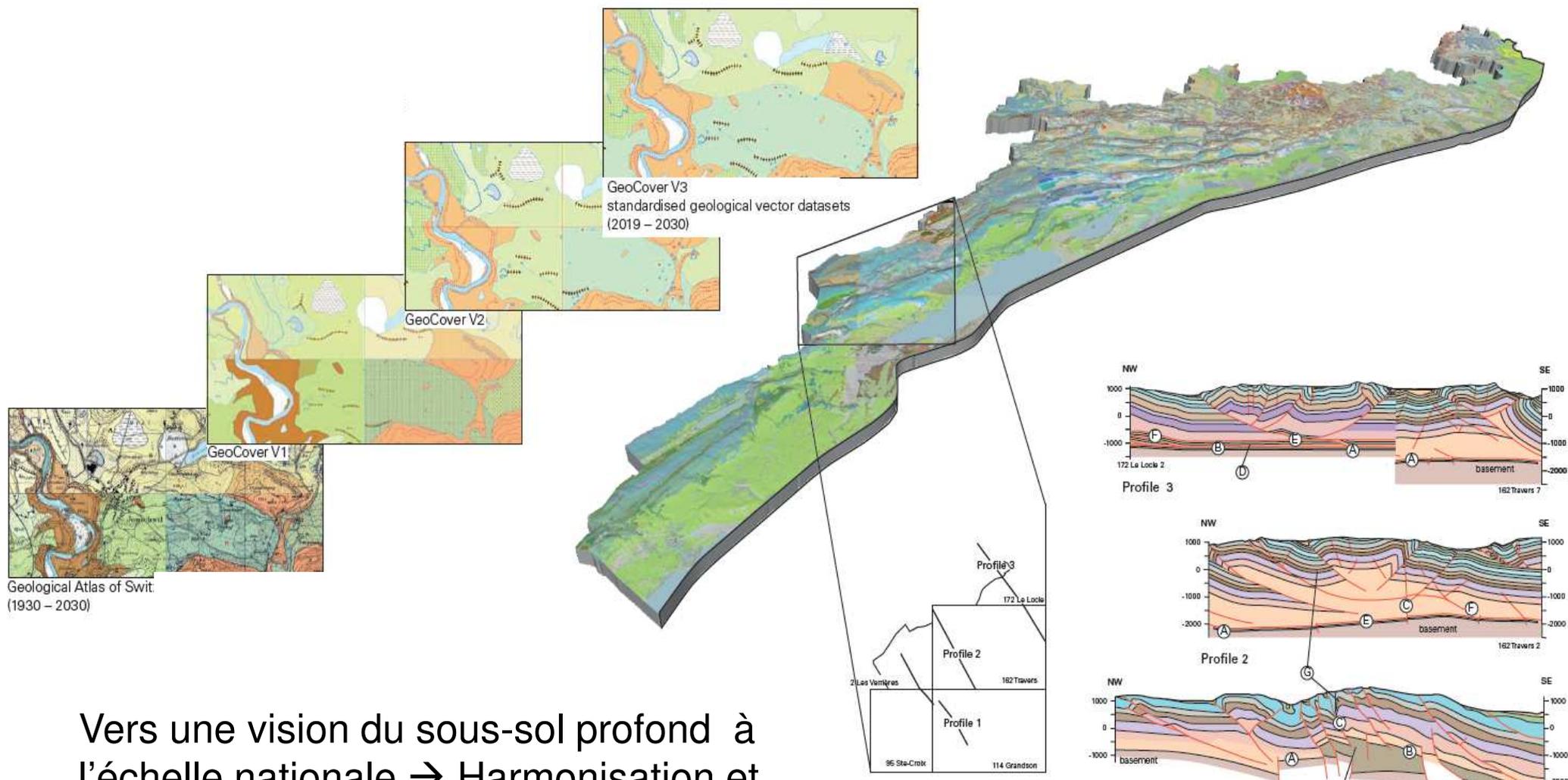
- ☼ Production de gaz, épuisé
- ☉ Traces de gaz
- ☉ Traces de pétrole et de gaz
- ☉ Traces de pétrole
- ☉ Asphaltite
- Sel
- Eaux souterraines
- Sec
- Sans indication



Données ponctuelles, pas forcément publiques



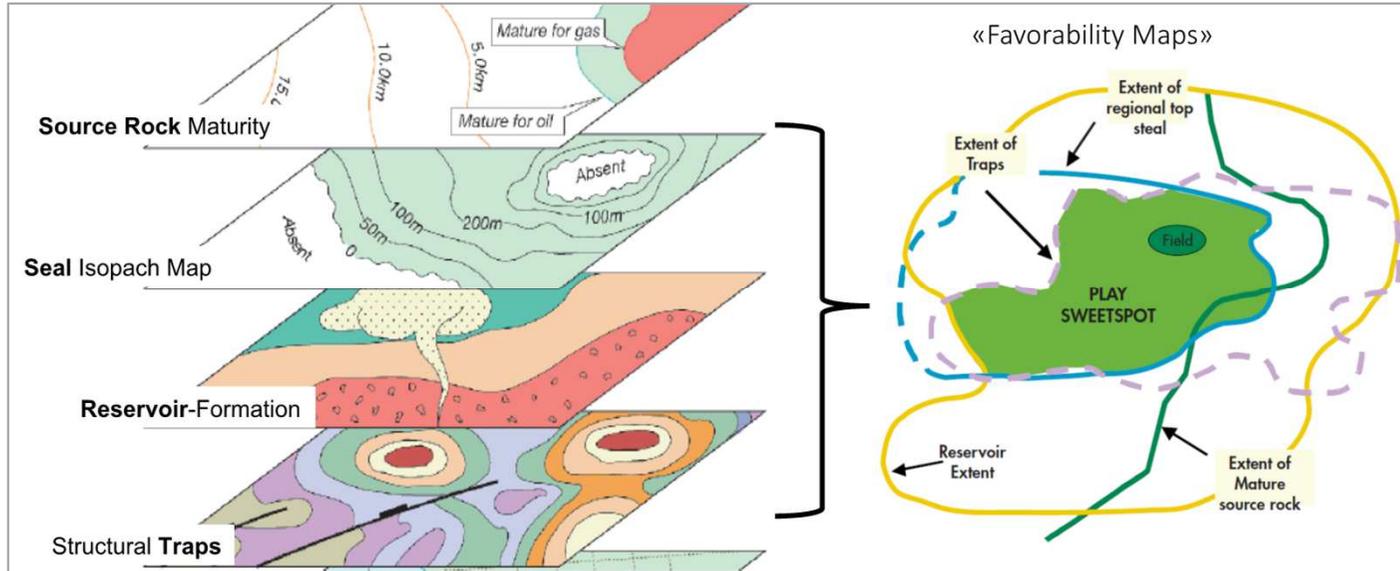
# Intégrer toutes les données dans un système cohérent: passer de la carte géologique au modèle 3D



Vers une vision du sous-sol profond à l'échelle nationale → Harmonisation et standardisation.



