

Rapport final, le 11 février 2017

Rapport «Enquête **SGV**»

Résultats de l'enquête sur la
procédure de dimensionnement des
sondes géothermiques verticales
(SGV) en tenant compte des sondes
voisines



energie schweiz

Unser Engagement: unsere Zukunft.

Auteurs rapport allemand

Docteur Andreas Ebert, Geo Explorers AG

Eva Dörner, Geo Explorers AG

Traduction français externe

Cette étude a été réalisée sur commande d'EnergieSchweiz.

Les auteurs seuls sont responsables du contenu.

Adresse

EnergieSchweiz, Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen Adresse postale: 3003 Berne

Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Contenu

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Résumé | 5 |
| 2 | Introduction | 7 |
| 2.1 | Projet et objectifs..... | 7 |
| 2.2 | Mandat | 7 |
| 2.3 | Travaux effectués..... | 7 |
| 3 | Enquête | 9 |
| 3.1 | Introduction et objectifs | 9 |
| 3.2 | Procédé..... | 9 |
| 3.2.1 | Création du questionnaire..... | 9 |
| 3.2.2 | Durée de l'enquête..... | 10 |
| 3.2.3 | Participants à l'enquête..... | 10 |
| 3.2.4 | Enquêtes téléphoniques complémentaires..... | 10 |
| 3.2.5 | Évaluation, interprétation, rapport..... | 10 |
| 3.3 | Résultats de l'enquête..... | 11 |
| 3.3.1 | Nombre de participants..... | 11 |
| 3.3.2 | Feedback des entretiens personnels..... | 12 |
| 3.3.3 | Retour d'expérience | 13 |
| 3.4 | Questionnaire..... | 14 |
| 3.5 | Évaluation des résultats de l'enquête | 18 |
| 3.5.1 | Remarques préliminaires à l'évaluation | 18 |
| 3.5.2 | Expérience avec des champs de sondes géothermiques et le dimensionnement en général | 18 |
| 3.5.3 | Dimensionnement | 24 |
| 3.5.4 | Problématique des sondes voisines | 32 |
| 3.5.5 | Aide-mémoire..... | 39 |
| 3.5.6 | Eaux souterraines | 40 |
| 3.6 | Conclusion | 41 |
| 4 | Appendice (n'est pas traduit) | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Einleitung | 42 |
| 4.2 | Vorgehen..... | 42 |
| 4.3 | Datenportale..... | 42 |
| 4.3.1 | Teufenangaben einer o. aller Bohrungen pro Projekt..... | 47 |
| 4.3.2 | Längenangaben einer o. aller EWS pro Projekt | 49 |
| 4.3.3 | Angaben zu Sondentyp, Durchmesser, Hinterfüllung..... | 50 |
| 4.3.4 | Verfügbarkeit von geologischen Bohrprofilen | 51 |
| 4.3.5 | Angabe des Erstellungsjahres der EWS..... | 53 |
| 4.3.6 | Angabe zu Messungen wie z.B. Grundwasserspiegel..... | 53 |
| 4.3.7 | Angaben zu aufgetretenen Problemen (z.B. Wasserzutritte) | 53 |
| 4.3.8 | Angaben zur Wärmepumpe und Nutzungsart | 55 |
| 4.3.9 | Mindestabstand von EWS zur Grundstücksgrenze | 56 |

1 Résumé

En 2016, une enquête dans le domaine du dimensionnement des sondes géothermiques verticales (SGV) a été conduite par l'Office fédéral de l'énergie avec le soutien de Géothermie Suisse. L'objectif principal de l'enquête était de déterminer si et dans quelle mesure les sondes géothermiques voisines sont prises en compte pour le dimensionnement des nouvelles sondes géothermiques. En outre, des questions ont été posées aux participants de l'enquête sur leur expérience avec les SGV, sur leur manière de dimensionner et de planifier des champs de sondes géothermiques.

Dans l'ensemble, 83 personnes de la plupart des cantons suisses ont participé à l'enquête. L'étendue de l'expérience des participants dans le domaine de la planification et du dimensionnement des champs de sondes géothermiques est très variable. Parmi les participants à l'enquête, 40 % ont planifié ou dimensionné plus de 20 projets de sondes géothermiques pendant les derniers 5 ans. Environ 2/3 des participants ont planifié ou dimensionné des champs de sondes géothermiques en 2015 et 2016. Des spécialistes ont été employés pour environ la moitié de toutes les planifications / dimensionnements des champs de sondes géothermiques. Les prestations de planification se divisent approximativement pour moitié en immeubles d'habitation et pour l'autre moitié en bâtiments de service. Les travaux de dimensionnement (simulation, conception, TRT) ont été entrepris par moins de la moitié des participants.

Pour le dimensionnement des champs de sondes géothermiques, les participants ont identifié la géométrie des sondes comme le paramètre le plus important à prendre en compte, suivi par les données concernant la pompe à chaleur et les besoins énergétiques, ainsi que les paramètres de la physique des roches, comme la conductivité thermique et la géologie. La prise en compte des sondes voisines n'a été désignée que par env. 10 % des participants à l'enquête, bien qu'à la question concrète de savoir si les sondes voisines sont prises en compte pour le dimensionnement environ la moitié des participants a répondu affirmativement.

Près de la moitié des bureaux participants emploie un logiciel pour le dimensionnement, comme EWS ou EED. Parmi les paramètres de saisie les plus importants ont été nommés par ordre descendant les paramètres géologiques, les besoins énergétiques, la géométrie des sondes et les caractéristiques des pompes à chaleur. Le paramètre des sondes voisines n'a été nommé explicitement que par une seule personne. Parmi les participants utilisant un logiciel pour le dimensionnement, près d'un tiers ont indiqué que leur logiciel était capable de tenir compte des sondes voisines. Tous ces participants indiquent de façon très différente, malgré l'utilisation du même logiciel, la méthode selon laquelle les données relatives aux sondes voisines sont prises en compte par ce même logiciel.

Pour 2/3 des personnes interrogées, la prise en compte des sondes voisines est importante pour le dimensionnement, contrairement à 1/3 des donneurs d'ordre / maîtres d'ouvrage. La distance des sondes voisines est considérée comme un critère important. Des distances de 6 à 100 mètres ont été citées. Sur la question avec les 4 exemples, les participants à l'enquête ont donné des réponses très différentes sur la prise en compte réelle des sondes voisines. En moyenne, 1/3 des

participants ont évalué de manière contradictoire la nécessité de la prise en compte des sondes voisines.

Les différentes réponses montrent qu'en réalité pour le dimensionnement, les sondes voisines ne sont généralement pas prises en compte ou du moins elles sont considérées comme un paramètre sans impact important. De plus ces réponses indiquent que malgré le fait que beaucoup de participants à l'enquête sont conscients d'une possible influence de la part des sondes voisines, ils considèrent que pour une planification ou un dimensionnement réels de champs de sondes, les sondes voisines ne jouent qu'un rôle secondaire – si tant est qu'elles en jouent un.

Les 2/3 des participants à l'enquête souhaitent un aide-mémoire leur indiquant quand et quel type de dimensionnement pourrait être effectué.

2 Introduction

2.1 Projet et objectifs

L'Office fédéral de l'énergie examine, avec le soutien de Géothermie Suisse, la façon dont les différents bureaux de géologie et les bureaux de planification proches de la géologie planifient et dimensionnent les sondes géothermiques et les champs de sondes géothermiques. Le but est de déterminer leurs priorités ainsi que les paramètres auxquels ils attachent une importance particulière. Un intérêt particulier est porté sur la prise en compte des sondes voisines déjà existantes et / ou planifiées.

Cet enquête a été effectuée à l'aide d'un questionnaire en en ligne. 83 personnes y ont participé. Ces personnes sont en charge de la planification et de la réalisation d'installation de SGV et travaillent dans des bureaux de géologie ou des bureaux de planification proches de la géologie

Les renseignements obtenus mettent en évidence les pratiques des bureaux afin de déterminer s'il y a la nécessité d'établir un aide-mémoire pour le dimensionnement des sondes géothermiques – notamment en rapport avec les sondes voisines déjà existantes – et / ou de mieux sensibiliser les maîtres d'ouvrage / donneurs d'ordre.

Parallèlement à l'enquête, les géoportails cantonaux ont été évalués concernant la mise à disposition de données sur les sondes géothermiques. Le but est de relever si l'on peut avoir accès aux données indispensables et / ou importantes pour le dimensionnement des SGVs et si la mise à disposition de ces données influence les résultats de l'enquête en fonction des cantons.

2.2 Mandat

Energie Suisse a mandaté Geo Explorers AG pour réaliser l'enquête et d'évaluer les résultats. De plus, Geo Explorers AG a collecté les données accessibles sur les sondes géothermiques sur les géoportails cantonaux. La période de traitement s'est étalée entre octobre 2016 et février 2017. Un soutien pour l'enquête en français a été fourni par GeoAzimut Sàrl.

2.3 Travaux effectués

Les travaux sont répartis entre l'enquête en ligne et l'évaluation des portails cantonaux.

Les tâches suivantes ont été réalisées pour l'enquête en ligne :

- La recherche des bureaux de géologie et de planification pertinents pour l'enquête
- L'établissement d'un questionnaire en allemand et en français
- L'établissement de l'enquête en ligne sur la base du questionnaire
- L'évaluation et l'interprétation des résultats de l'enquête
- Les conclusions

Les tâches pour l'évaluation des géoportails cantonaux sur les données accessibles concernant les SGV sont les suivantes :

- Vérification de l'accès public aux données pertinentes sur les géoportails
- Enumération détaillée des résultats dans un tableau Excel
- Evaluation et interprétation
- Corrélation de l'enquête avec les données accessibles sur les géoportails
- Conclusions

3 Enquête

3.1 Introduction et objectifs

L'enquête se déroulait en ligne sous forme anonyme. Des bureaux de géologie, des bureaux de planification proches de la géologie et certains services spécialisés dans toute la Suisse ont été invités à y prendre part. Les objectifs de l'enquête étaient de déterminer la manière dont les SGV et les champs de sondes géothermiques sont planifiés et dimensionnés et également de déterminer la manière concrète de procéder des bureaux pour le dimensionnement (recherche des données, définition des paramètres, logiciel de simulation, calcul, sondes voisines).

3.2 Procédé

3.2.1 Création du questionnaire

L'objectif principal de l'enquête était de déterminer selon quels critères et à partir de quelles valeurs limites les sondes géothermiques voisines sont prises en compte pour le dimensionnement des SGV et des champs de sondes géothermiques. L'enquête peut être subdivisée en quatre parties : (a) questions sur l'expérience générale des bureaux avec les SGV, (b) questions sur les tâches générales de planification et de prestations de service des bureaux dans le domaine des SGV, (c) questions sur la prise en compte des sondes voisines lors du dimensionnement des SGV et (d) questions complémentaires. Les différentes questions sont énumérées au chapitre 3.4.

Les questions ne se limitent pas seulement à la prise en compte des sondes voisines. En effet en l'absence de données de référence sur les activités principales des différents bureaux dans le domaine des SGV et sur le procédé habituel de planification et de dimensionnement (sans tenir compte des sondes voisines et / ou les différences régionales si elles existent), il serait impossible de tirer des conclusions logiques uniquement à partir des réponses sur la problématique des sondes voisines. Quelques questions ont été posées pour le contrôle croisé des réponses déjà données. En outre, des exemples concrets ont été intégrés pour l'évaluation des participants. Ces exemples permettent d'évaluer dans quelle mesure les l'état des connaissances est en lien avec la mise en œuvre réelle.

L'enquête a été effectuée en ligne et la participation était possible avec tous les moyens (p. ex. ordinateur, smartphone). Cela a permis de garantir la plus grande participation possible. Sur papier, le retour aurait certainement été plus faible. De plus, le traitement des données au moyen de l'enquête en ligne était plus rapide.

L'enquête a été effectuée sous forme anonyme dans le but de garantir les réponses les plus honnêtes. Cela permet également de comprendre la manière réelle de procéder et ainsi par. ex. d'évaluer le besoin de mise en place de mesures de sensibilisation ou d'un aide-mémoire.

3.2.2 Durée de l'enquête

L'invitation a été envoyée par l'Office fédéral de l'énergie avec le soutien de Géothermie Suisse le 8.12.2016 sous forme électronique. L'enquête en ligne est restée ouverte jusqu'au 10.01.2017. La participation a été relativement régulière durant le mois de décembre. La plupart des questionnaires ont été remplis pendant les deux premières journées (26 questionnaires). Jusqu'à Noël, entre 0 et max. 12 questionnaires par jour ont été enregistrés. Ensuite, entre 0 et 2 questionnaires par jour ont été enregistrés jusqu'à la clôture.

3.2.3 Participants à l'enquête

Un bureau de géologie alémanique et un bureau romand ont sélectionné les participants potentiels à l'enquête respectivement pour la Suisse allemande et la Suisse romande. Le but pour l'enquête était d'avoir 1-2 bureaux par canton. Les bureaux invités étaient essentiellement des bureaux de géologie ou des bureaux proches de la géologie et qui sont spécialisés dans la planification de sondes géothermiques, des techniques de mesure pour SGV, de simulation et d'ingénierie pour la géothermie. En outre, la liste a été complétée par l'Office fédéral de l'énergie avec d'autres bureaux et des services spécialisés (p. ex. à Saint-Gall et au Tessin). De surcroît, l'invitation a pu être retransmise par les invités à d'autres services spécialisés ou d'autres bureaux. Il est ainsi impossible de quantifier le nombre total d'invités à l'enquête et de déterminer le taux exact de participation.

