

Cadastre Géothermique Vaudois – Méthodologie & valorisation

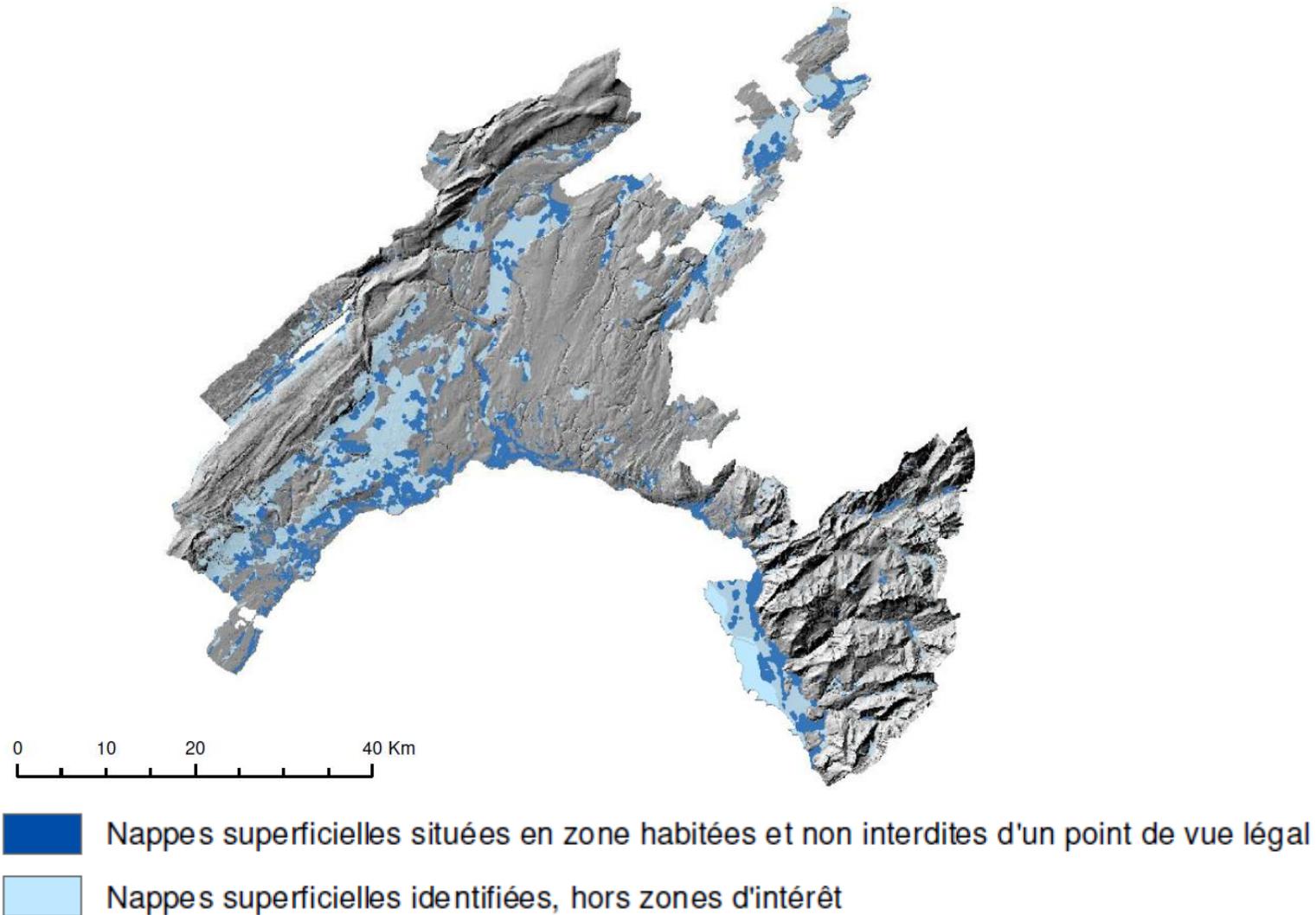
J-M Lavanchy et Fabrice Rognon

EPFL, 27 septembre 2019

Cadastre: potentiel géothermique exploitable

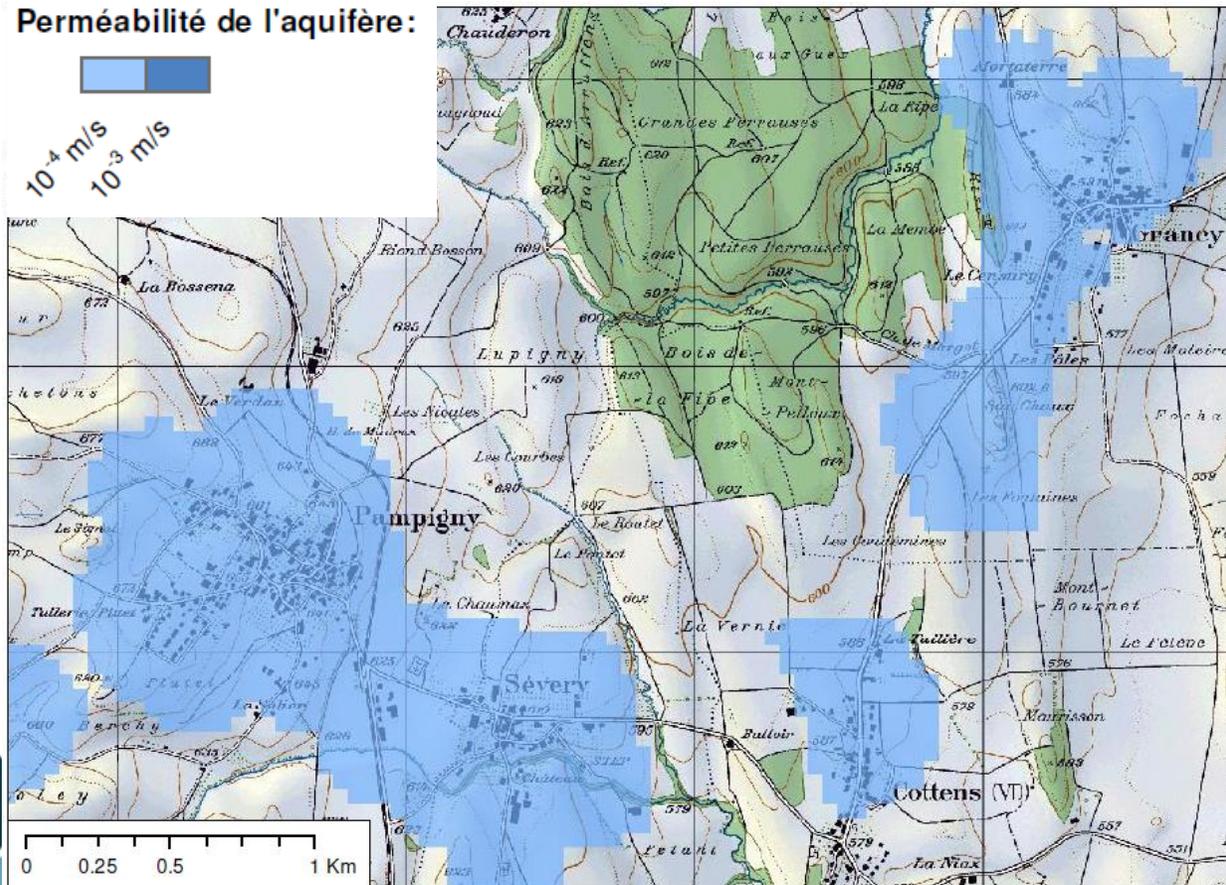
- + Mise en relation des ressources géothermiques des aquifères du sous-sol avec les besoins d'énergie (chaleur) en considérant le contexte local de consommation
- + Ressources disponibles par la géothermie de basse température (nappes superficielles locales)
- + Ressources disponibles par les aquifères profonds et de grandes étendues
- + Estimation des besoins locaux de chaleur
 - Mailles [ha]
 - Aggrégats de mailles → «zones propices» (îlots de besoins)
- + Evaluation du taux de couverture:
 - A l'échelle des zones propices
 - A l'échelle des communes (cadastre)

Géothermie de basse température : potentiel exploitable des nappes superficielles locales dans les «zones d'intérêt»