# Différents paramètres pour identifier les réservoirs



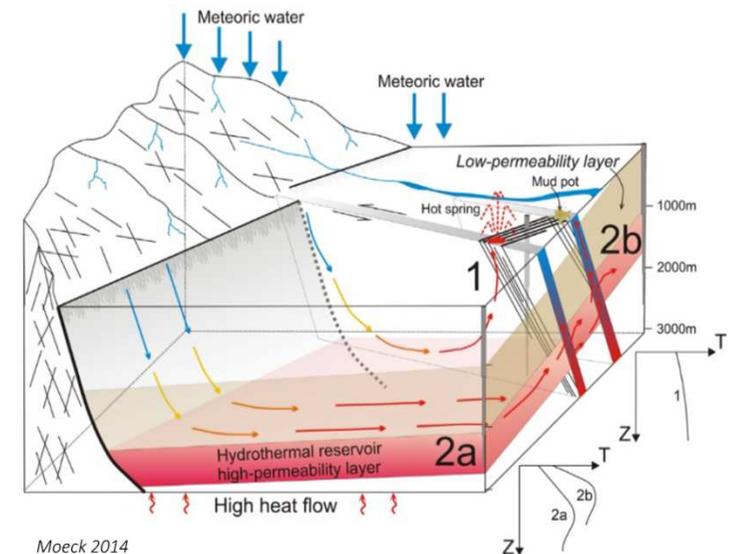
Quelle: Swisstopo

## «Play Fairway Analysis» in Oil and Gas exploration

### Geothermal plays

- Température
- Circulation Fluides
- Paramètres de stockage
- Migrations

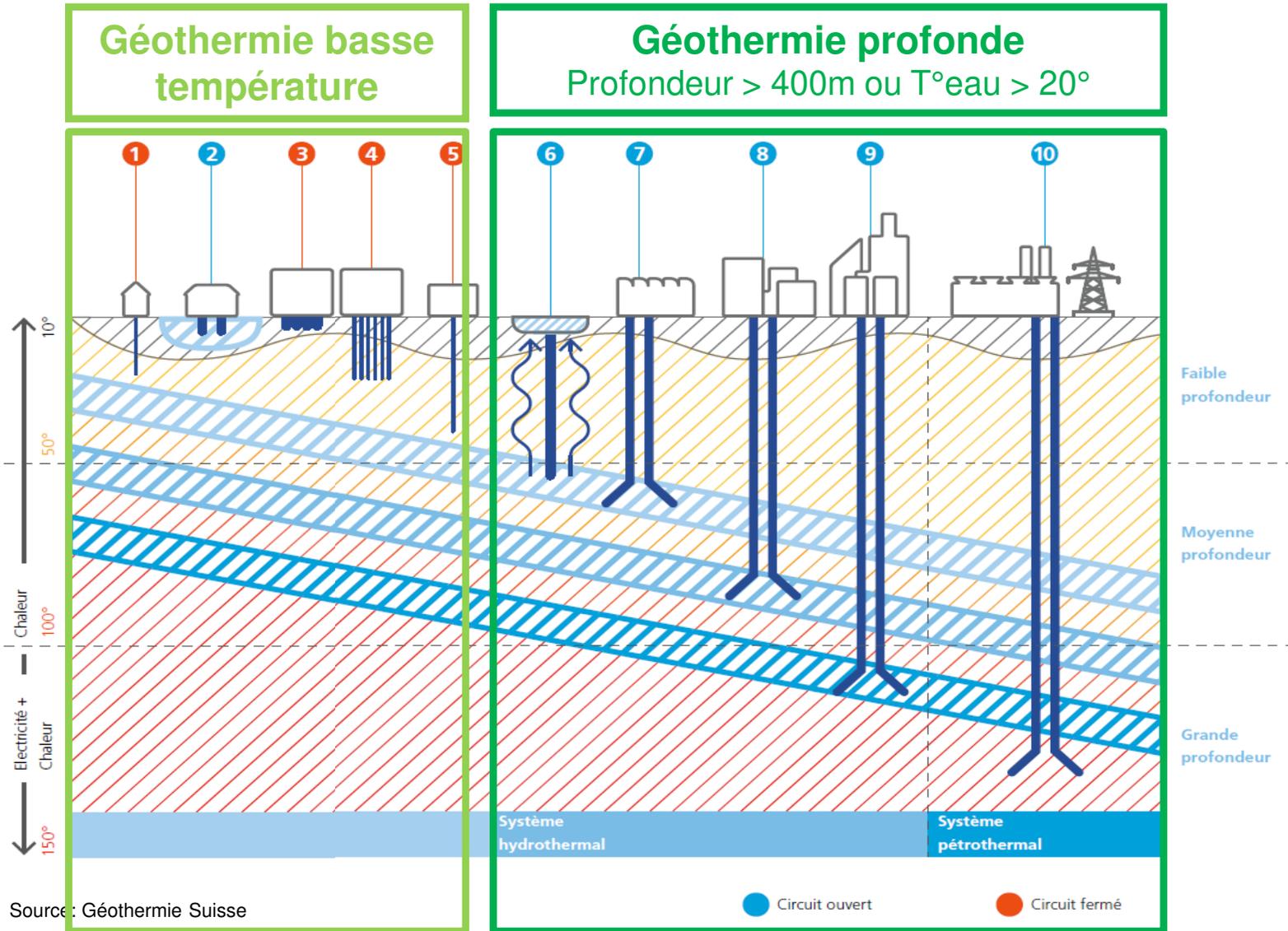
Nécessité d'acquérir plus d'information de bases  
 → Programme exploratoire national