La sélection a été faite de telle manière à ce que des bureaux avec de l'expérience et des services dans le domaine de la planification et de la réalisation de sondes géothermiques prennent part à l'enquête. Ainsi, autant des bureaux qui occasionnellement font un suivi géologique que ceux qui dimensionnent ou mesurent régulièrement des importants champs de sondes géothermiques ont pris part à cette enquête. Cette diversité de type de bureaux répondait à la nécessité de voir comment de manière générale les SGV sont planifiées et dimensionnées et s'il y existe des différences régionales.

3.2.4 Enquêtes téléphoniques complémentaires

Afin de disposer d'un contrôle croisé des réponses et d'obtenir des informations complémentaires, un certain nombre de bureaux ont été contactés par téléphone. Cela a permis de constater s'il y avait des imprécisions ou des critères manquants dans l'enquête. Ces bureaux contactés personnellement ont été sélectionnés de manière à couvrir territorialement la Suisse et les différents types d'expérience avec les SGV.

3.2.5 Évaluation, interprétation, rapport

Pendant l'évaluation, les données pour chaque question ont été analysées et contrôlées. Si pour les questions de type « oui / non » les deux valeurs ont été cochées, seul le «oui» a été retenu. Par exemple, certains participants ont répondu par «oui» et par «non» à la question n°1 qui vise à

savoir si le bureau a accompagné géologiquement des champs de sondes géothermiques en 2015 et 2016. Ces questions ont été évaluées comme ayant reçu la réponse positive, puisque le bureau a effectué cette activité au moins une fois pendant la période indiquée et possède l'expérience correspondante. L'absence de réponse a toujours été considérée comme «non indiqué», même lorsque sur la base des autres réponses le «oui» ou le «non» ressortait, p. ex. dans le cas des questions à choix multiples où uniquement les réponses positives ont été choisies. Dans tous les cas, ces hypothèses ont été indiquées dans l'interprétation.

3.3 Résultats de l'enquête

3.3.1 Nombre de participants

83 bureaux ont participé à l'enquête et 60 l'ont terminé. 70 participants en moyenne ont répondu aux 5 premières questions. 62 et 57 participants ont respectivement répondu aux deux dernières questions (nécessité d'une recommandation et appartenance cantonale). Aux questions qui nécessitaient d'écrire soi-même la réponse, seuls 30 participants en moyenne ont répondu. Il est notamment ressorti que les bureaux qui ne dimensionnent jamais ou que très rarement n'ont pas rempli intégralement le formulaire d'enquête ou l'ont terminé prématurément.

A l'exception des cantons de Schaffhouse, de Glaris et d'Appenzell, au moins un bureau par canton a participé. Le Tessin et Saint-Gall ont été représentés chacun par 12 participants à l'enquête, ce qui indique une participation comparativement très forte. Cela s'explique probablement par le fait que l'invitation à l'enquête a bien circulée dans ces cantons. Dans les cantons plus grands, comme p. ex. Zurich, Berne, Vaud, Valais et Fribourg, entre 7 et 8 bureaux par canton ont participé. Il convient de noter que 25 participants n'ont donné aucun retour, et inversement, certains ont donné de multiples retours, car ils sont actifs dans plusieurs cantons.

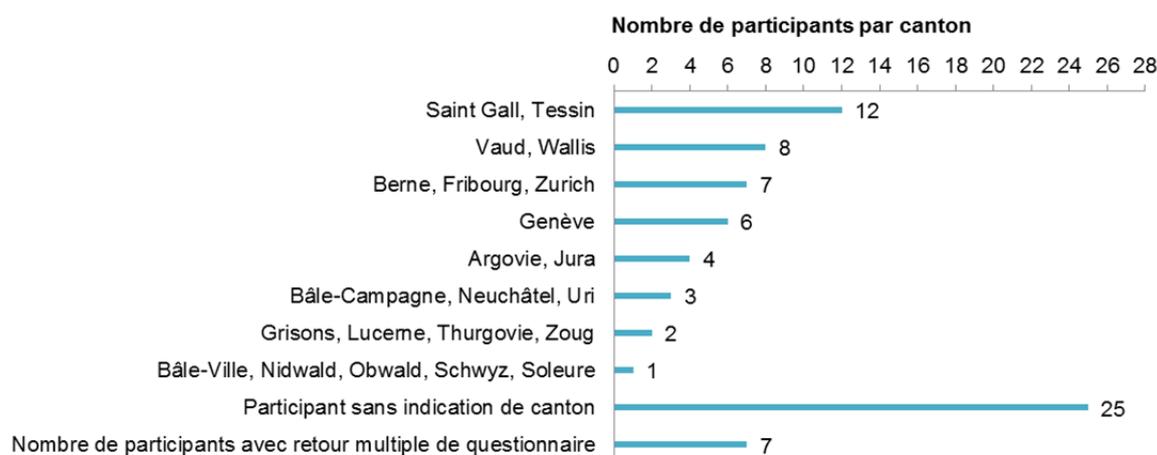


Figure 1 - Nombre de participants à l'enquête par canton. 83 participants au total, dont 25 sans indication, 7 participants avec des retours multiples de questionnaires (d'où un total de 97 retours).

3.3.2 Feedback des entretiens personnels

Les constats suivants ont été établis pendant les enquêtes téléphoniques :

- Dans l'ensemble, l'enquête était compréhensible. Seuls quelques participants ont trouvé certaines questions compliquées. Le fait que certaines questions se ressemblaient et pouvaient éventuellement être considérées comme des répétitions a été interprété par les participants comme des questions servant aussi de contrôle croisé aux réponses. Le temps nécessaire pour répondre au questionnaire et sa structure ont été jugés comme acceptables. L'utilité de l'enquête a été confirmée non seulement pendant les entretiens personnels, mais se reflète également dans le grand nombre des participants. Tous ont confirmé que des campagnes de sensibilisation et un aide-mémoire pour le dimensionnement et la planification des sondes seraient indispensables.
- Un bureau n'a pas participé à l'enquête parce qu'il n'effectue pas de dimensionnements et ne se sentait par conséquent pas concerné bien qu'il accompagne géologiquement les sondes géothermiques. On peut ainsi supposer que d'autres bureaux n'ont pas participé à l'enquête pour des raisons semblables.
- Les expériences dans les SGV des bureaux avec lesquels des entretiens personnels ont été menés varient d'environ 10 projets de sondes géothermiques par an avec un suivi géologique et une planification minimum jusqu'à des douzaines de projets de sondes et de champs de sonde incluant des tâches de planifications, de dimensionnements, de mesures et de suivis géologiques.
- L'expérience dans le dimensionnement varie d'un niveau sans expérience à un niveau d'expert.
- Tous les participants – indépendamment de leur expérience – soulignent l'importance d'un dimensionnement correct. Cependant beaucoup d'entre eux ne reçoivent aucune demande pour des dimensionnement ou n'offre que le suivi géologique et transmettent les dimensionnements à d'autres bureaux. Tous les personnes interrogées considèrent que souvent les dimensionnements sont mal réalisés ou se basent sur des clés de dimensionnement, p. ex. à 35 W/mètres de forage. Ils estiment également que la disposition des sondes, la géologie et les sondes voisines ne sont pas pris en compte. Le géologue n'arrive souvent qu'après la planification des forages et ne peut plus intervenir. Il peut seulement suivre géologiquement les travaux de forage selon les prescriptions cantonales. Les champs de sondes particulièrement importants sont par contre dimensionnés de manière plus détaillée à l'aide de logiciels spécifiques et en ayant également recours aux TRT.
- Pendant les entretiens personnels, chacun était conscient de la problématique des sondes voisines. Tous y ont déjà été confrontés dans des projets où il était clair que les sondes étaient trop rapprochées et que le dimensionnement n'en n'avait pas tenu compte et était ainsi incorrect. Même pour certains experts la méthode et les critères de prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement n'étaient pas clairs et par conséquent n'étaient pas respectés. Il y a également des experts qui ignorent comment l'impact des sondes voisines peut être prise en compte dans les logiciels de simulation et ceci malgré le fait qu'ils font régulièrement des simulations.

3.3.3 Retour d'expérience

Certains bureau invités à l'enquête n'y ont pas participé parce qu'ils ne font pas de dimensionnement et ne se sentaient par conséquent pas concernés. Il est donc nécessaire de faire des invitations plus ciblées et de mieux informer sur le but de l'enquête. Le texte d'accompagnement ne doit cependant pas être trop long pour qu'il soit lu dans son intégralité.

Certaines questions ont été considérées comme des répétitions ; p. ex., les questions sur le dimensionnement en général et sur les sondes voisines étaient très semblables. Le but des questions répétitives étaient de faire un contrôle croisé des réponses. Pour cela, le but de l'enquête ne devait pas être connu dès le début. Par conséquent, les réponses aux questions répétitives étaient moins détaillées. Inversement, ce procédé s'est révélé pertinent puisqu'il a permis de démontrer que les réponses variaient selon la problématique. P. ex., à la question «Quels paramètres sont respectés pour le dimensionnement ?» seulement 6 des 54 participants ont nommé les sondes voisines, en sachant qu'à la question suivante «Prenez-vous en compte les sondes voisines pour le dimensionnement?» 39 des 63 participants ont répondu positivement.

A certaines questions univoques (p. ex. la question 1), la réponse était un «oui» et un «non» ou seulement un «oui». Cela complique l'évaluation des résultats. Si une nouvelle enquête est effectuée, une seule réponse sera autorisée. Une cadre plus stricte pour les réponses est nécessaire. Il en va de même lorsque les participants laissent une question sans réponse. Si des détails sont demandés trop souvent, il est possible que le participant arrête l'enquête prématurément uniquement parce qu'il ne peut ou ne veut pas répondre à certaines questions.

Comme prévu, les réponses sous forme de commentaires ont été complétées mais pas par tous les participants. Néanmoins, ils ont permis pour déterminer les vrais critères et procédés utilisés pour le dimensionnement, car les participants avaient tendance à choisir les meilleurs critères et procédés dans les réponses à choix multiples (voir ci-dessus). Pour les enquêtes ultérieures, nous pourrions envisager de réduire légèrement les possibilités de mettre des réponses sous forme de commentaires, dans la mesure où ils compliquent l'évaluation.

3.4 Questionnaire

Questions générales sur l'expérience de dimensionnement de sondes géothermiques :

1. Avez-vous/votre bureau a-t-il, pendant les années 2015 et 2016, prévu, dimensionné et / ou réalisé le suivi géologique d'un champ de sondes géothermiques (plus de 5 sondes géothermiques par champ)?
 - Planification (profil de charge et/ou élaboration d'un dossier d'appel d'offres), Oui/Non
 - Dimensionnement, majoritairement avec un TRT / ETRT (test de réponse thermique)
 - Suivi géologique, Oui/NonAvec moins de 5 sondes géothermiques par projet:
 - Planification, dimensionnement et /ou suivi géologique de moins de 5 sondes par projet, Oui/Non
2. Combien de champs de sondes géothermiques, avec plus de 5 sondes géothermiques par champ, avez-vous/votre bureau a planifié et/ou dimensionné au cours des 5 dernières années (0, 1-5, 5-10, >10)?

Essayez de préciser le pourcentage de répartition par type d'utilisation des champs de sondes géothermiques que vous avez planifiées. Part pour immeuble d'habitation « sans FreeCooling » (uniquement la chaleur)

 - Part pour immeuble d'habitation sans « FreeCooling » (seulement de la chaleur)
 - Part pour immeuble d'habitation avec « FreeCooling »
 - Part pour bâtiment de bureau/commerces sans « FreeCooling » (seulement chaleur)
 - Part pour bâtiment de bureau/commerces avec « FreeCooling »
 - Part pour bâtiment de bureau/commerces (mise à disposition du froid et du chaud)
3. Combien de sondes comportent les 5 plus importants champs de sondes géothermiques que vous avez/votre bureau a planifiés et/ou dimensionnés au cours des 5 dernières années (<10, 10 bis 25, >25, >40) ?
4. Combien de projets de champs de sondes géothermiques (inclus, sondes individuelles), avez-vous/votre bureau a-t-il planifiés et/ou dimensionnés, au cours des 5 dernières années (<20, 20 bis 70, >70)?

Questions sur les tâches générales de planification et de prestations de services dans le domaine des sondes géothermiques:

5. Quels sont vos mandats de planification en rapport avec les sondes géothermiques ?
6. Menez-vous/votre bureau mène-t-il fréquemment ces mandats, rarement, jamais et/ou les donnez-vous à faire à un bureau externe ?
 - Expertise/suivi géologique, le profil de prévision
 - Calcul de profil de charge, interprétation sans simulation
 - Constitution de dossiers de soumission
 - Procédures d'autorisation
 - Simulation/modélisation
 - Réalisation d'un TRT et/ou ETRT
 - Mandats planifiés supplémentaires:
7. Est-ce qu'une personne spécialisée dans les sondes géothermiques dans votre bureau, réalise la planification et/ou le dimensionnement de sondes géothermiques, Oui/Non?
8. Comment effectuez-vous le dimensionnement d'un champ de sondes géothermiques? S'il-vous-plaît décrivez en quelques mots, si vous employez des outils comme des programmes de simulation.