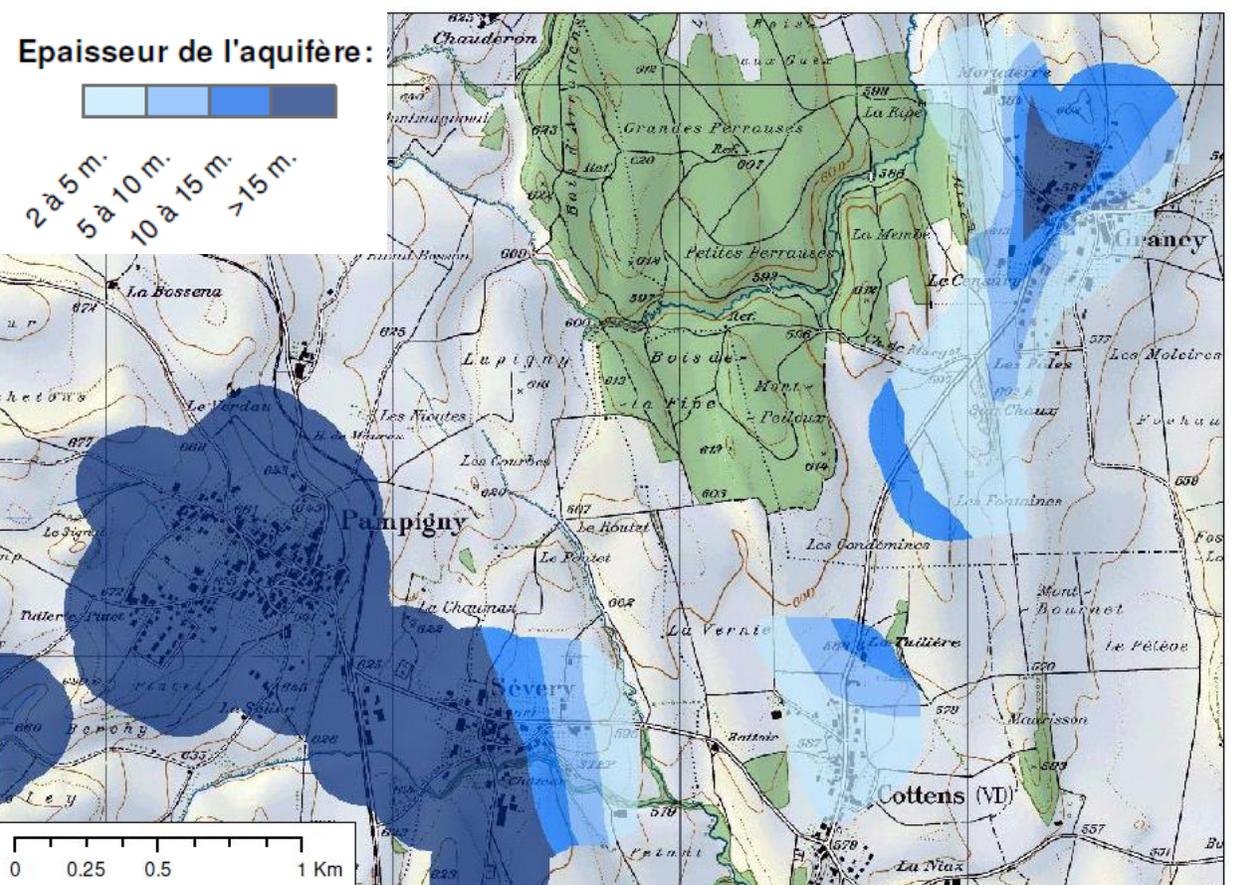


Nappes superficielles : variabilité locale de la perméabilité hydraulique et de l'épaisseur → du débit

Classes de perméabilité des nappes en zone d'intérêt (région de Pampigny)



Classes d'épaisseurs des nappes en zones d'intérêts (région de Pampigny)



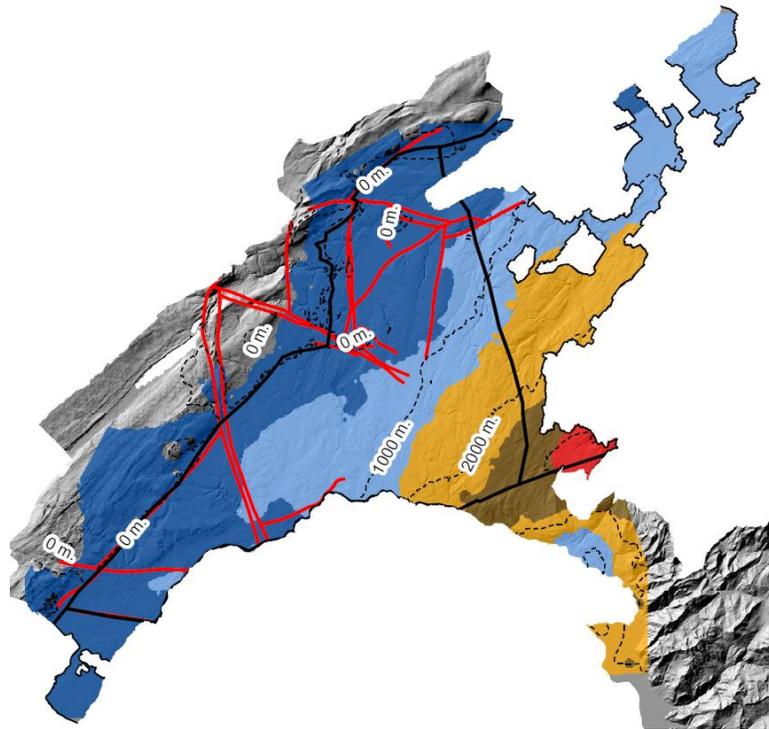
Propriétés générales des aquifères profonds régionaux