Moeck 2014



# La (les) géothermie(s) dans le canton de Vaud

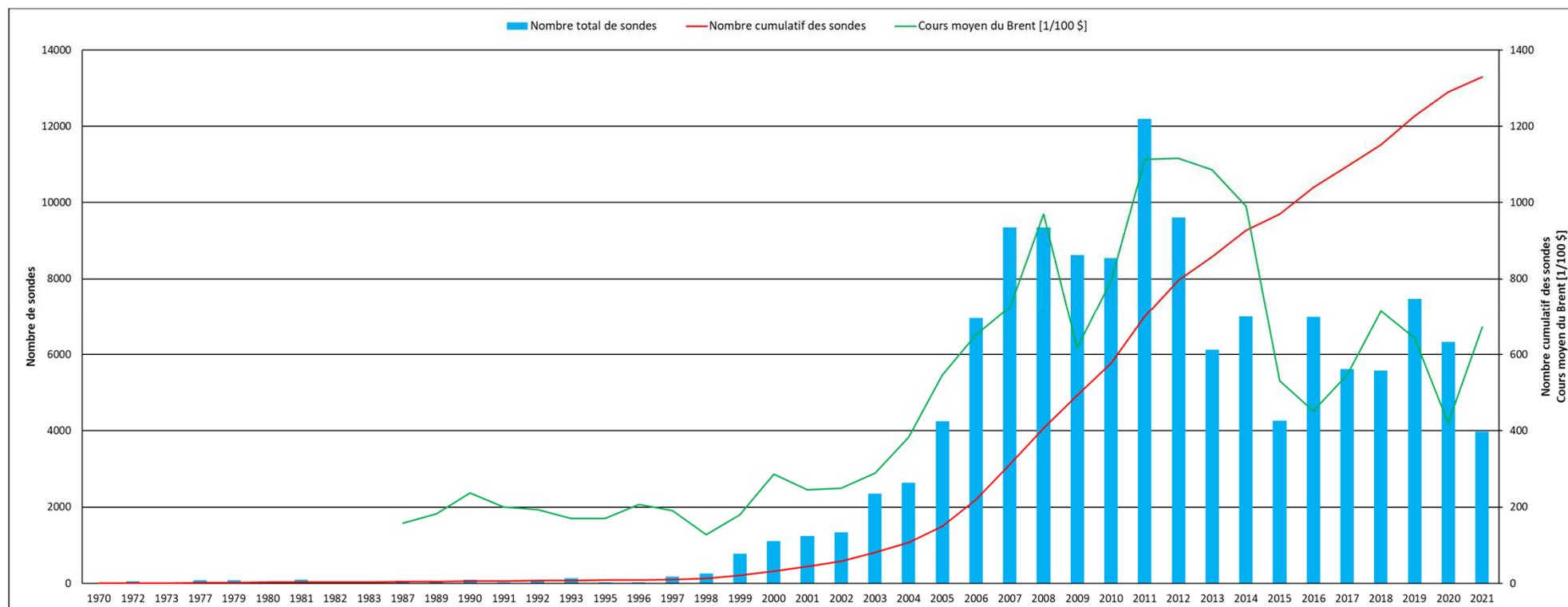




# La (les) géothermie(s) dans le canton de Vaud

## Géothermie basse température

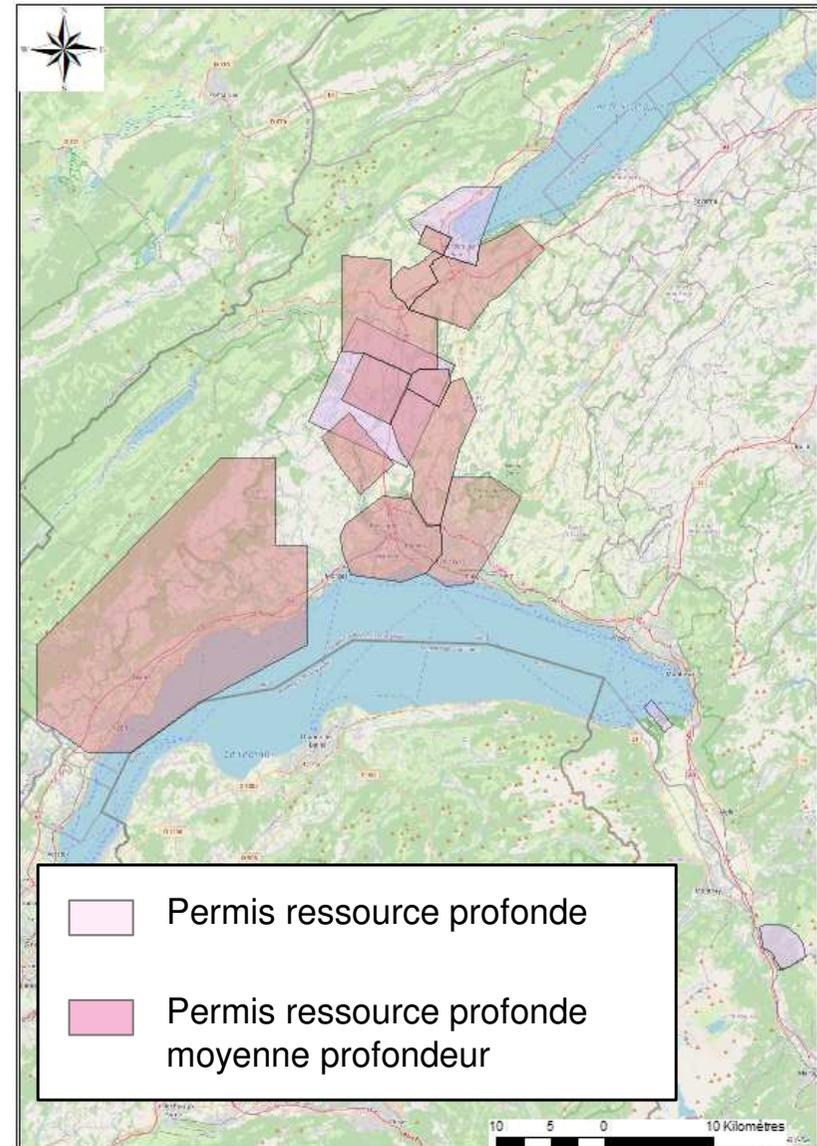
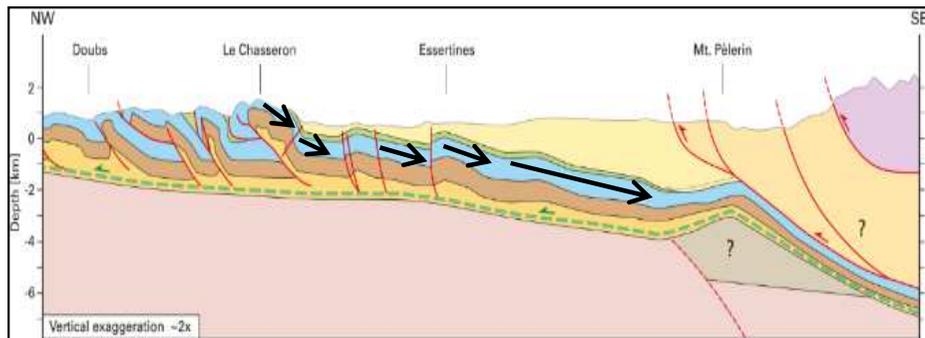
- Statistique issue du cadastre géologique (sous-estimation)
- En 2021 environ 13'000 sondes pour 2'100 km de forage
- Environ 70 PAC eau-eau