9. De quels paramètres généraux et influents tenez-vous/votre bureau tient-il compte pour le dimensionnement des champs de sondes géothermiques? Paramètre comme p.ex. la conductivité thermique, le nombre de sondes géothermiques etc. Citez les paramètres les plus importants en premier.
10. Utilisez-vous un logiciel pour le dimensionnement d'un champ de sondes géothermiques, Oui/Non?
11. Le logiciel de simulation pour le dimensionnement des champs de sondes géothermiques repose sur un grand nombre des paramètres. Quels paramètres d'entrée sont indispensables pour vous? Citez les paramètres les plus importants en premier.
12. Dans certains cantons, les sondes géothermiques sont autorisées dans les secteurs de protection des eaux Au. Est-ce que c'est le cas dans votre canton, Non/Oui? Si oui, est-ce que l'influence de l'eau souterraine est quantifiée, Oui/Non? p.ex. avec des moyens de modélisation

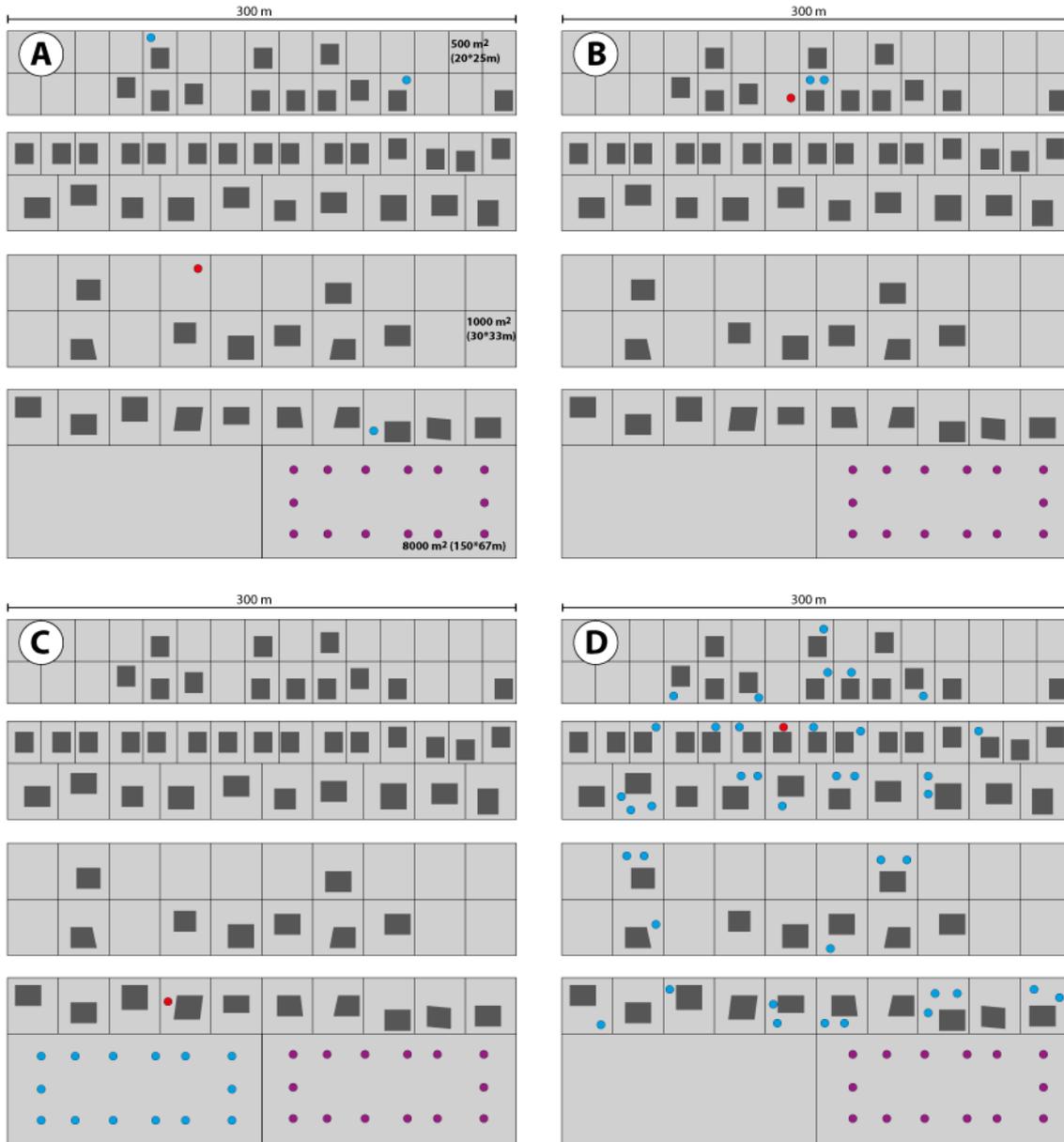
Questions sur la prise en compte des sondes voisines lors du dimensionnement de sondes géothermiques :

13. Prenez-vous en compte, pour le dimensionnement des sondes géothermiques, les sondes voisines déjà existantes, Oui/Non?
14. Lorsque, pour le dimensionnement, vous tenez compte des sondes géothermiques voisines existantes, d'où prenez-vous les données concernant les sondes voisines?
 - Géoportails publics cantonaux
 - Banque de données de votre bureau
 - Demande personnelle auprès du canton ou auprès de la commune
 - Demande personnelle auprès des voisins
 - Client, architecte, entreprise CVC
 - Autres manières d'accéder à des données supplémentaires:
15. De quels paramètres des sondes géothermiques voisines (p.ex. le nombre de sondes), tenez-vous/votre bureau tient-il compte, pour le dimensionnement de sondes géothermiques? Est-ce que vos logiciels de simulation ou de dimensionnement prennent en compte les sondes géothermiques voisines, Oui/Non?
Si oui, de quels paramètres tiennent compte vos logiciels?
 - De l'emplacement/position de chaque sonde voisine.
 - Des profondeurs réelles des sondes voisines.
 - Des profondeurs des sondes voisines mais reprise pour simplification de celles du champ de sondes à dimensionner.
 - Des données de puissance réelles de la pompe à chaleur voisine (par ex. des performances).
 - Des données de puissance de la pompe à chaleur voisine mais reprises pour simplification de celles du champ de sondes à dimensionner.
 - Du mode d'utilisation réel des sondes voisines (par ex. uniquement production de chaleur, rafraîchissement, régénération des sondes).
 - Du mode d'utilisation des sondes voisines mais repris pour simplification de celui du champ à dimensionner.
 - Autres paramètres:
16. A quel point, cela est pour vous important, de tenir compte des sondes géothermiques voisines pour le dimensionnement? Très important, modérément important, guère important ou pas important.
Avec quels critères et valeurs limites jugez-vous nécessaire de tenir compte des sondes géothermiques voisines?

- La densité des sondes géothermiques (>? sondes par 10 000 m²)
- La distance aux sondes géothermiques existantes (moins de ? m)
- Le nombre des sondes géothermiques environnantes (>? EWS)
- La façon d'utiliser les sondes géothermiques environnantes (p.ex. pompe à chaleur)
- Autres critères et valeurs limites.

17. Voici 4 plans d'implantation avec une sonde géothermique à dimensionner (en rouge), un champ de sondes géothermiques (en violet) et des sondes voisines existantes (en bleu). Toutes les sondes géothermiques ont environ une profondeur de 200 m et traversent une séquence typique de Molasse composée de grès et de marnes. L'impact des eaux souterraines est considéré comme négligeable.

Pour quel plan A, B, C, D tiendriez-vous compte des sondes voisines (en bleu) pour le dimensionnement des sondes (en rouge) respectivement d'un champ de sondes géothermiques (en violet)? On considère des maisons individuelles avec des sondes géothermiques (pour du chauffage mais certaines avec du rafraîchissement) et un champ de sondes géothermiques avec régénération partielle. Indiquer s'il vous plaît votre manière réelle de procéder dans la pratique?



18. A quel point, cela est-il important pour vos clients/maitres d'ouvrage, que l'on tienne compte des sondes voisines pour le dimensionnement des sondes géothermiques, ou qu'ils demandent explicitement d'en tenir compte? Très important, modérément important, guère important ou pas important.
19. Lorsque vous dimensionnez des sondes géothermiques et incluez les sondes voisines existantes, prenez- vous en compte que le fonctionnement des sondes voisines et leur système de chauffe seront influencés, ou qu'ils restent inchangés? Dimensionnez-vous de façon à ce que les systèmes de chauffage voisins ne subissent pas d'influence négative? Toujours, souvent, rarement, jamais.
Si oui, quelles mesures adoptez-vous, pour que le fonctionnement des sondes voisines ne soit pas affecté ?

Questions finales:

20. De quelles informations de base avez-vous besoin, afin que vous puissiez mener de manière satisfaisante un dimensionnement de sondes géothermiques?
21. Jugez-vous/votre bureau juge-t-il sensé et utile, de développer un aide-mémoire montrant quand et comment réussir correctement un dimensionnement, Oui/Non?
22. S'il vous plaît spécifier le canton dans lequel votre siège social est situé. Ici vous pouvez spécifier le nom de leur entreprise.

3.5 Évaluation des résultats de l'enquête

3.5.1 Remarques préliminaires à l'évaluation

L'évaluation est divisée en 5 thèmes.

En premier lieu les prestations de services, les références et l'expérience des bureaux participants concernant les SGV et leur dimensionnement de manière générale sont présentés. Ensuite, les méthodes détaillées de dimensionnement et d'utilisation des logiciels sont présentées. Enfin, les résultats de l'enquête sont interprétés en fonction de la problématique des sondes voisines. Dans ce dernier thème, il sera démontré si et de quelles manières les sondes voisines sont prises en compte, s'il existe des différences régionales et l'importance pour les maîtres d'ouvrage et les planificateurs de la prise en compte des sondes voisines.

Dans le cas des réponses d'une double réponse («oui» et «non» simultanément), seule la valeur «oui» a été retenue. En cas de réponse manquante, la question est évaluée comme «non indiqué» et ainsi présentée dans les graphiques. Si cela ressortait clairement que des réponses que p. ex. uniquement positives avaient été sélectionnées et les négatives ignorées, ces réponses manquantes ont été évaluées comme réponses négatives.

3.5.2 Expérience avec des champs de sondes géothermiques et le dimensionnement en général

L'expérience des bureaux participants dans les champs de sondes géothermiques est très variable. Plus de 1/3 des participants à l'enquête n'ont aucune ou une très faible expérience dans le domaine de la planification et du dimensionnement des champs de sondes géothermiques (Figure 2).

64 % des participants ont planifié et / ou dimensionné des champs de sondes géothermiques (> 5 sondes géothermiques) en 2015 et 2016. 11 % ont uniquement fait un suivi géologique des champs de sondes géothermiques, p. ex. sous la forme de l'établissement d'un profil géologique de forage. 25 % n'ont jamais eu à faire avec les champs de sondes géothermiques (Figure 2). Parmi les 36 % qui n'ont effectué aucune planification ou aucun dimensionnement, près de 1/3 des participants ont fait une expérience de planification, de dimensionnement et / ou de suivi géologique dans le cadre de petits projets (< 5 sondes géothermiques). Il convient de noter – comme il a été constaté pendant les entretiens personnels – que les bureaux qui ne sont pas actifs dans le domaine des sondes géothermiques ou des champs de sondes géothermiques n'ont vraisemblablement pas participé à l'enquête de façon importante, de telle sorte qu'en réalité la part des bureaux qui ne planifient et / ou ne dimensionnent pas les sondes géothermiques est plus élevée. Parmi les 83 participants, 21 ne proposent aucune prestation de service pour les SGV, 22 une, 27 deux et 13 trois (Figure 2).

De tous les participants, 40 % ont planifié ou dimensionné plus de 20 projets de champs de sondes géothermiques pendant les 5 dernières années. 41 % ont planifié ou dimensionné moins de 20 projets et 19 % n'ont donné aucune réponse (Figure 3). Pour la plupart des participants, «non indiqué» peut être évalué comme «aucun projet» en se fondant sur les réponses

précédentes. 42 % des participants ont planifié ou dimensionné plus de 5 champs de sondes géothermiques avec plus de 5 sondes pendant les 5 dernières années. 30 % n'ont ni planifié ni dimensionné de champs géothermiques ou n'ont donné aucune réponse (Figure 3). Parmi les champs de sondes géothermiques planifiés ou dimensionnés, 27 sur 87 étaient des champs à plus de 25 sondes. 41 réponse se rapportent à «non indiqué» ou à des champs à moins de 10 sondes (Figure 3).

Dans 56 % des bureaux participants, les prestations de planification ou de dimensionnement des champs de sondes géothermiques ont été effectuées par des spécialistes. 28 % ont répondu par un «oui» et 16 % n'ont rien répondu (Figure 4). On ne peut pas distinguer de différences entre le nombre de champs de sondes géothermiques planifiés ou suivi par le bureau pendant les 5 dernières années. Peu importe si le bureau a planifié ou suivi moins de 20 ou plus de 70 champs, le nombre de professionnels spécialisés employés était d'un tiers.