Aquifères cibles

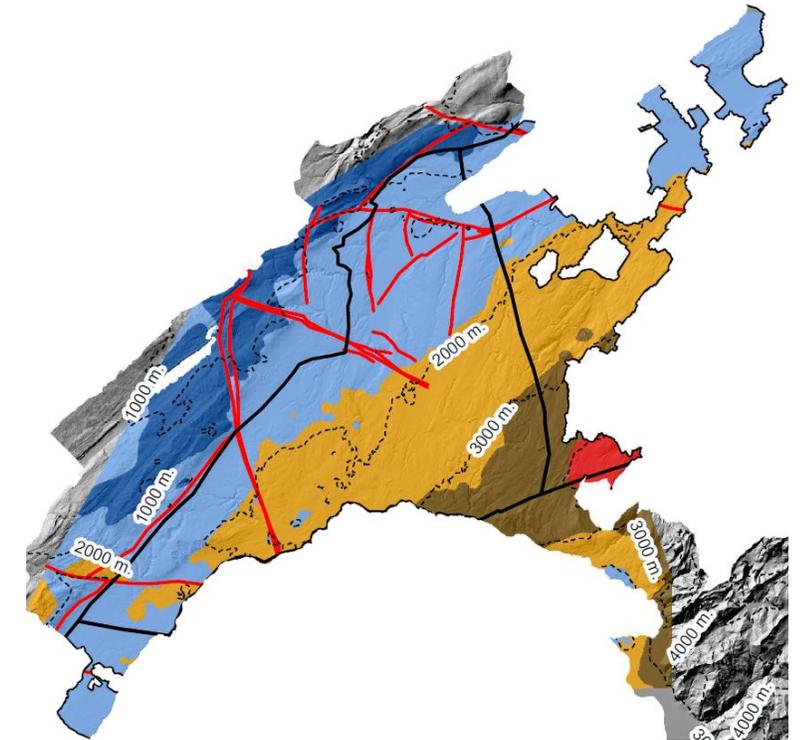
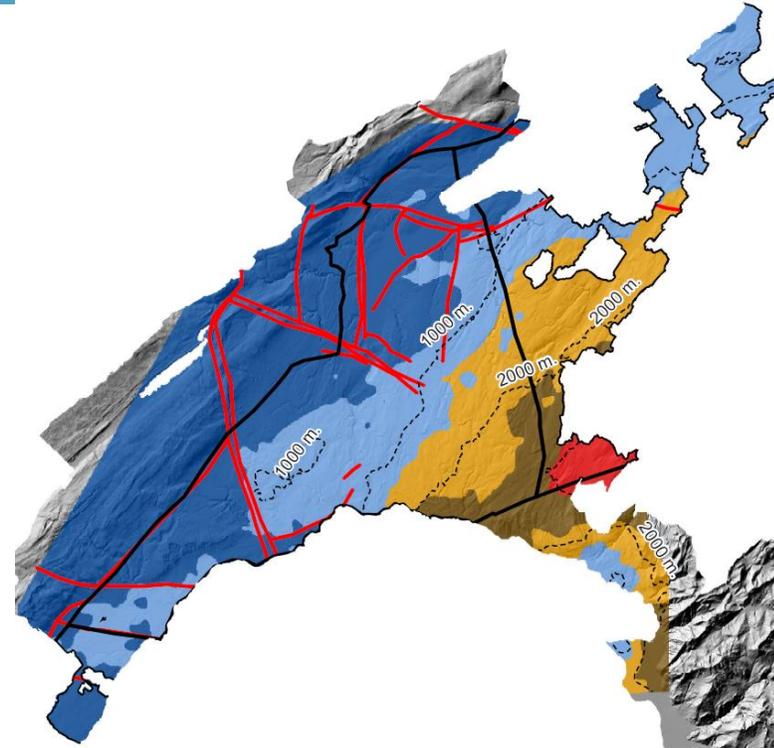
	Urgonien		Malm		Dogger	
Ordres de grandeur des propriétés des aquifères	Région Yverdon	Région lausannoise	Région Yverdon	Région lausannoise	Région Yverdon	Région lausannoise
Profondeur (m)	400	2000	500	2200	1200	3000
Température (°C)	25	70	45	80	60	110
Débits exploitables (l/s) <i>(hors zones de failles)</i>	15 - 20		15 - 20		10 - 15	
Puissance (MW) <i>(par doublets, pessimiste - optimiste)</i>	1	4 - 5	2	5 - 6	2 - 3	5 - 7

Potentiel géothermique exploitable par doublet

Urgonien ($Q^* = 20 \text{ l/s}$)



Dogger ($Q^* = 15 \text{ l/s}$)