# La (les) géothermie(s) dans le canton de Vaud

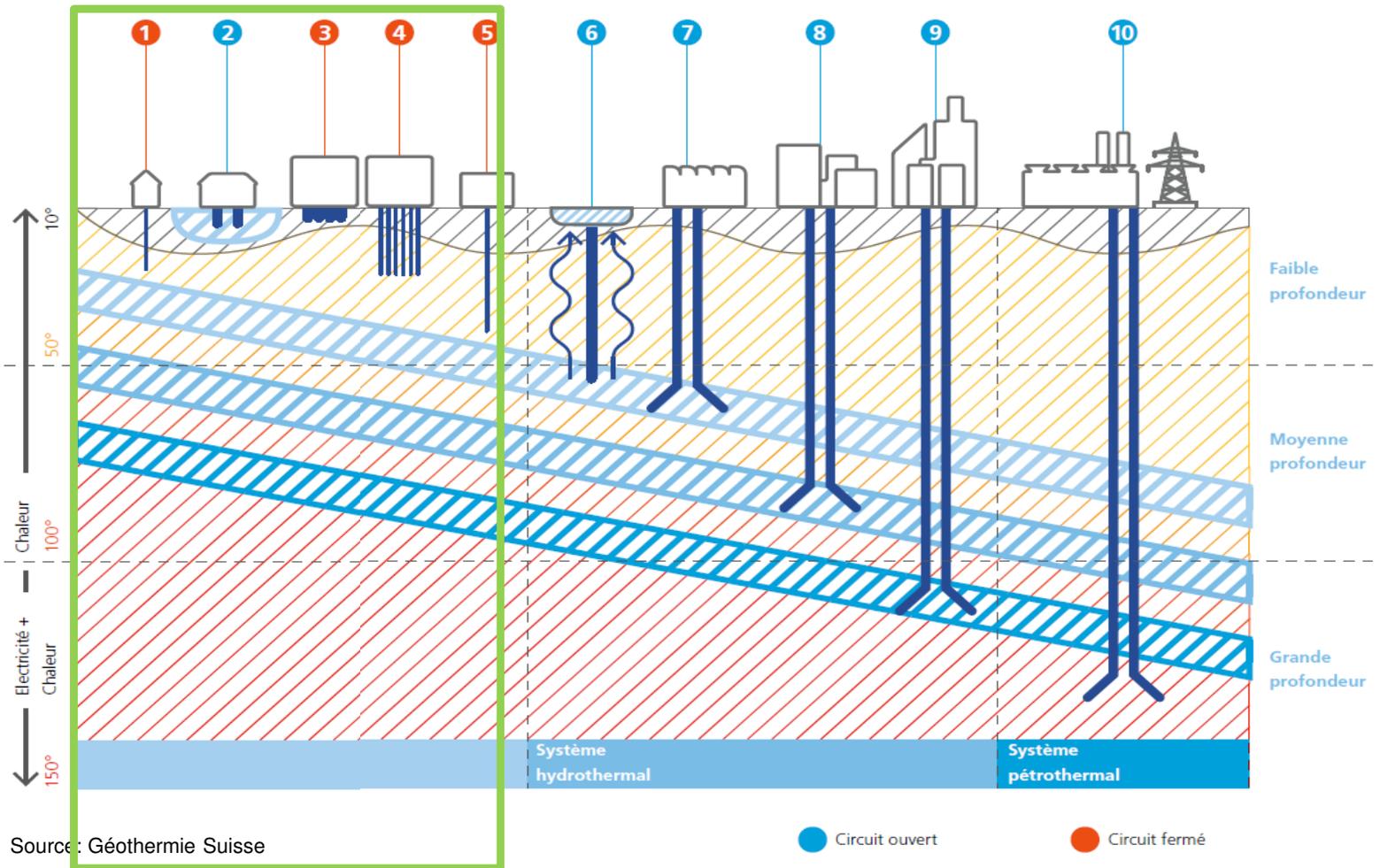
## Géothermie profonde

- 15 permis de recherche en surface
- 2 exploitations de moyenne profondeur: Lavey-les-Bains et Yverdon-les-Bains