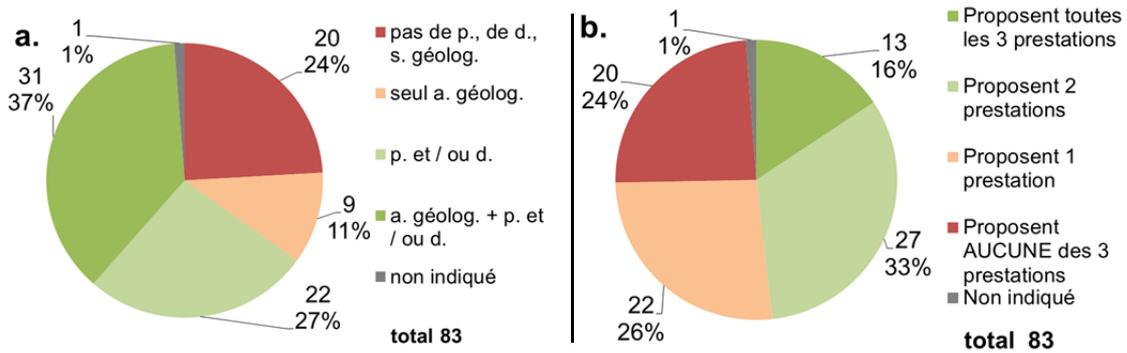
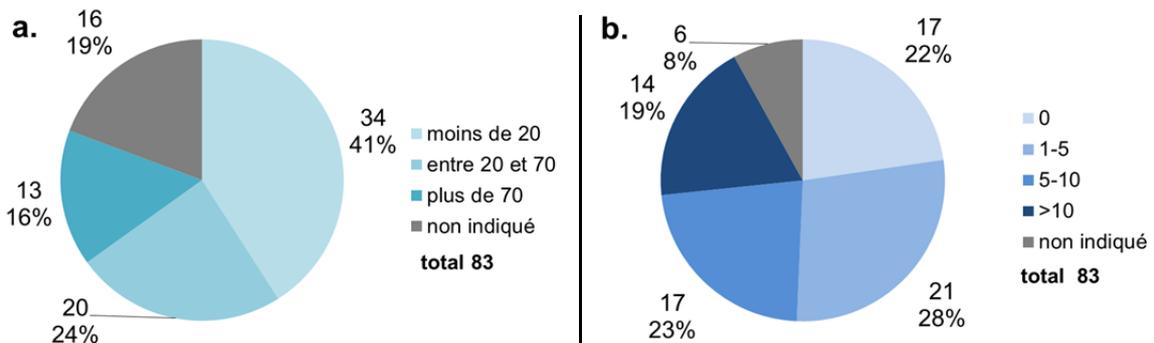


Figure 2 - a. Les prestations de service et les expériences des participants à l'enquête en rapport avec les champs de sondes géothermiques avec plus de 5 sondes pour les années 2015 et 2016 (s. suivi géologique, d. dimensionnement, p. planification). b. Nombre de prestations proposées par bureau.



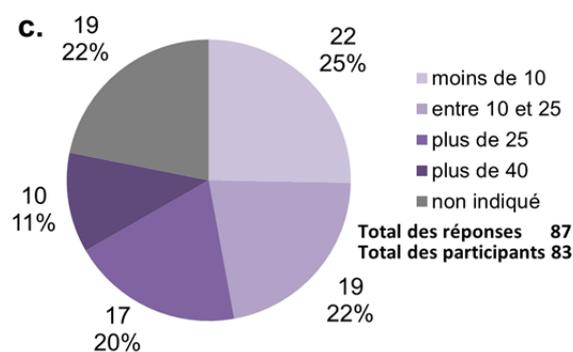


Figure 3 a. Nombre de projets de sondes géothermiques (y compris les sondes individuelles) planifiés et / ou dimensionnés pendant les 5 dernières années. b. Nombre de champs de sondes géothermiques à plus de 5 sondes géothermiques par champ planifiés et / ou dimensionnés pendant les 5 dernières années. c. Nombre de sondes des 5 champs de sondes géothermiques les plus importants planifiés et / ou dimensionnés pendant les 5 dernières années.

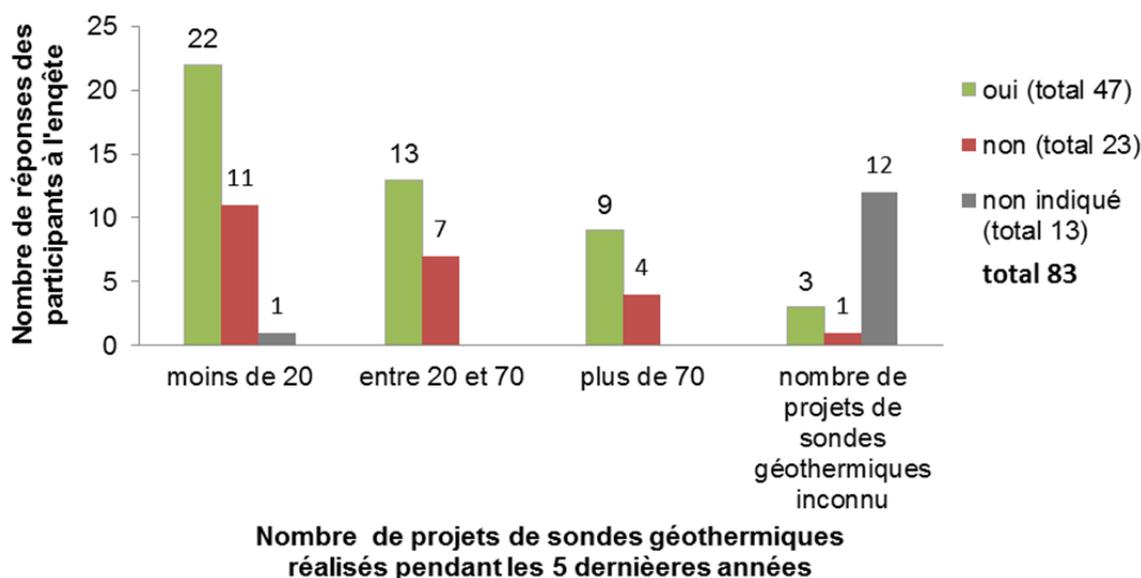
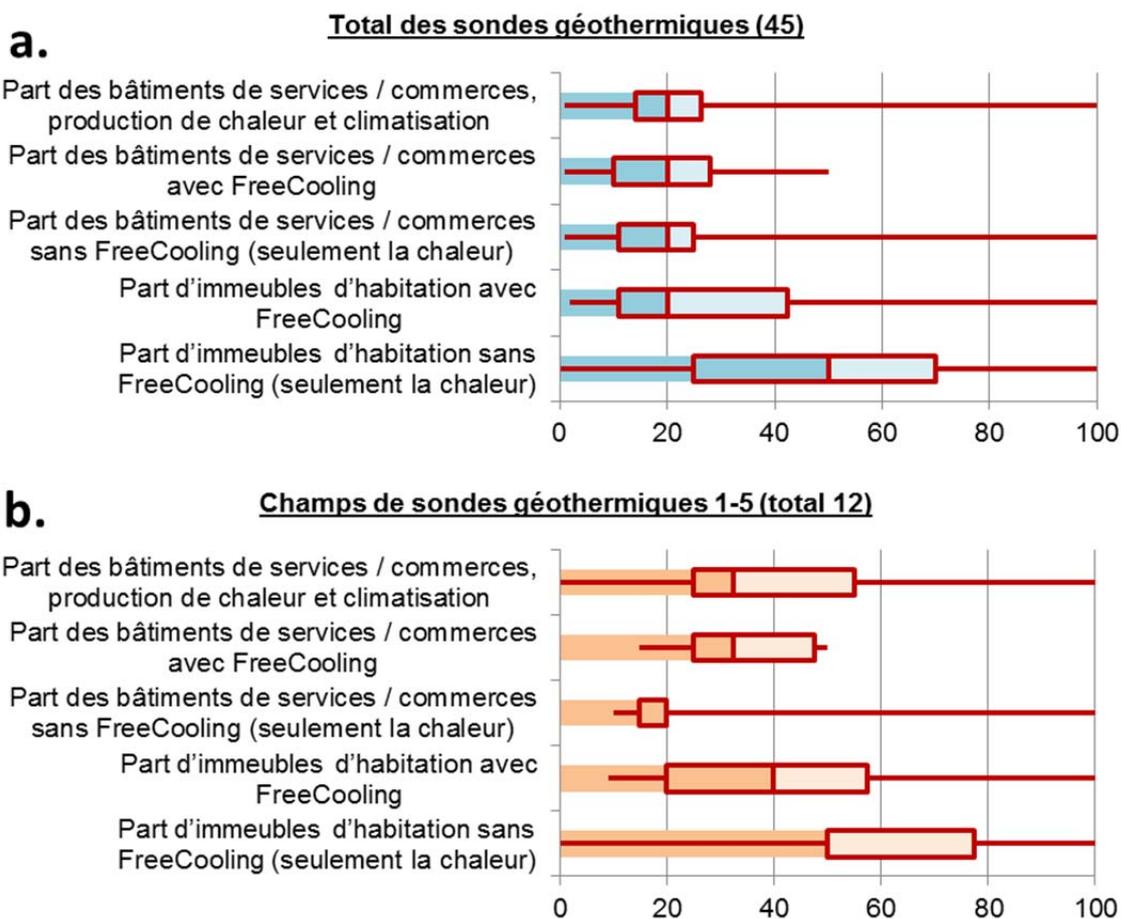


Figure 4 - La planification ou le dimensionnement est effectué par une personne spécialisée dans les sondes géothermiques au sein du bureau. 56% (47 participants) ont des personnes spécialisées, 28 % (23 participants) n'en n'ont pas, et 16 %, (13 participants) n'ont rien répondu.

Les prestations de planification varient selon le mode d'utilisation des champs de sondes géothermiques. Les modes d'utilisation des SGV concernant les projets des 5 dernières années réalisés par les participants à l'enquête (p. ex. uniquement chauffage, avec / sans Freecooling, immeuble d'habitation ou bâtiment de service) ont été relevés. Si la somme des réponses n'égalait pas 100 %, elles ont été normalisées à 100 % pour chaque participant. Dans la Figure 5 sont indiqués les valeurs minimales et maximales (trait rouge), la médiane de tous les indications (barre bleu foncé ou trait rouge à l'intérieur du champ) et les quartiles inférieurs et supérieurs

(bord gauche ou droit du champ rouge). En raison des multiples évaluations, la somme des 5 modes d'utilisation n'est pas égale à 100 %.

Il s'avère que les prestations de planification des bureaux de géologie sont réparties à peu près à moitié entre les immeubles d'habitation et les bâtiments de service / commerces. Les immeubles d'habitation avec environ 55 % ont un peu plus de parts, dont une part d'immeubles d'habitation avec Freecooling qui s'élève à environ un tiers. Les travaux de planification dans le domaine des bâtiments de service ou des commerces se répartissent avec près d'un tiers «avec Freecooling», un tiers «sans Freecooling» et un tiers «avec climatisation et chauffage». La différenciation des parts en fonction du nombre des champs de SGV planifiés est représentée dans les figures suivantes. Notons que le nombre de participants de 12 à 17 est comparativement bas pour ces différenciations, c'est pourquoi leur pertinence doit être observée de manière critique. Lorsque les indications sont comparées aux réponses précédentes (Figure 2 et Figure 3), moins de 10 % de participants donnent des réponses contradictoires, on peut donc considérer que les indications des participants sont en majeure partie consistantes.



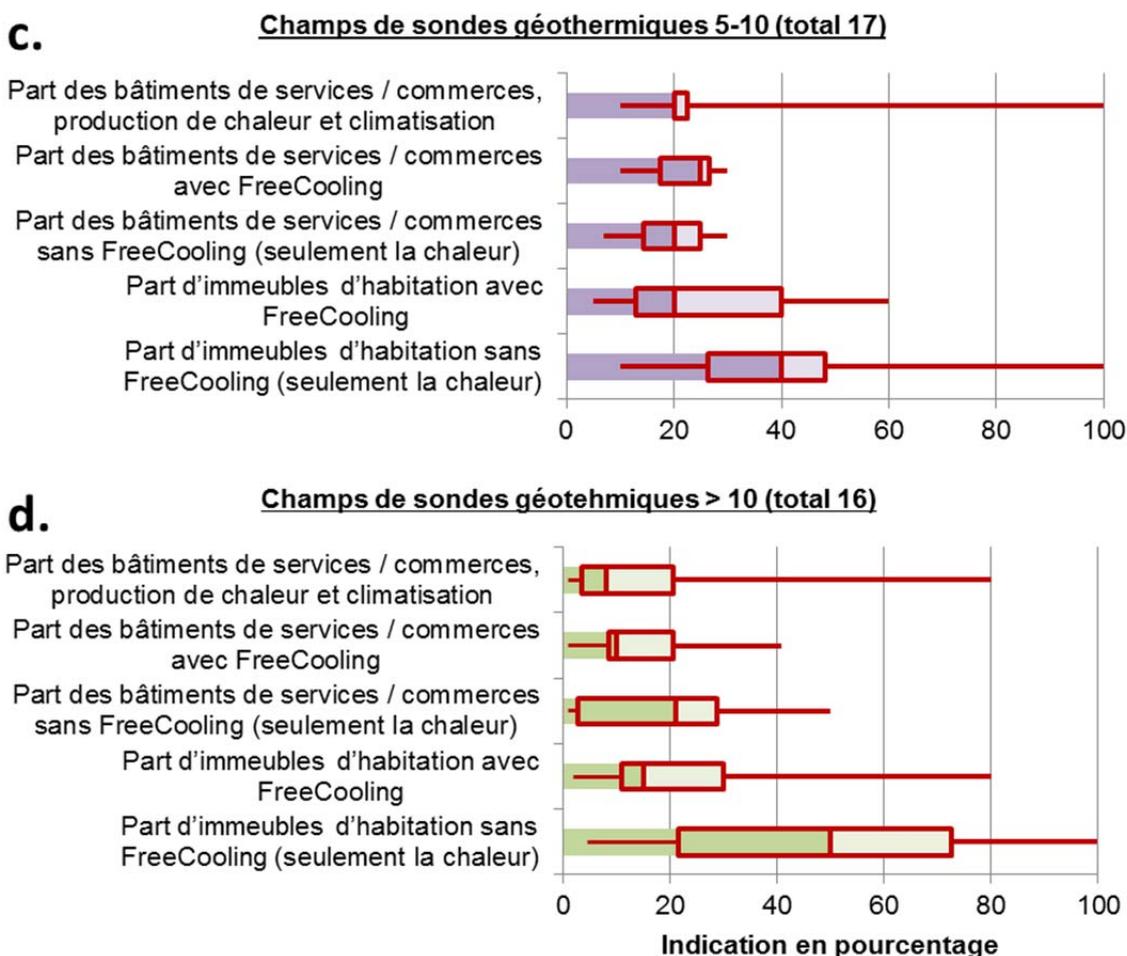


Figure 5 Types d'utilisation de tous les champs de sondes planifiés (a.), des 1-5 champs de sondes planifiés par participant (b.), des 5-10 (c.) et des >10 (d.) les champs de sondes géothermiques (plus de 5 sondes géothermiques par champ), planifiés et / ou dimensionnés par les participants pendant les 5 dernières années.