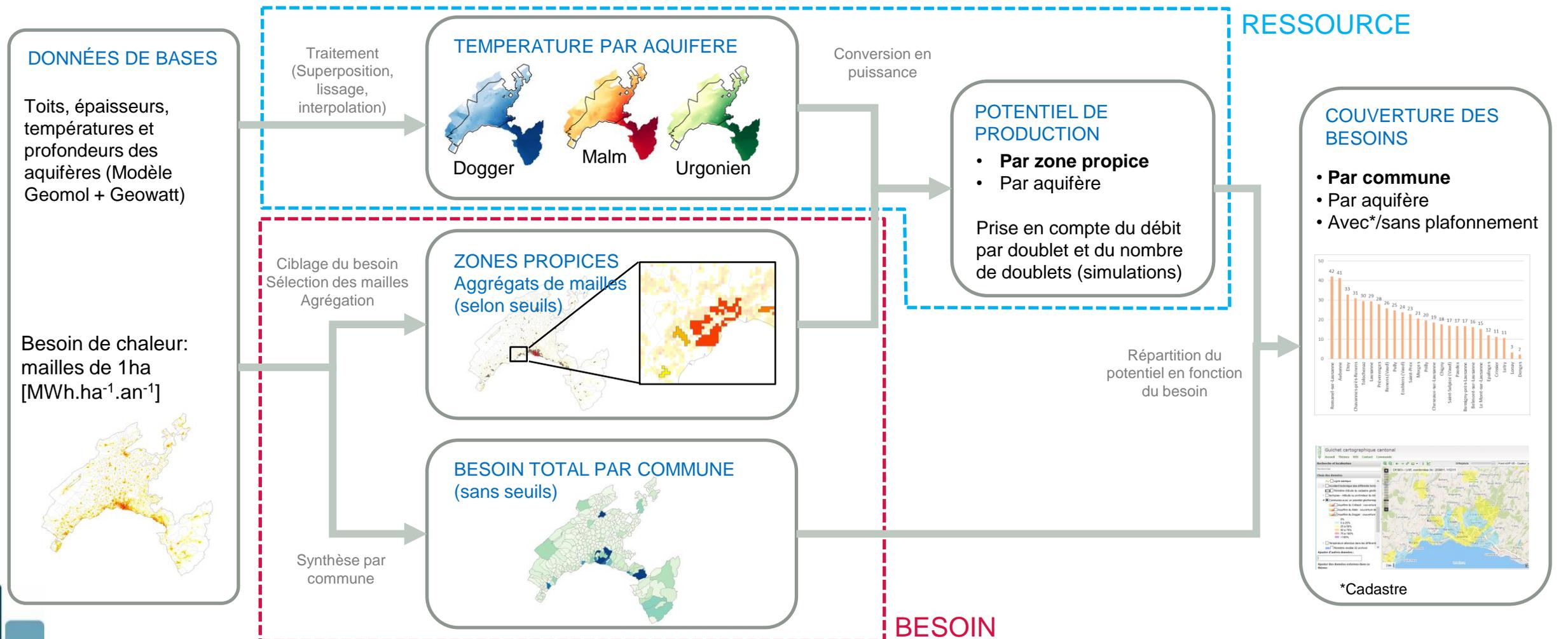
Puissance géothermique exploitable (MW):



< 2 MW
2 à 4 MW
4 à 6 MW
6 à 8 MW
8 à 10 MW
> 10 MW

0 10 20 40 Km

Workflow – Géothermie profonde



Zones Propices: hypothèses et critères de seuil

Implications sur le taux de couverture communal

DÉFINITION DES ZONES PROPICES

Sélection des mailles par densité:

- > 500 [MWh.ha⁻¹.an⁻¹];
- entre 300 et 500 [MWh.ha⁻¹.an⁻¹] avec plus d'une maille d'une densité > 500 [MWh.ha⁻¹.an⁻¹] comme voisine.

Agrégation des mailles:

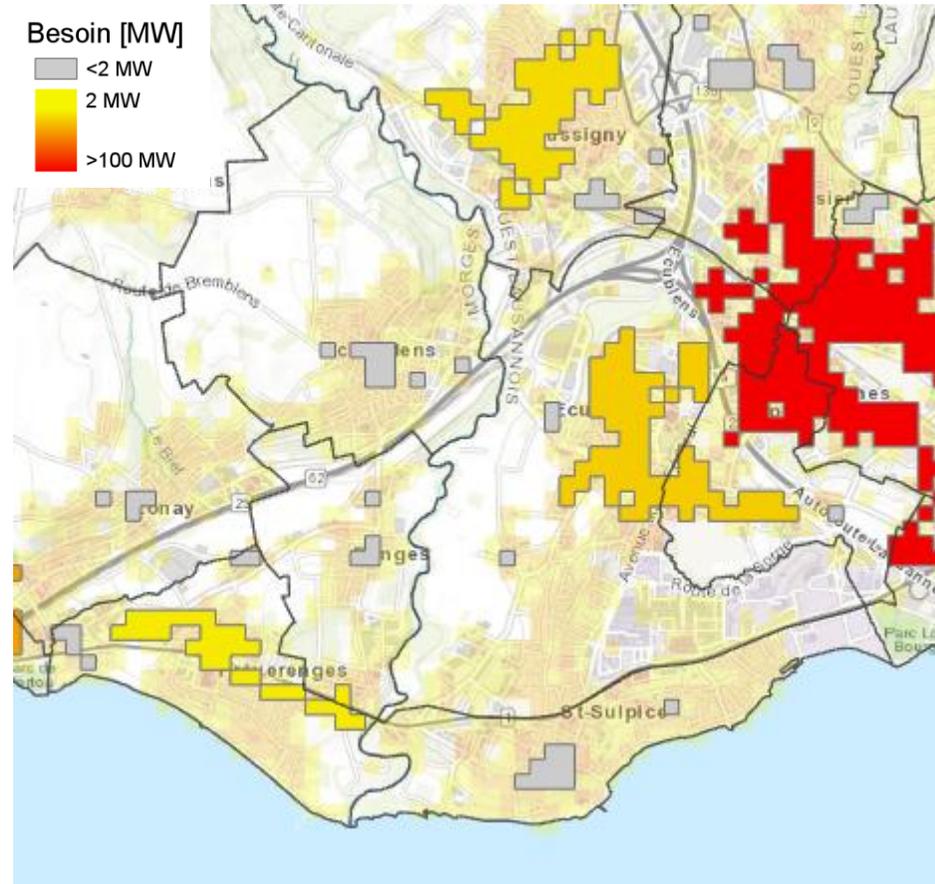
- Agrégat de mailles contiguës en zones propices;

Sélection des zones propices:

- Seuils de besoins en puissance*
 - ≥ 2 [MW] (hypoth. du cadastre)
 - ≥ 1 [MW]

→ Seuil pour les doublets

* Puissance de pointe



UPSCALING NIVEAU COMMUNAL

Chevauchement des zones propices sur plusieurs communes:

- Répartition du potentiel selon le besoin de chaque commune sur l'emprise de la zone propices