# Cadastre de géothermie basse température

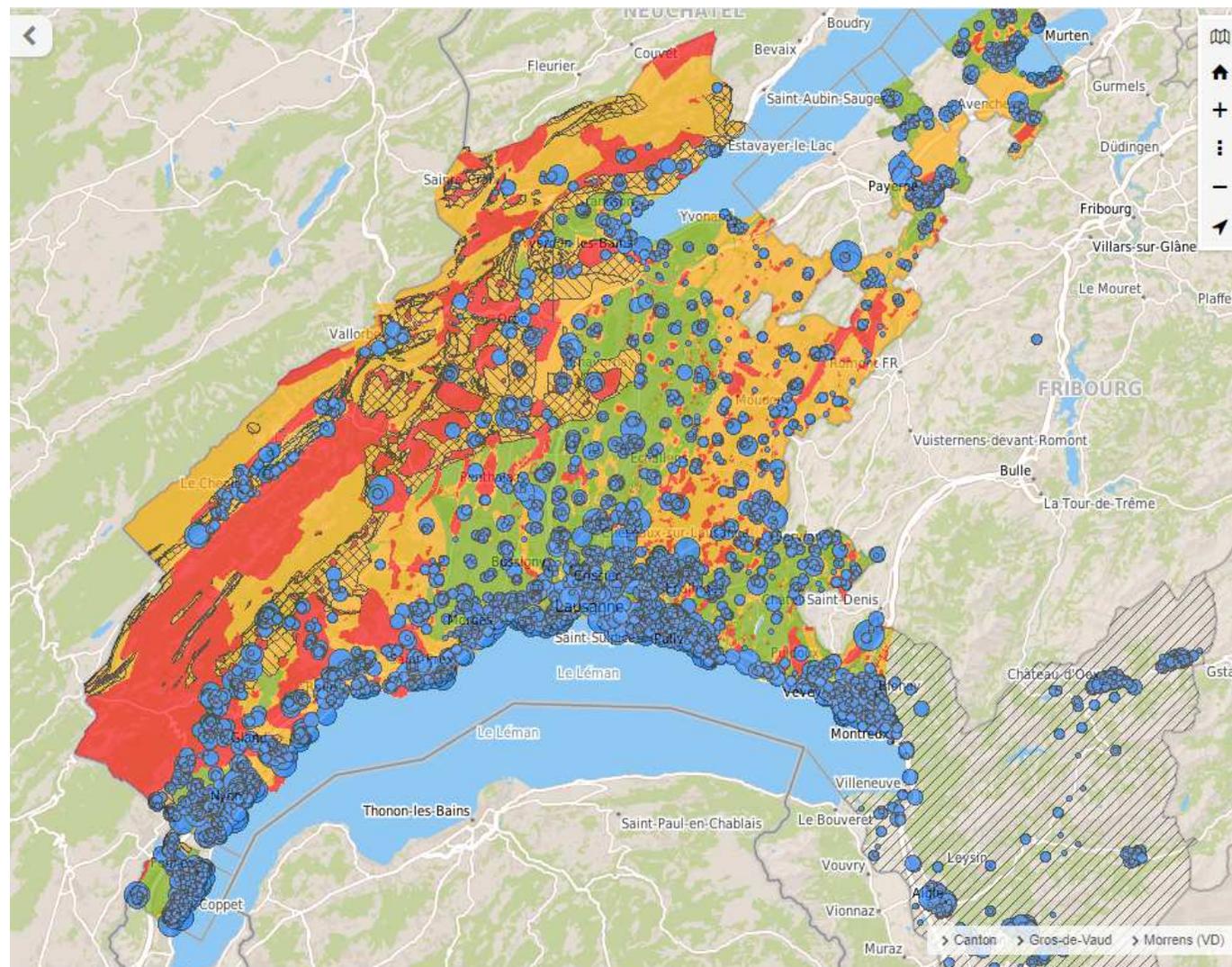


# Cadastre de géothermie basse température

Cadastre de géothermie basse température <http://www.geo.vd.ch> (Thème Energie)

Cadastre orienté «usage et autorisation»

- Cadastre des énergies ☰ ✕
- > Cadastre des ressources hydroélectriques ☰
- > Cadastre de géothermie basse température ☰
- > TRT (Test de réponse thermique) ☰
- > Nombre de sondes ☰
  - 1
  - 2
  - 5
  - 10
  - 50
  - > 50
- > Isohyse du toit du rocher ☰
- > Limitation de profondeur ☰
  - Limitation faible
  - Limitation forte
- > Admissibilité indicative des sondes géothermiq ☰
  - Admissible sous conditions
  - Limitation
  - Interdiction
  - En cours d'élaboration
- > Conductivité thermique par profondeur ☰
- > Exploitation thermique des nappes superfic ☰
- > Cadastre des sites adaptés à l'énergie éolienn ☰
- > Cadastre des zones potentielles aux réseaux 1 ☰
- > Cadastre des rejets de chaleur importants ☰
- > Zones de desserte électrique ☰
- > Cadastre des zones approvisionnées en gaz ☰

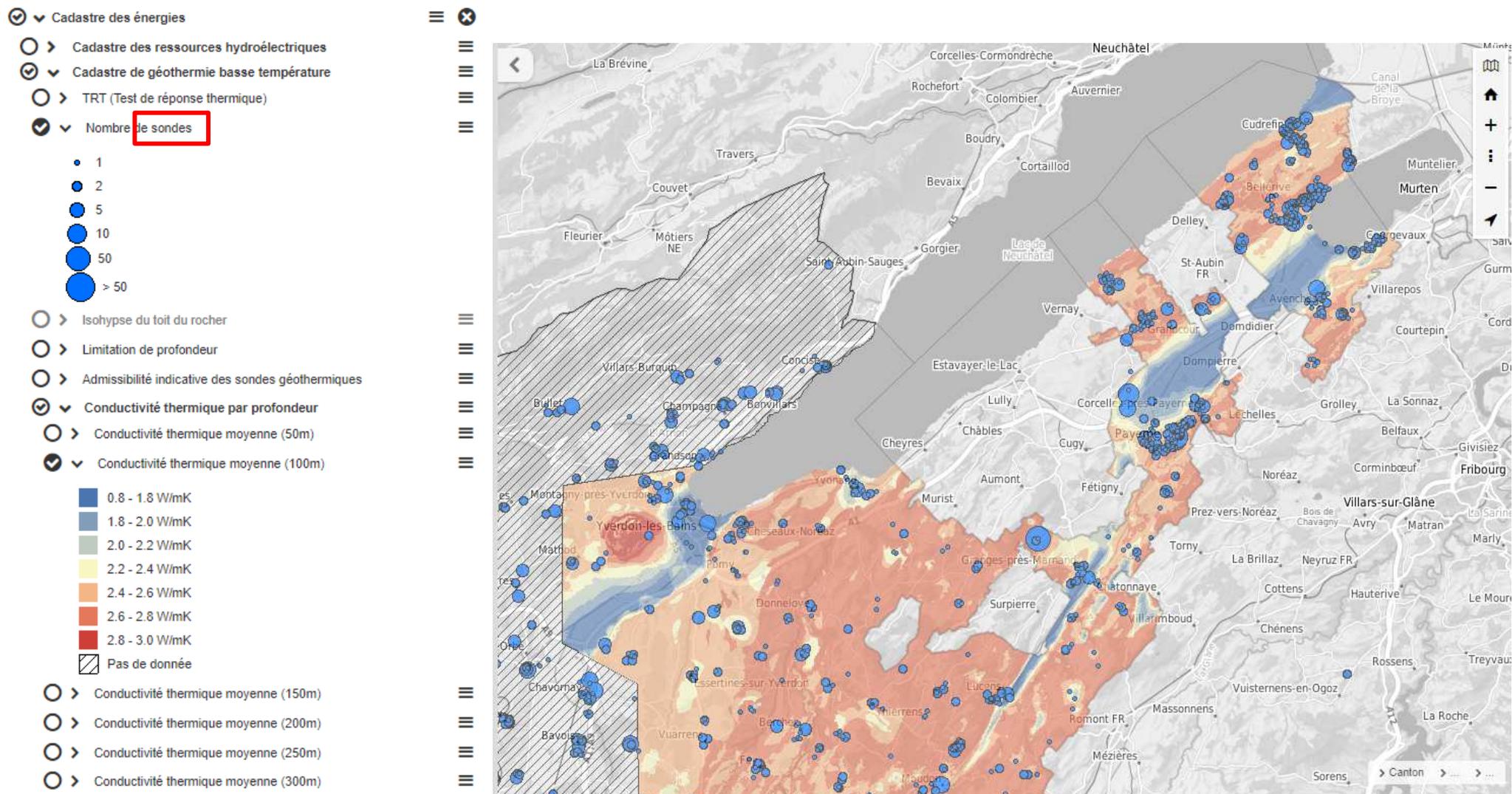




# Cadastre de géothermie basse température

Cadastre de géothermie basse température <http://www.geo.vd.ch> (Thème Energie)