Tâche de planification:

Les prestations de service les plus importantes des participants en rapport avec les sondes géothermiques sont :

| | souvent | souvent et rarement |
|---|-----------|---------------------|
| Procédure d'autorisation | 41 (56 %) | 63 (86 %) |
| Géologie (expertise, profil de forage, ...) | 31 (42 %) | 42 (58 %) |
| Dossiers de soumission | 27 (37 %) | 52 (71 %) |
| Interprétation sans simulation | 23 (32 %) | 40 (55 %) |
| Simulation | 17 (23 %) | 36 (49 %) |
| TRT | 8 (11 %) | 24 (33 %) |

(Le nombre des participants se rapporte aux prestations de service effectuées « souvent » ou « souvent et rarement » – le total des participants est de 73).

En excluant les travaux géologiques, les études de faisabilité technique et le soutien concernant les dossiers de soumission (env. 60 - 90 %), les travaux de dimensionnement (simulation, interprétation, TRT) sont effectués par moins de la moitié des participants. Cela se recoupe plus ou moins avec les indications de la Figure 2. Selon le type de bureau (bureau purement géologique ou purement de planification), les prestations spécialisées, comme p. ex. TRT, expertises géologiques ou simulations, ont souvent été transmises à des bureaux spécialisés externes (jusqu'à env. 40 %). Le contrôle croisé avec les questions précédentes montre que, sauf trois contradictions évidentes, la majeure partie des réponses est cohérente.

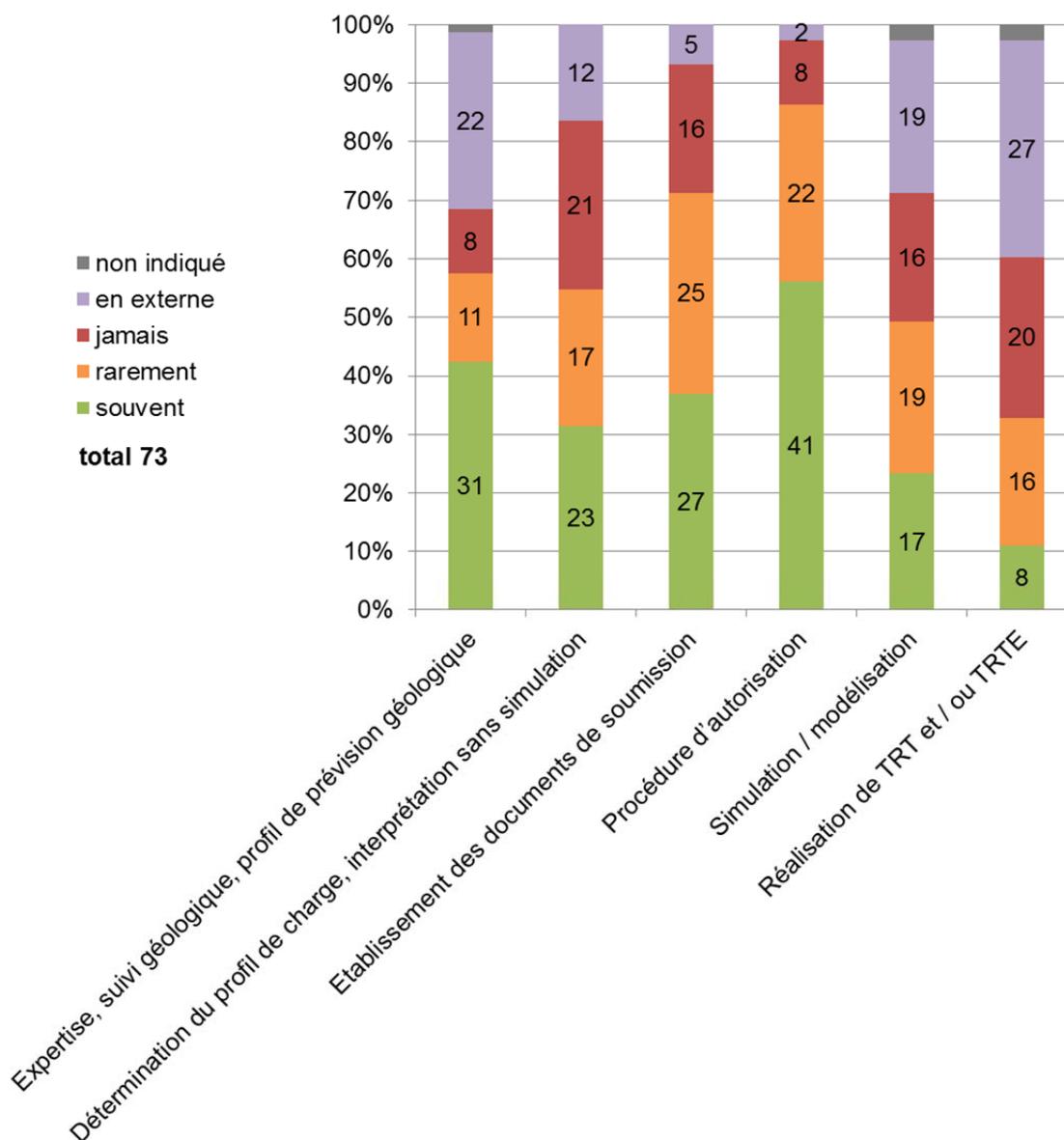


Figure 6 : la fréquence de l'exécution des différentes prestations de services de planification en rapport avec les sondes géothermiques. Il est montré quelles prestations en rapport avec la planification, le suivi ou le dimensionnement des champs de sondes thermiques sont fournies par les participants / bureaux souvent, rarement, jamais ou en externe. Dans les barres est inscrit le nombre des participants à l'enquête.

3.5.3 Dimensionnement

Procédé habituel pendant le dimensionnement d'un champ de sondes géothermiques

La Figure 7 montre le comportement usuel des participants à l'enquête pour le dimensionnement des champs de sondes géothermiques. La question exigeait des réponses écrites des participants. 55 participants ont répondu et ont nommé pour la plupart plusieurs étapes chronologiques. Certains ont renvoyé à la norme SIA 384/6 pour l'ensemble de la question ou certaines parties. Les trois étapes le plus souvent mentionnées du dimensionnement des sondes géothermiques sont (a) le dimensionnement le plus souvent à l'aide d'un logiciel de simulation (nommé 28 fois), (b) la détermination du besoin énergétique, des données de performances et des caractéristiques des pompes à chaleur (nommées 21 fois), ainsi que (c) l'évaluation du sol (p. ex. structure stratifiée, eaux souterraines, paramètres physiques de la roche (nommée 13 fois). En outre, les TRT, les forages d'essai, les simulations préliminaires et les post-optimisations finales ont été mentionnés (nommés 22 fois). 10 participants ont indiqué exécuter le dimensionnement à l'aide de valeurs empiriques ou de rendements fixes par mètre de forage. 13 participants transmettent en particulier le dimensionnement à des bureaux externes spécialisés. Seuls quelques participants ont indiqué la réalisation d'un «pré-dimensionnements» et d'un «post-dimensionnements». L'on peut supposer qu'en particulier les participants ayant nommé les TRT effectuent également des simulations préliminaires et les post-simulations. **Parmi tous les participants, seulement un seul a indiqué explicitement la prise en compte des sondes voisines.**

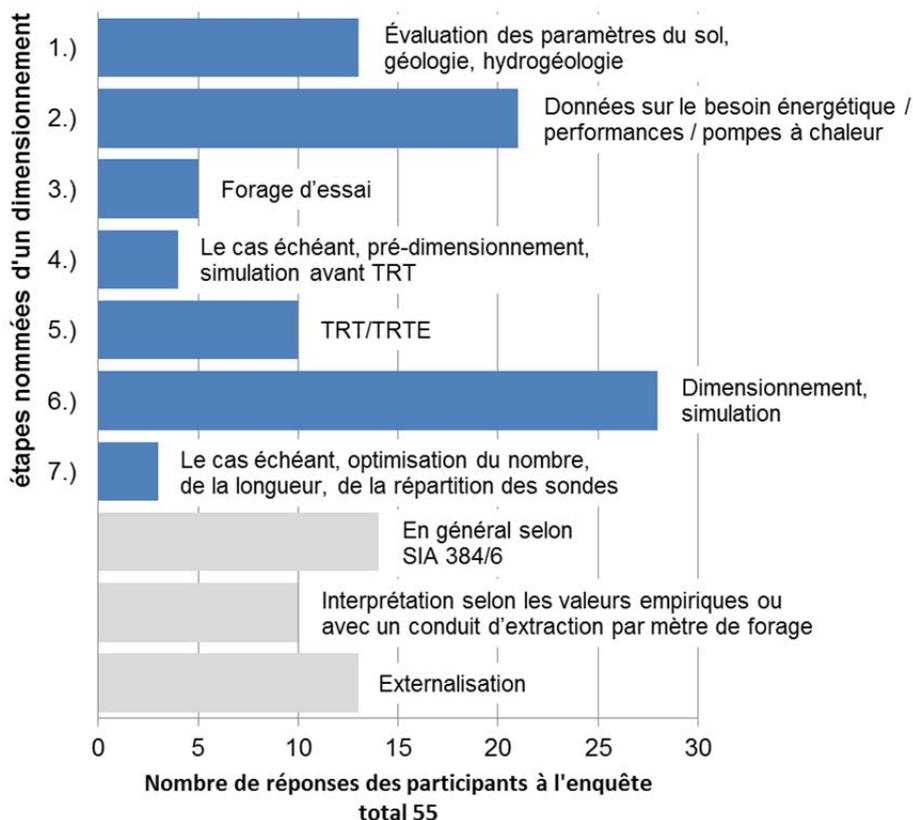


Figure 7 Étapes générales indiquées par les participants à l'enquête lorsqu'ils dimensionnent les champs de sondes géothermiques. Les barres blanches 1 à 7 reflètent la séquence chronologique mentionnée de chaque étape. Le nombre de barres dimensionnement et simulation se compose des indications suivantes : dimensionnement / simulation avec EED ou EWS (21 fois), dimensionnement avec un programme propre (2 fois), dimensionnement / simulation en général (5).

Paramètres pris en compte pour le dimensionnement

À la question de savoir quels paramètres sont pris en compte pour le dimensionnement, les participants ont donné une réponse écrite . 53 participants au total ont fourni des réponses. Tous ont nommé plusieurs paramètres.

Les différentes réponses de chaque participant ont été résumées dans la Figure 8 et réparties dans des catégories, comme p. ex. géométrie des sondes ou géologie. À cet égard, les réponses multiples d'un participant au sein d'une catégorie ont été évaluées simplement (p. ex. toutes les indications sur la géométrie des sondes, comme le nombre, l'écart et la longueur concerne un participant ou une réponse dans cette catégorie). Cela permet d'éviter que p. ex. les réponses dans la catégorie des sondes voisines soient sous-évaluées par rapport aux nombreuses réponses partielles, p. ex. dans la catégorie des paramètres physiques des roches (conductivité, capacité, densité, type de sol, ...). Au sein de chaque catégorie, les réponses multiples, comme p. ex. le nombre, l'écart, la longueur des sondes géothermiques, ont été représentées dans la catégorie de la géométrie des sondes sous forme de barres empilées proportionnellement à la fréquence des indications des catégorie mentionnées.

La catégorie « géométrie des sondes » a été nommée le plus souvent et par 39 participants (p. ex. le nombre de sondes, leurs écarts, leur longueur, la disposition spatiale / l'agencement, la distance par rapport aux limites du terrain, les normes de construction). La catégorie « besoin énergétique, performance, durée de fonctionnement et régénération » a été indiquée par 31 participants (p. ex. capacité de retrait, COP, profil de charge, besoin énergétique chauffage + eau chaude, besoin de refroidissement, régénération, Freecooling, capacité de refroidissement). La catégorie « paramètres physiques des roches » a été mentionnée par 29 participants (p. ex. conductivité et capacité thermiques, densité de la roche, résultats de TRT, composition du sol) et la catégorie « géologie » par 23 participants (p. ex. propriété du sol, restriction de la profondeur de forage, complications des opérations de forage). Dans l'ensemble, ces 4 catégories ont été nommées 122 fois par 53 participants.

Tous les autres paramètres des caractéristiques des sondes (p. ex. débit, liquide, type de sonde, nature d'écoulement), les températures (température du sol et température ambiante), les eaux souterraines (p. ex. protection des eaux souterraines, circulation des eaux souterraines, couches aquifères), les caractéristiques du remblai et l'impact des sondes voisines ont été nommés par 43 participants.