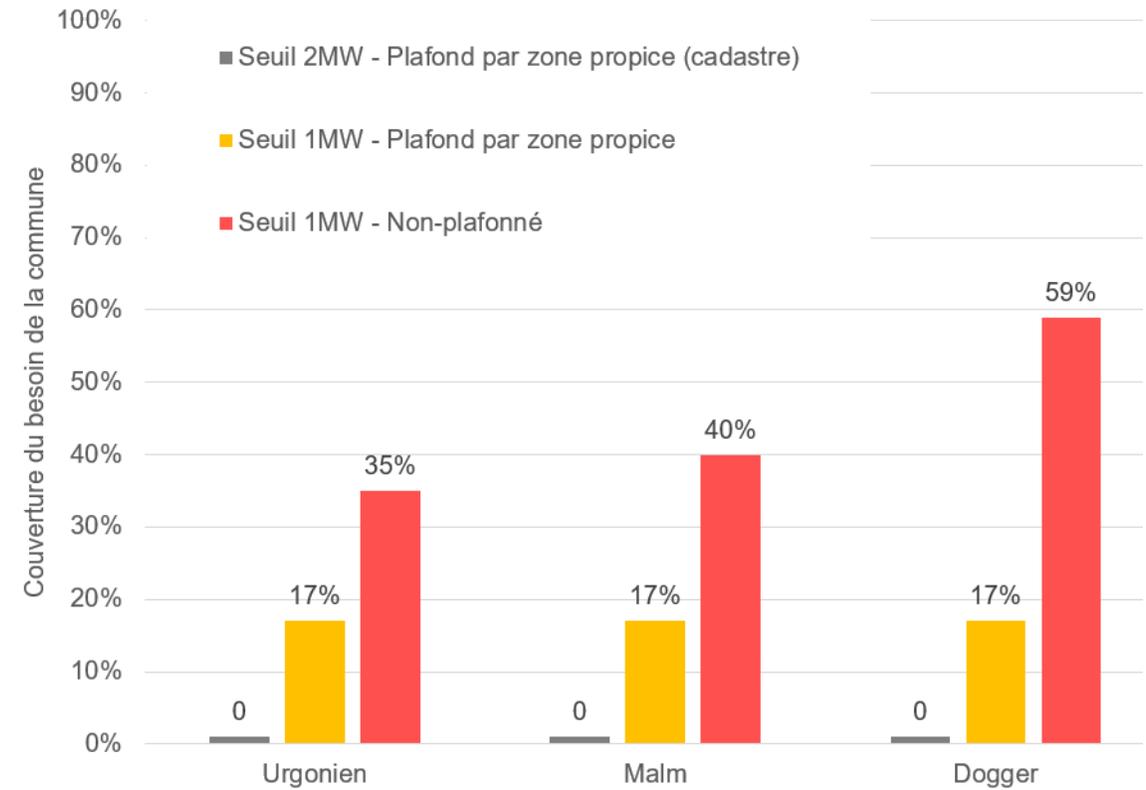
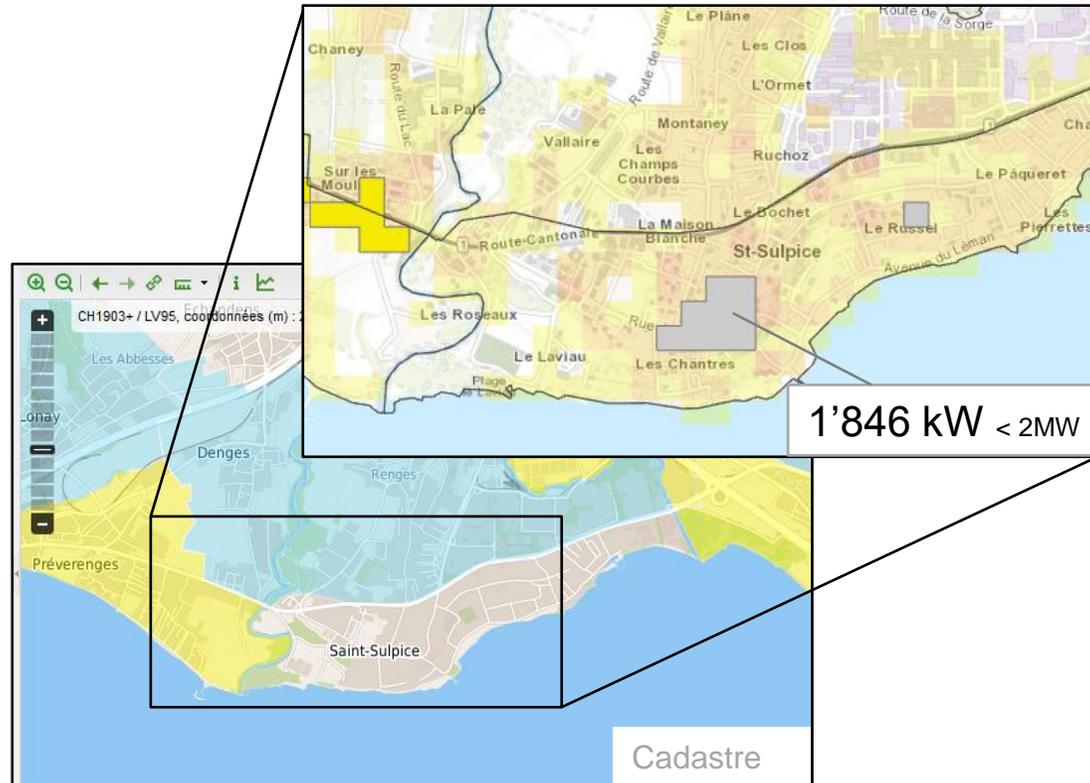
Plafonnement:

- Dans le cadastre, le potentiel de la ressource est plafonné par le besoin au sein des zones propices

Limitations et améliorations:

- Couverture du besoin contrainte par les propriétés des z. propices
- Possibilité d'affiner les résultats à l'échelle locale en tenant compte du réseau de distribution

Cas d'étude: Saint-Sulpice (illustration d'un effet de seuil)



Comment interpréter le cadastre géothermique

- + Identification à échelle cantonale des communes particulièrement prometteuses qui méritent de:
 - Compléter l'évaluation (cf. ci-dessous)
 - lancer une étude de valorisation de la géothermie (1^e étape : analyse d'un concept et de faisabilité-> slide suivante)

- + Valeurs indicatives des taux de couverture de besoins en chaleur:
 - incertitudes sur les hypothèses de calcul (seuil de rentabilité de doublet, débit, agrégation des mailles)
 - Hypothèse de valorisation de toute la gamme de chaleur en cascade
 - Grands consommateurs pas inclus
 - Valorisation de froid pas incluse
 - Vérifier/ actualiser les hypothèses locales de calcul du cadastre (évaluation plus précise des zones propices, prise en compte des incertitudes, ajout des Grands Consommateurs, valorisation de froid)

- + Certaines communes avec un taux de couverture de 0% deviennent >> 0% selon les hypothèses (effet de seuil)