Cadastre orienté «usage et autorisation»



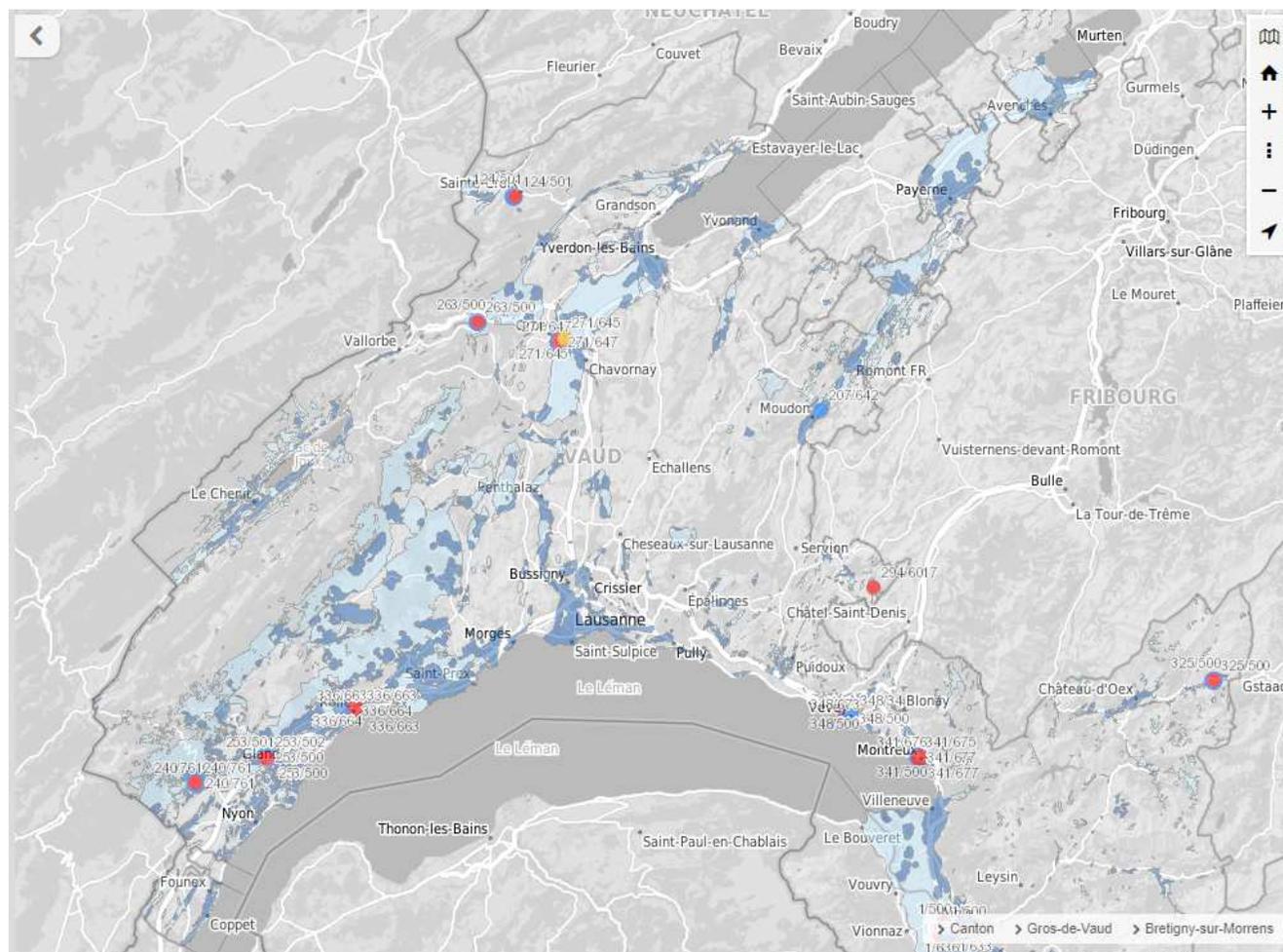


# Cadastre de géothermie basse température

Cadastre de géothermie basse température <http://www.geo.vd.ch> (Thème Energie)