L'enquête montre que p. ex. le **paramètre des sondes voisines** a été à peine nommé 6 fois par 53 participants, bien qu'à la question de savoir si les sondes voisines sont prises en compte pour le dimensionnement 39 ou bien 47 % de participants ont répondu positivement. Soit cela représente une contradiction entre les réponses, soit dans la majeure partie des projets la

problématique des sondes voisines n'était pas indiquée (p. ex. distance suffisante). Pourtant, comme l'ont montré les différents entretiens avec les participants, ce dernier point est plutôt invraisemblable. En réalité, la prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement n'est plutôt pas respectée dans la majeure partie des projets ou est estimée comme un paramètre négligeable.

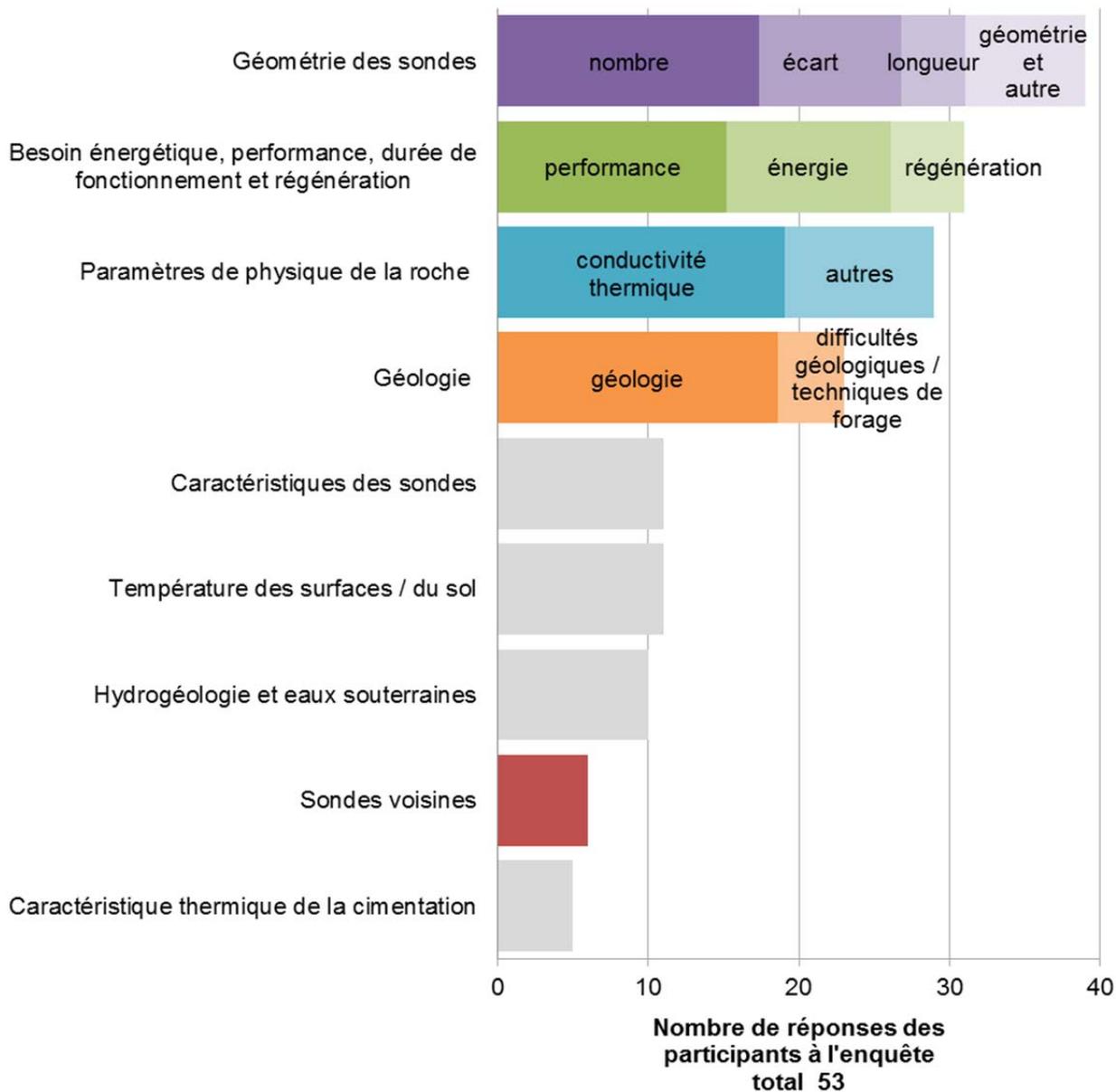


Figure 8 - Les paramètres pris en compte pendant le dimensionnement des champs géothermiques. Un dégradé de couleurs dans chaque barre correspond au pourcentage d'apparition au sein d'une catégorie (voir également les indications dans le texte). Ainsi, la plupart de participants à l'enquête considère la catégorie « géométrie des sondes » comme la plus importante. Dans cette dernière, la plupart des participants à l'enquête attachent de l'importance au nombre de sondes.

Utilisation de logiciels

Près de la moitié (34) des participants / bureaux emploient un logiciel pour le dimensionnement de champs de sondes (Figure 9). Cela correspond environ aux indications de la Figure 6. 30 participants dimensionnent sans logiciel et 19 participants n'ont donné aucune indication. Plus les bureaux ont accompagné de projets pendant les 5 dernières années, plus souvent ils emploient un logiciel (Figure 9). Un logiciel est employé par 40 % des bureaux qui réalisent moins de 20 projets de sondes géothermiques. Le logiciel est en revanche employé par 75 % des bureaux qui ont effectués plus de 70 projets de sondes géothermiques. Sur la base des corrélations avec les réponses précédentes, les participations sans réponse peuvent être classées comme «sans logiciel». Donc, la part du dimensionnement sans logiciel est encore plus élevée, c.-à-d. que le logiciel est employé par environ 40 % de tous les participants à l'enquête. Les deux produits principaux EWS et EED sont employés en tant que logiciel. Le programme EWS de Huber Energietechnik AG avec 17 utilisateurs est employé un peu plus souvent que le logiciel EED de geoEnergie avec 12 utilisateurs, et ce d'autant plus lorsque le bureau a accompagné plus de 20 projets de sondes géothermiques pendant les 5 dernières années (Figure 10).

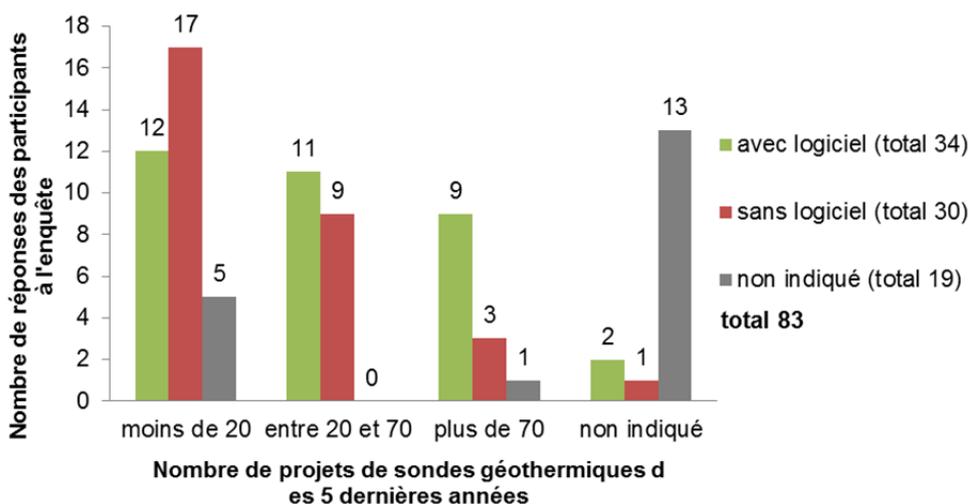


Figure 9 - Le rapport entre le nombre de projets réalisés et l'utilisation d'un logiciel de dimensionnement.

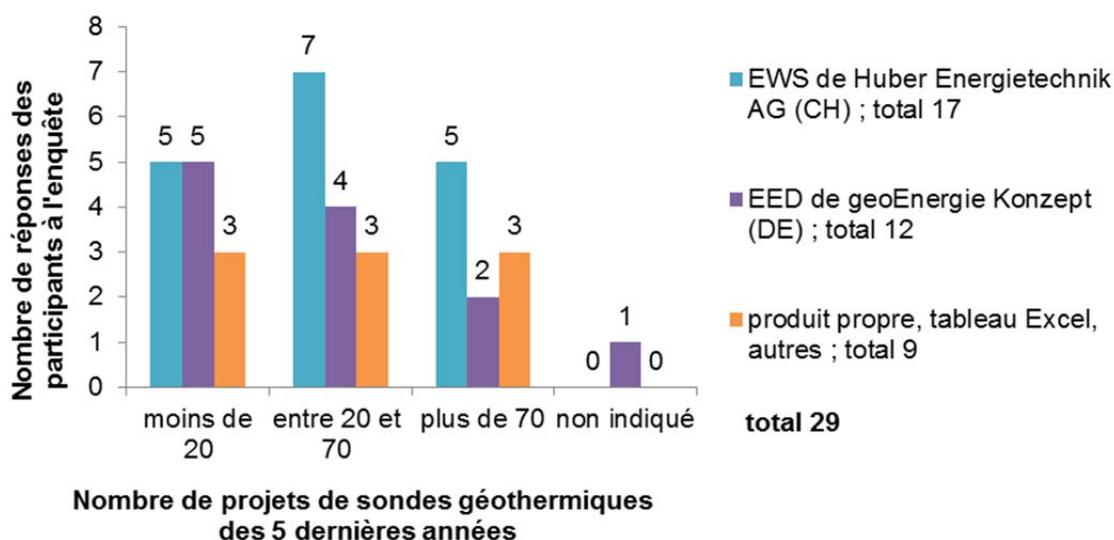


Figure 10 - Les logiciels utilisés pour le dimensionnement des champs de sondes géothermiques.

Paramètres utilisés dans le logiciel pour le dimensionnement

Les participants ont dû fournir les paramètres de saisie qu'ils estiment impératifs pour la simulation au moyen de logiciel, tel qu'EWS et EED (Figure 11). Seuls les participants ayant indiqué préalablement qu'ils utilisaient un logiciel pouvaient répondre. Par conséquent, le nombre de participants (30) est sensiblement inférieur par rapport à la question sur les paramètres généraux pris en compte pendant le dimensionnement.

Plus loin, les paramètres indiqués seront mis en rapport avec les différentes catégories des deux questions. Pour les paramètres demandés, dans les deux questions, $\frac{3}{4}$ des participants ont nommé le plus souvent les paramètres de géologie, de physique des roches et de géométrie des sondes. En outre, dans les deux questions, les indications nécessaires sur la pompe à chaleur ont été nommées tout aussi souvent avec environ 50 % de citations. Pour le besoin énergétique et les paramètres restants, les réponses diffèrent entre les deux questions. Dans la question liée au logiciel, le besoin en énergie est mentionné plus souvent (73 %), que dans la question générale (26%). La température est également assez souvent indiquée dans la question liée au logiciel (50 % pour 21 %). Les paramètres indiqués de sondes voisines et des caractéristiques des sondes ont été nommés avec la même fréquence pour les deux questions (3 / 10 % et 33 / 21%). Le paramètre des sondes voisines n'a été explicitement mentionné que par un participant, malgré les réponses souvent très détaillées au sein de la catégorie de la géométrie des sondes. Il y a lieu de noter que peu de participants considèrent ce paramètre comme faisant partie de la géométrie des sondes.

Les paramètres nommés pour le dimensionnement des champs de sondes géothermiques, sont répartis dans les catégories suivantes (comparaison Figure 8 et Figure 11) :

| Catégorie | Nombre / pourcentage de mentions des paramètres pour le logiciel de simulations (Figure 11), 30 participants au total | Nombre / pourcentage de mentions des paramètres pour le logiciel de dimensionnement (Figure 8) 53 participants au total |
|--|---|---|
| Paramètres de la physique des roches | 23 / 77% | 29 / 55% |
| Géologie et eaux souterraines | 9 / 30% | 24 / 45% |
| Géométrie des sondes (disposition, nombre, écart, longueur des sondes) | 26 / 87% | 39 / 74% |
| Besoin énergétique, profil de charge | 22 / 73% | 14 / 26% |
| Pompe à chaleur (puissance, COP, ...) | 17 / 57% | 26 / 49% |
| Température de surface et de sol | 15 / 50% | 11 / 21% |
| Sondes voisines | 1 / 3% | 6 / 11% |
| Caractéristiques des sondes (type, liquide, cimentation, ...) | 10 / 33% | 11 / 21% |

Lors de l'emploi d'un logiciel, les sondes voisines peuvent être prises en compte de différentes manières. Les paramètres des sondes voisines pouvant être prises en compte sont indiqués dans la Figure 12. Parmi les 34 participants utilisant un logiciel pour le dimensionnement, 10 ont indiqué que leur logiciel était capable de tenir compte des sondes voisines. 9 de ces 10 participants ont répondu. Parmi ceux-ci, 4 emploient exclusivement EWS, 1 exclusivement EED, 3 EWS et EED et 1 ne fournit pas d'indications sur le logiciel. 2 participants employant EED, resp. EWS et EED, ont fourni des indications contradictoires. Ils ont coché 7, resp. 5 sur 7 questions. La personne sans indication de logiciel a seulement sélectionné «Données de la charge sont reprises ... de manière simplifiée». Seulement 2 utilisateurs de EWS ont donné les mêmes caractéristiques pour ce logiciel. Toutes les autres personnes ont donné des caractéristiques à chaque fois différentes pour les logiciels. Cela montre que vraisemblablement seuls quelques utilisateurs de logiciel connaissent en détail toutes les possibilités d'analyse du logiciel concerné. Généralement, les caractéristiques du champ à simuler ont été le plus souvent transposées sur les sondes voisines (profondeur, données de charge et type d'utilisation).