Planification de projets de géothermie profonde (Check-list)

PHASE 1

Concept et faisabilité

Faisabilité du projet :

Estimation:

- des besoins et ressources
- des procédures, investigations complémentaires
- De la durée → construction / exploitation
- Des coûts

- Contexte hydrogéologique
- Type de valorisation énergétique
- Type de procédure d'autorisation
- Estimation financière

PHASE 2

Prospection et procédures

Étude de projet

- précision du potentiel géothermique exploitable
- Investigations et études complémentaires
- Planification de l'exploration et des coûts
- Clarification des procédures d'autorisation et de financement

- Campagne sismique
- Modélisation hydrogéologique
- Sismicité naturelle et risque sismique
- Planification des ouvrages
- Business plan
- Procédures d'autorisation
- EIE
- Plan d'abandon et coût associé

PHASE 3

Exploration

Forage(S)

- Validation par les autorités
- Mise à l'enquête
- Réalisation des forages et tests
- Analyses, validation / adaptation du projet

- Remise du dossier (rapports)
- Communication
- Gestion du forage
- Suivi environnemental
- Suivi hydrogéologique
- Suivi sismique

PHASE 4

Construction

- Validation par les autorités
- Mise à l'enquête
- Réalisation de la centrale thermique

PHASE 5

Exploitation

- Production de chaleur

PHASE 6

Post-exploitation

- Remise en état (après 30 – 40 ans)

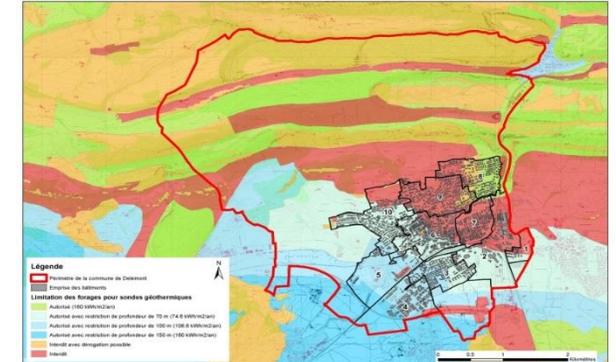
Conclusion (1) : Comment aller de l'avant pour les Communes

Recommandations:

- + Faire / actualiser la planification énergétique territoriale (PET) en intégrant:
 - la géothermie pour le chaud et le froid
 - L'actualisation locale du cadastre géothermique (seuils, zones propices, etc.)

- + Activer le marché : lancer AO à contractant par zone, périmètre -> externaliser
 - Etude de projet avec tandem expérimenté énergéticien + hydrogéologue
 - Élaboration du cahier des charges de l'AO

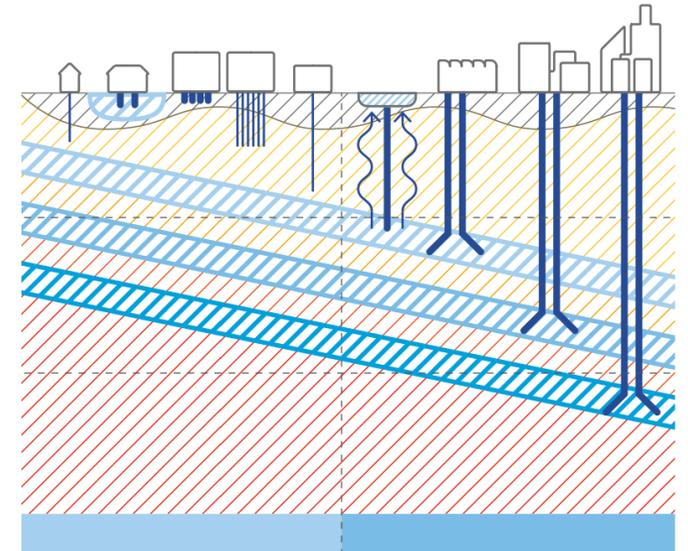
- + Être acteur du marché : porter le projet, avec ou sans partenaires
 - Bonne connaissance des procédures d'autorisation et de financement



Conclusion (2) : Comment aller de l'avant pour les porteurs de projets

Recommandations

- + Intégrer le potentiel géothermique des aquifères dans vos zones de prospection
- + Vérifier l'actualisation locale du cadastre (hypothèses de calcul) et lancer la planification de projets de géothermie (cf. check-list)
- + Concevoir le système énergétique dans sa globalité avec un tandem expérimenté énergétique + hydrogéologue
 - Bonne connaissance des procédures d'autorisation et de financement
 - Gamme de puissance & Type d'installation
 - Adéquation aux besoins
 - Caractérisation de la ressource
- + Clarifier aides financières Canton et Confédération pour réduire le risque financier



Sources : OFEN, pixabay