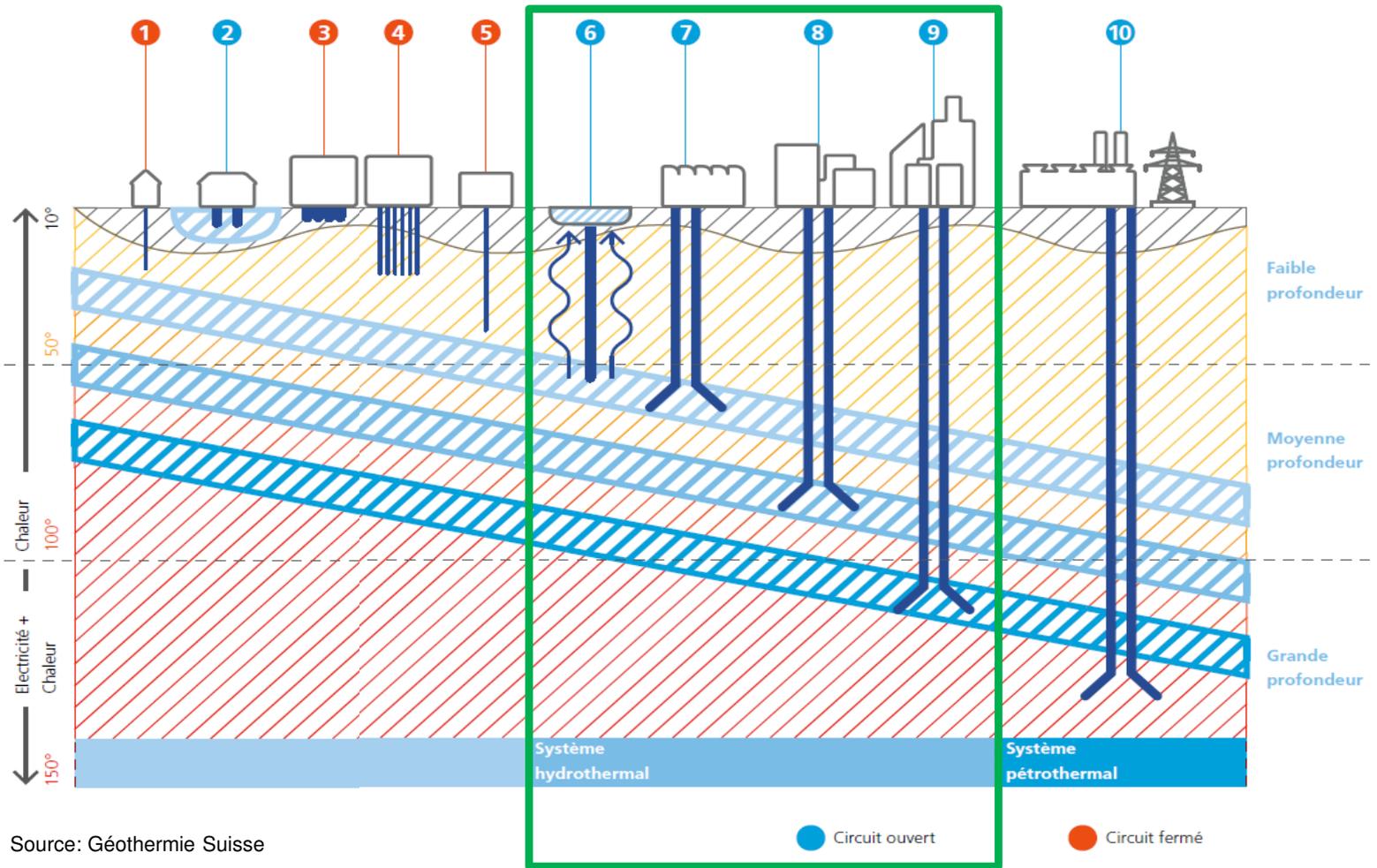
- Cadastre des énergies
  - Cadastre des ressources hydroélectriques
  - Cadastre de géothermie basse température
    - TRT (Test de réponse thermique)
    - Nombre de sondes
    - Isohypse du toit du rocher
    - Limitation de profondeur
    - Admissibilité indicative des sondes géothermiques
    - Conductivité thermique par profondeur
    - Exploitation thermique des nappes superficielles**
      - Installations de prélèvement
        - Climatisation
        - Pompe à chaleur
        - Pompe à chaleur et climatisation
        - Non utilisé
      - Installations de rejet
      - Production potentielle de chaleur par nappe
      - Couverture potentielle des besoins thermiques communaux
      - Extension des nappes superficielles potentiellement exploitables
        - Nappes superficielles identifiées, hors zones intérêt
        - Nappes superficielles situées en zones exploitables
    - Cadastre des sites adaptés à l'énergie éolienne
    - Cadastre des zones potentielles aux réseaux thermiques
    - Cadastre des rejets de chaleur importants
    - Zones de desserte électrique
    - Cadastre des zones approvisionnées en gaz

## Cadastre orienté «usage et potentiel»





# Cadastre de géothermie profonde

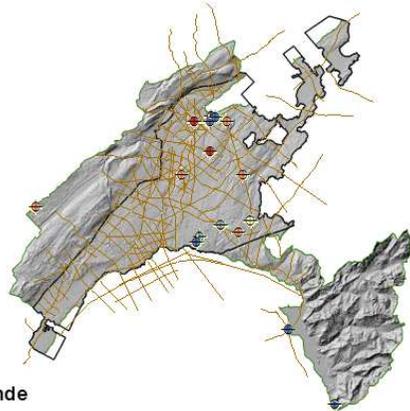


# Cadastre de géothermie profonde

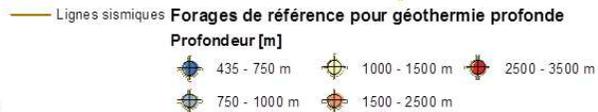
Cadastre de géothermie profonde <http://www.geo.vd.ch> (Thème Géologie)

Méthodologie

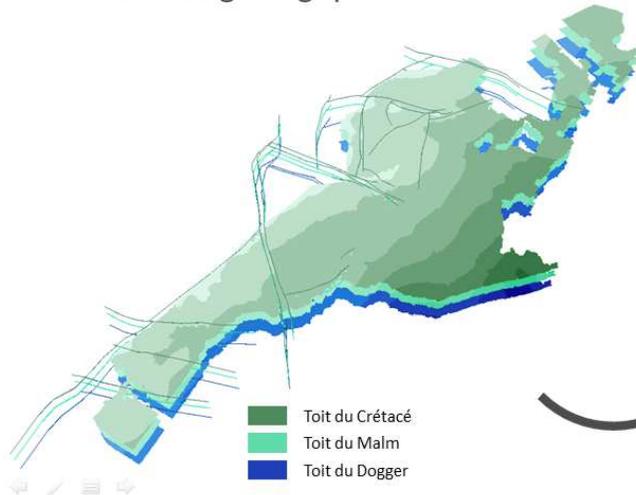
Données géologiques brutes



Légende

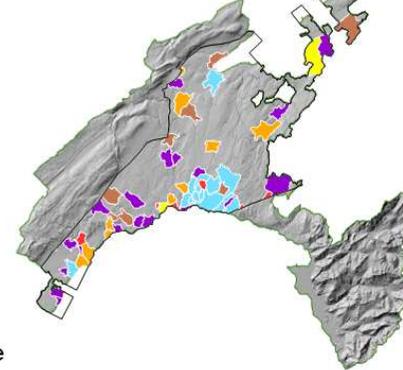


Modèle géologique 3D



Cadastre orienté «potentiel»

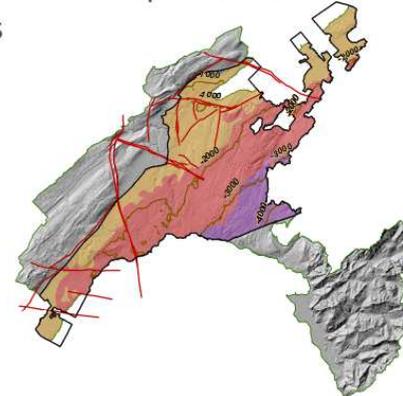
Relation avec la couverture des besoins thermiques des Communes