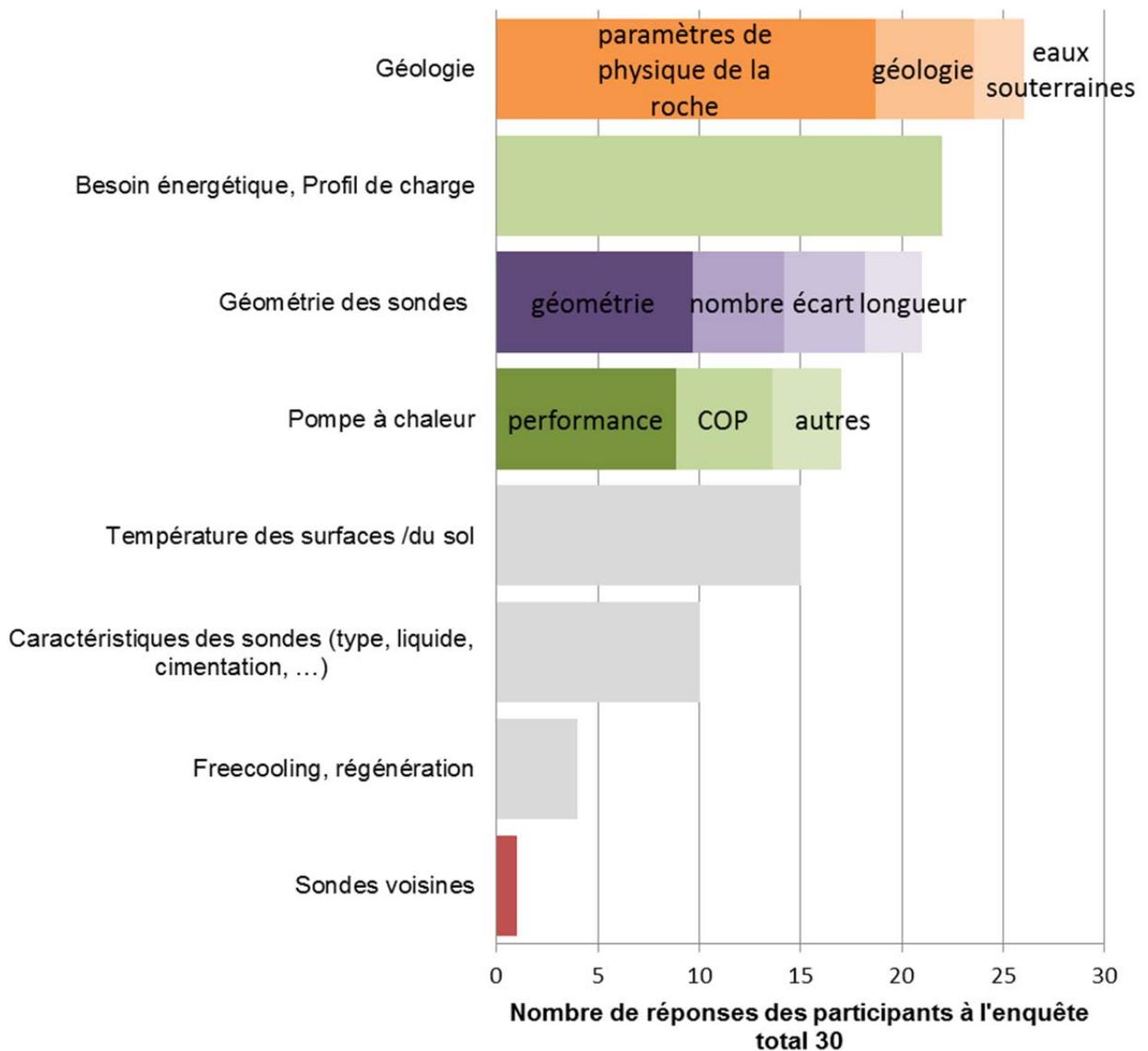


Figure 11 - Les paramètres nommés les plus importants et estimés nécessaires par participants pour le dimensionnement au moyen d'un logiciel de simulation. Le dégradé correspond au pourcentage de mentions des paramètres au sein d'une catégorie. Ainsi, la plupart de participants à l'enquête considère la catégorie « géologie » comme la plus importante. Cette catégorie a été nommée par 26 participants. Au sein de cette catégorie, la plupart des participants ont mentionné plusieurs paramètres, comme p. ex. la conductivité thermique et les eaux souterraines.

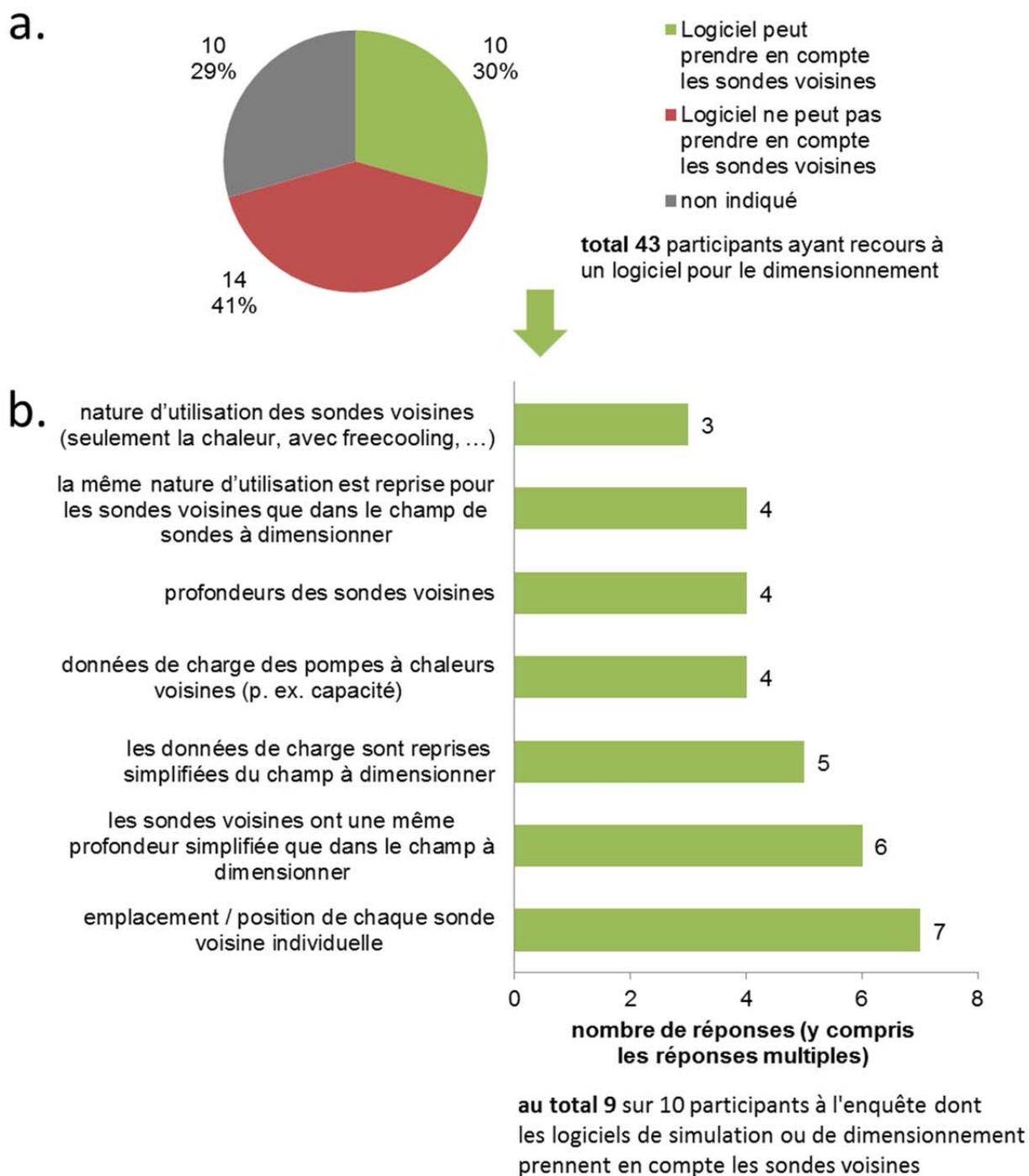


Figure 12 **a.** La capacité du logiciel de simulation ou de dimensionnement à prendre en compte des sondes voisines. **b.** Les données des sondes voisines susceptibles d'être prises en compte par le logiciel de simulation. Parmi les 9 utilisateurs de logiciel, 4 utilisent EWS, 1 EED, 3 EWS+EED, 1 ne fournit pas d'indications. 2 ont sélectionné 5 resp. 7 possibilités. Seulement 2 utilisateurs d'EWS ont sélectionné les mêmes caractéristiques, tous les autres ont répondu différemment.

3.5.4 Problématique des sondes voisines

La Figure 13 montre, dans quelle mesure les participants à l'enquête tiennent compte des sondes voisines et évaluent leur impact.

Prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement

Près de 50 % des participants tiennent compte des sondes voisines, 28 % n'en tiennent pas compte et 25 % des participants n'ont fourni aucune indication (Figure 13.1). En comparant avec la Figure 13.2a, il convient de noter que le nombre de participants (55) qui attribuent une grande importance aux sondes voisines pour le dimensionnement est plus important que le nombre de participants qui les prennent réellement en compte (39). 23 personnes indiquent ne pas tenir compte de sondes voisines, alors que seulement 2 participants indiquent qu'ils n'attachent aucune importance aux sondes voisines (Figure 13.2a).

En comparaison avec les questions sur l'expérience et la démarche générale des participants à l'enquête, il ressort qu'à la question sur le procédé général de dimensionnement d'un champ géothermique, un seul participant sur 55 a nommé explicitement la prise en compte des sondes voisines, et à la question sur les paramètres pris en compte pour le dimensionnement d'un champ de sondes, seuls 6 participants sur 53 ont mentionné les sondes voisines. Les différentes réponses au sujet des sondes voisines montrent que bien qu'il y ait une certaine conscience d'une possible influence de la part des sondes voisines, ces dernières ne jouent qu'un rôle secondaire – si tant est qu'elles le jouent - lors de la phase de planification ou de dimensionnement général des champs de sondes. Les Figure 13 et Figure 14 suivantes montrent à quel point l'impact des sondes voisines est considéré différemment.

Importance de la prise en compte des sondes voisines en général

Pour 2/3 des personnes interrogées, la prise en compte des sondes est très importante ou moyennement importante pour le dimensionnement (Figure 13.2a). En revanche, selon l'estimation des participants à l'enquête, la prise en compte des sondes voisines est importante seulement pour un tiers de leurs donneurs d'ordre / maîtres d'ouvrage. Pour les 2/3 des donneurs d'ordre / maîtres d'ouvrage, la prise en compte des sondes voisines est peu voir pas du tout importante, ou il n'y a pas de réponse. (Figure 13.2d). Donc, une infime partie de donneurs d'ordre est consciente de l'importance de la prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement. En revanche, les participants l'enquête en sont plutôt conscients.

Critères de définition de la nécessité de respecter les sondes voisines

En rapport avec les critères et les valeurs limites, (Figure 13.2a) les participants à l'enquête définissent l'importance que représente pour eux la prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement. 33 participants à l'enquête ont répondu à cette question.

Parmi les critères proposés à la sélection dans l'enquête, la majeure partie des participants à l'enquête fait avant tout attention à la **distance par rapport aux sondes géothermiques voisines**, ainsi qu'au **nombre de sondes géothermiques voisines**. Les indications sur la distance varient entre 100 m et <10 m, en sachant que près des $\frac{3}{4}$ des participants indiquent une distance minimale < 15 m. Pour le nombre de sondes géothermiques environnantes et le nombre

à partir duquel celles-ci sont prises en compte pour le dimensionnement, les indications ont également varié entre 1 et 10 sondes voisines. Il convient de relever que la distance et le nombre des sondes sont couplés entre eux, comme déjà remarqué par certains participants lors des entretiens téléphoniques.

À la question sur la **densité des sondes géothermiques voisines** seuls 7 participants à l'enquête ont répondu, parmi lesquels seulement 3 participants ont indiqué des valeurs limites > 3, > 12 et > 25-36 sondes par 10 000 m².

Le **type d'utilisation des sondes géothermiques voisines** est importante pour 7 participants. 1 participant indique explicitement que la nature de l'utilisation n'a pour lui aucun impact sur la nécessité de la prise en compte des sondes voisines. 25 participants n'ont rien indiqué et peuvent également être considérés comme ayant répondu négativement.

Maintien de la capacité de fonctionnement des sondes voisines

La Figure 13.3a montre avec quelle fréquence les 39 participants à l'enquête indiquant tenir compte des sondes voisines pour le dimensionnement prennent en compte le maintien de la capacité de fonctionnement des sondes voisines. 62 % (24) en tiennent compte toujours ou souvent, 15 % (6) en tiennent rarement compte ou jamais. Parmi ces derniers, 9 personnes indiquent toutefois respecter souvent à rarement le maintien de la capacité de fonctionnement.

Comme contre-mesures, (Figure 13.3b) 15 participants sur 20 à l'enquête indiquent respecter une distance minimale. 2 participants indiquent adapter la géométrie des sondes, augmenter la profondeur et le nombre des sondes et régénérer le champ des sondes. Une personne adapte le profil de charge. Les contre-mesures peuvent être utilisées en combinaison (4 participants).