Légende



Estimation des températures attendues dans les aquifères



Légende



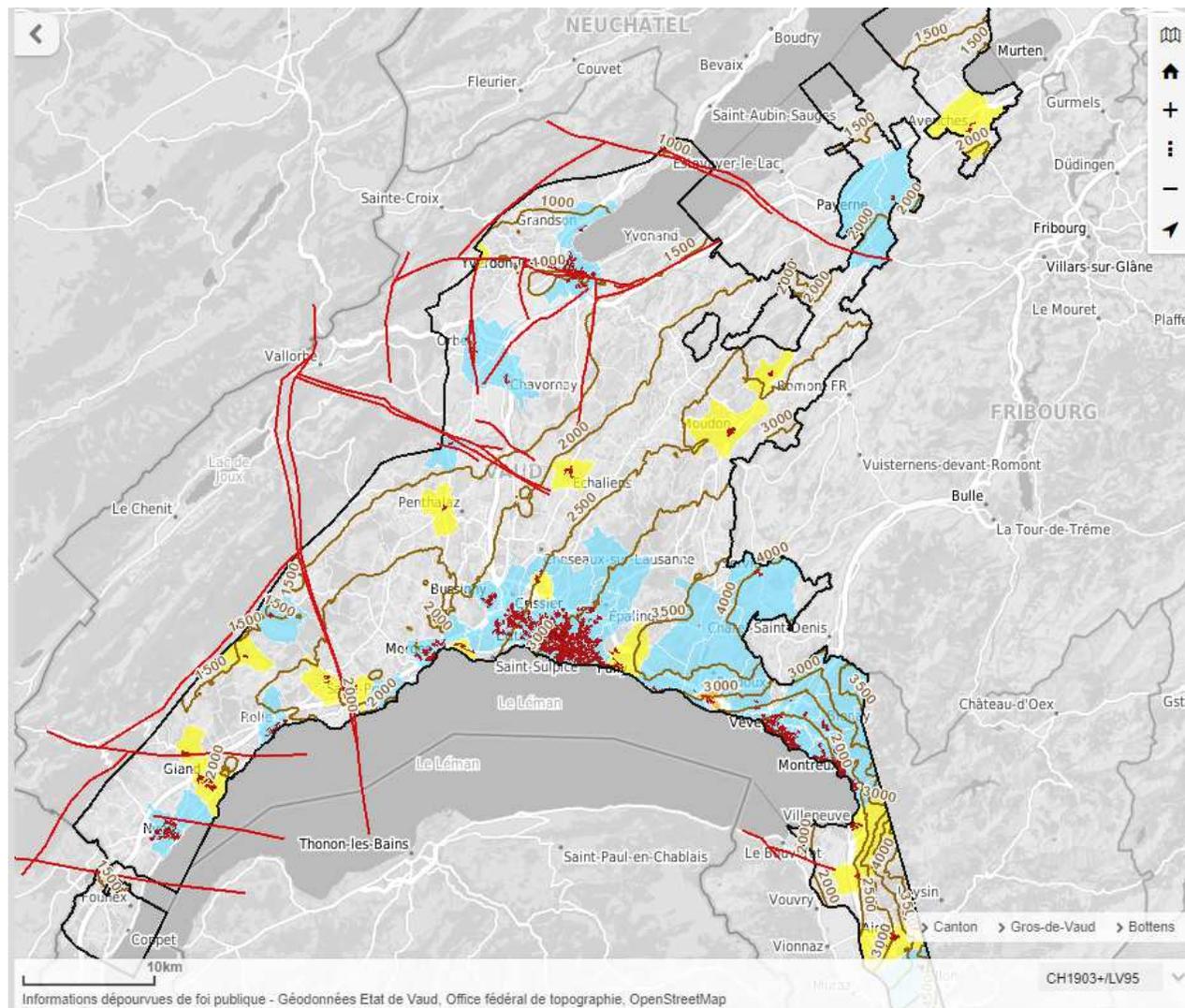


# Cadastre de géothermie profonde

Cadastre de géothermie profonde <http://www.geo.vd.ch> (Thème Géologie)

## Cadastre orienté «potentiel»

- Géologie
    - Cadastre géologique
    - Cadastre de géothermie profonde
      - Exploitation actuelle
      - Permis et/ou concession
      - Forage profond
      - Ligne sismique
      - Accident tectonique des différents horizons
      - Périmètre d'étude du cadastre géothermique
      - Périmètre de zone propice
      - Isohypse - Altitude ou profondeur du toit des différents horizons
        - Isohypse du toit du rocher, altitude [m.s.m]
        - Isohypse du toit du Crétacé, profondeur [m]
        - Isohypse du toit du Malm, profondeur [m]
        - Isohypse du toit du Dogger, profondeur [m]
      - Isohypse du toit du socle cristallin, altitude [m.s.m]
    - Communes avec un potentiel géothermique valorisable
      - Aquifère du Crétacé : couverture des besoins thermiques des zones identifiées
      - Aquifère du Malm : couverture des besoins thermiques des zones identifiées
    - Aquifère du Dogger : couverture des besoins thermiques des zones identifiées
    - Température attendue dans les différents aquifères cibles [°C]
    - Périmètre modèle 3D superficiel
    - Périmètre modèle 3D profond
- 0 %  
0 à 25 %  
25 à 50 %  
50 à 75 %  
75 à 100 %  
> 100 %





# Commentaires et enjeux

- ❖ **Des cadastres établis avec des objectifs différents**
- ❖ **Le dessous des cartes n'est pas toujours le même**
  - Méthodologie, pratique et application des lois qui ne sont pas toujours les mêmes
- ❖ **Des données disponibles mais indicatives et évolutives → Toute installation nécessite de toute manière autorisation ou permis**
- ❖ **Enjeux pour faciliter l'accès**
  - Quelles données, où, compréhension et homogénéisation de l'information
- ❖ **Enjeux de gestion et de mise à jour des données**
  - Densification des installations → programme de gestion des ressources pour coordonner les usages et impacts



# Commentaires et enjeux

- ❖ **Acquisition, retraitement et réinterprétation des données géophysiques historiques**
  - L'évolution technologique permet de retraiter et réinterpréter ces données
  
- ❖ **Archivage des données lors des forages profonds**
  - Volumes importants de nouvelles données numériques → assurer la pérennité, l'accès et l'archivage, conditionnement et stockage d'échantillon
  
- ❖ **Nouvelles analyses et modélisation régionales**
  - Connaissance du sous-sol à une échelle plus large



**Merci pour votre attention**