Exemples de situation en rapport avec la prise en compte des sondes voisines

La Figure 14 représente les opinions de 51 participants sur leur éventuelle prise en compte des sondes voisines par le biais d'un exemple de situation. C'est sur le procédé réel que les participants ont été interrogés et non pas sur le procédé hypothétique souhaitable. Env. 10 % de ces participants ont précédemment répondu ne pas planifier ni dimensionner les sondes. Les questions sont par conséquent pertinentes. Le nombre de réponses «oui-non» varie entre 39 et 46 pour chaque exemple. Dans tous les exemples, entre 5 et 12 participants auraient en outre confié le dimensionnement à un bureau spécialisé externe. Dans la plupart des cas, les planificateurs ont agi très différemment (voir plus loin). En moyenne, 1/3 des participants auraient agi de manière opposée si la question sur la prise en compte des sondes voisines n'avait pas été posée.

Sur le **plan de situation A**, il y a des sondes existantes. Une nouvelle sonde individuelle est planifiée à une distance de > 100 m par rapport aux sondes voisines existantes. Certaines parcelles dans les environs ne sont pas encore bâties. 40 participants auraient négligé les sondes voisines, 4 les auraient pris en compte. Dans le cas d'un champ de sondes géothermiques, une sonde individuelle se trouve sur la parcelle voisine. Cette sonde serait prise en compte pour la planification du champ de sondes géothermiques par 19 participants, alors que 24 ne la prendraient pas en compte.

Sur le **plan de situation B**, une nouvelle sonde individuelle est planifiée pour une parcelle voisine qui possède déjà 2 sondes. La plus proche est éloignée de la sonde planifiée de < 20 m. Dans ce cas, 27 participants auraient tenu compte des sondes voisines, 19 non. En outre, un champ de

sondes géothermiques est également planifié et il est éloigné de > 200 m des sondes géothermiques existantes et planifiées. Dans ce cas, 8 participants auraient tenu compte des sondes voisines et 33 non.

Sur le **plan de situation C**, il existe un champ de sondes géothermiques. Une sonde individuelle et un autre champ sont planifiés dans le voisinage immédiat. Dans le cas de la sonde planifiée, 29 participants auraient pris en compte le champ de sondes existant, 16 non. Dans le cas du nouveau champ de sondes planifié, 30 auraient pris en compte les sondes voisines pour le dimensionnement, 10 non.

Dans le cas du **plan D**, il existe un lotissement pas encore entièrement terminé avec beaucoup de système de pompe à chaleur - sondes géothermiques. Dans le voisinage proche de la sonde individuelle et du champ de sondes planifiés, il existe donc plusieurs sondes voisines. Certaines parcelles ne sont pas encore bâties. D'autres sondes géothermiques pourraient y être installée. 29 respectivement 32 participants à l'enquête auraient dans ce cas tenu compte des sondes voisines pour la planification des sondes individuelles et du champ de sondes géothermiques, 16 respectivement 7 n'en auraient pas tenu compte.

Bases de données utilisées lorsque les sondes voisines sont prises en compte

38 participants à l'enquête ont fourni des indications sur l'ampleur de leurs recherches dans certaines bases de données pour pouvoir prendre en compte les sondes voisines (Figure 15). Presque tous (33) utilisent toujours ou souvent les géoportails cantonaux accessibles au public. Les données disponibles sur ces portails sont décrites dans le chapitre 4.3. 22 participants ont toujours ou souvent recours à leurs propres données. 20 participants se renseignent auprès du canton ou des communes. 14 participants recueillent d'autres informations directement auprès des voisins, des donneurs d'ordres, des architectes ou des planificateurs CVC. Une corrélation entre les indications et l'appartenance cantonale des participants n'a pas pu être observée malgré la diversité des données mise à disposition sur les portails de données cantonaux. C'est vraisemblablement lié au fait que les activités de la plupart des bureaux dépassent les limites cantonales et que certains ont des filiales dans différents cantons. L'enquête montre que lorsque les sondes voisines sont prises en compte, une grande partie des planificateurs essaient de se renseigner le plus possible.

À la question sur les informations de base souhaitées ou requises pour effectuer un dimensionnement de sondes géothermiques correct, un grand nombre de réponses différentes requises / souhaitées a été mentionné. En résumé, cela représente :

- 28 fois des données détaillées sur les sondes géothermiques déjà existantes (p. ex. nombre, emplacement, type de sondes, diamètre, profondeur ou longueur des sondes, nature d'utilisation, difficultés rencontrées)
- 38 fois des indications géologiques (p. ex. profils géologiques, paramètres du sol, indications sur les eaux souterraines, difficultés rencontrés pendant le forage)
- 30 fois des données sur les besoins énergétiques, la pompe à chaleur et le système de chauffage / le circuit des sondes géothermiques
- Un géoportail public actualisé et complet avec des indications détaillées sur les sondes géothermiques, les utilisations de la chaleur, la géologie, ainsi qu'un aide-mémoire pour un dimensionnement correct des sondes sont souhaités.

On relèvera que pour cette dernière question, la sonde voisine est nommée explicitement 12 fois par 44 participants, beaucoup plus souvent par rapport aux premières questions de la présente enquête !

1 Prises en compte par les participants à l'enquête des sondes voisines pour le dimensionnement?

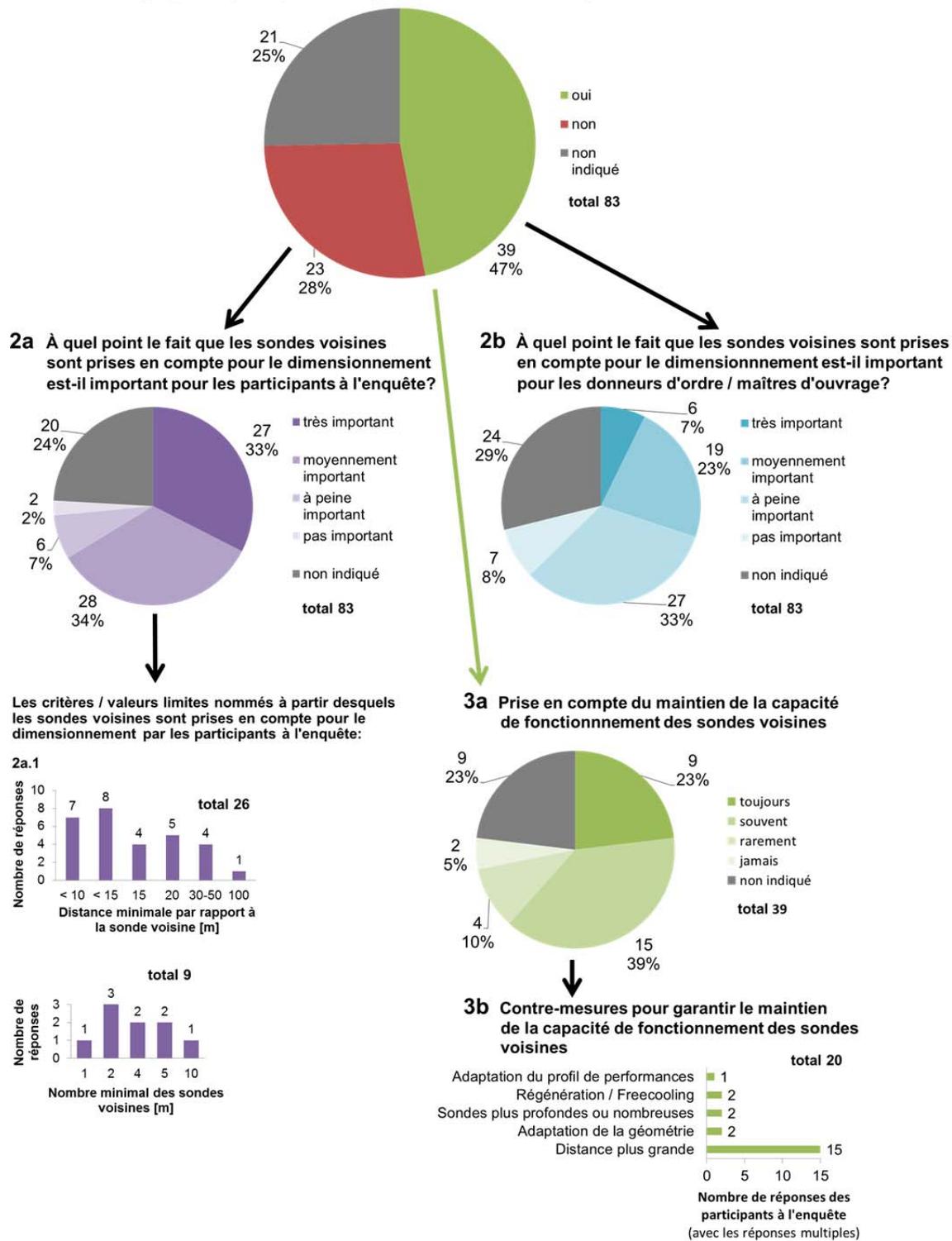
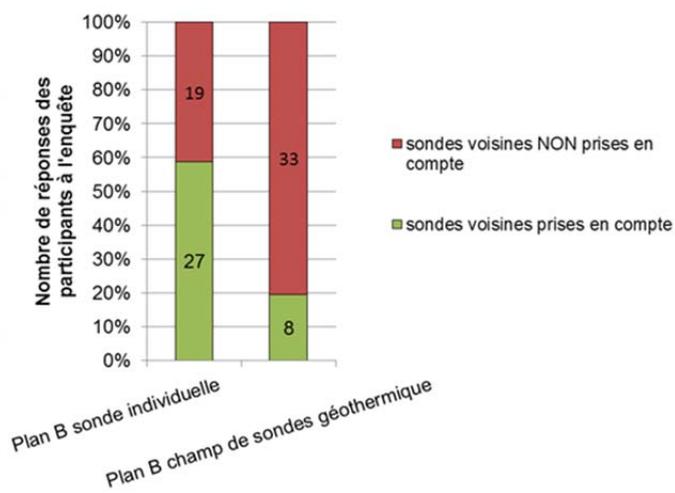
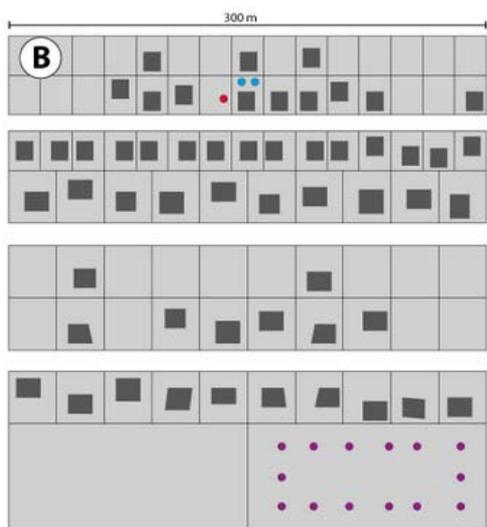
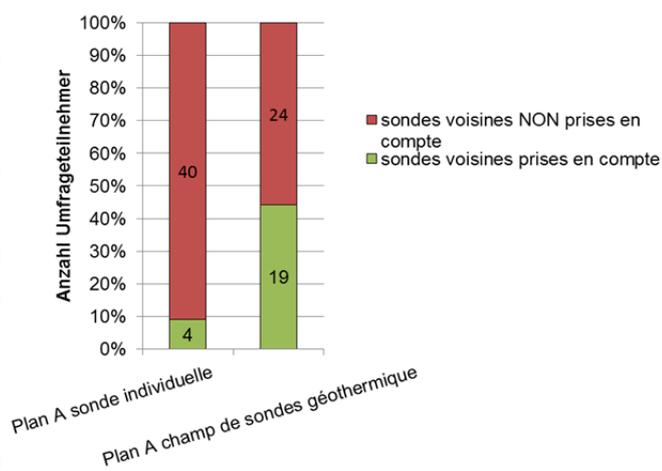
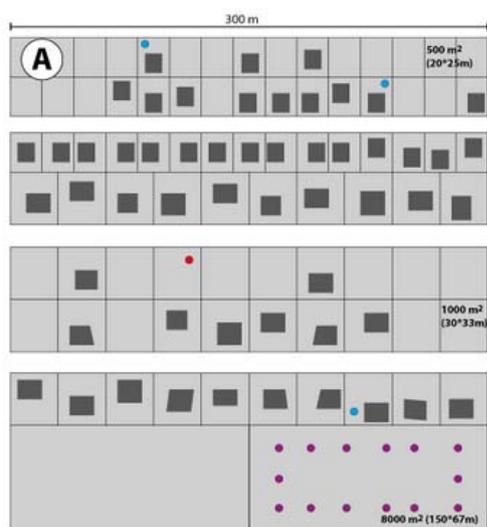


Figure 13: Prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement

1 Prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement **2a, b** Critères et valeurs limites pour la définition de la nécessité de la prise en compte des sondes voisines. **2a** Distance minimale par rapport aux sondes géothermiques voisines. **2b** Nombre minimal de sondes géothermiques voisines. **2c, d** Importance de la prise en compte des sondes voisines pour le dimensionnement (**2c** du point de vue des participants à l'enquête, **2d** du point de vue des donneurs d'ordre / maîtres d'ouvrage). **3a** Prise en compte du maintien de la capacité de fonctionnement des sondes voisines. Contre-mesures pour garantir le maintien de la capacité de fonctionnement des sondes voisines



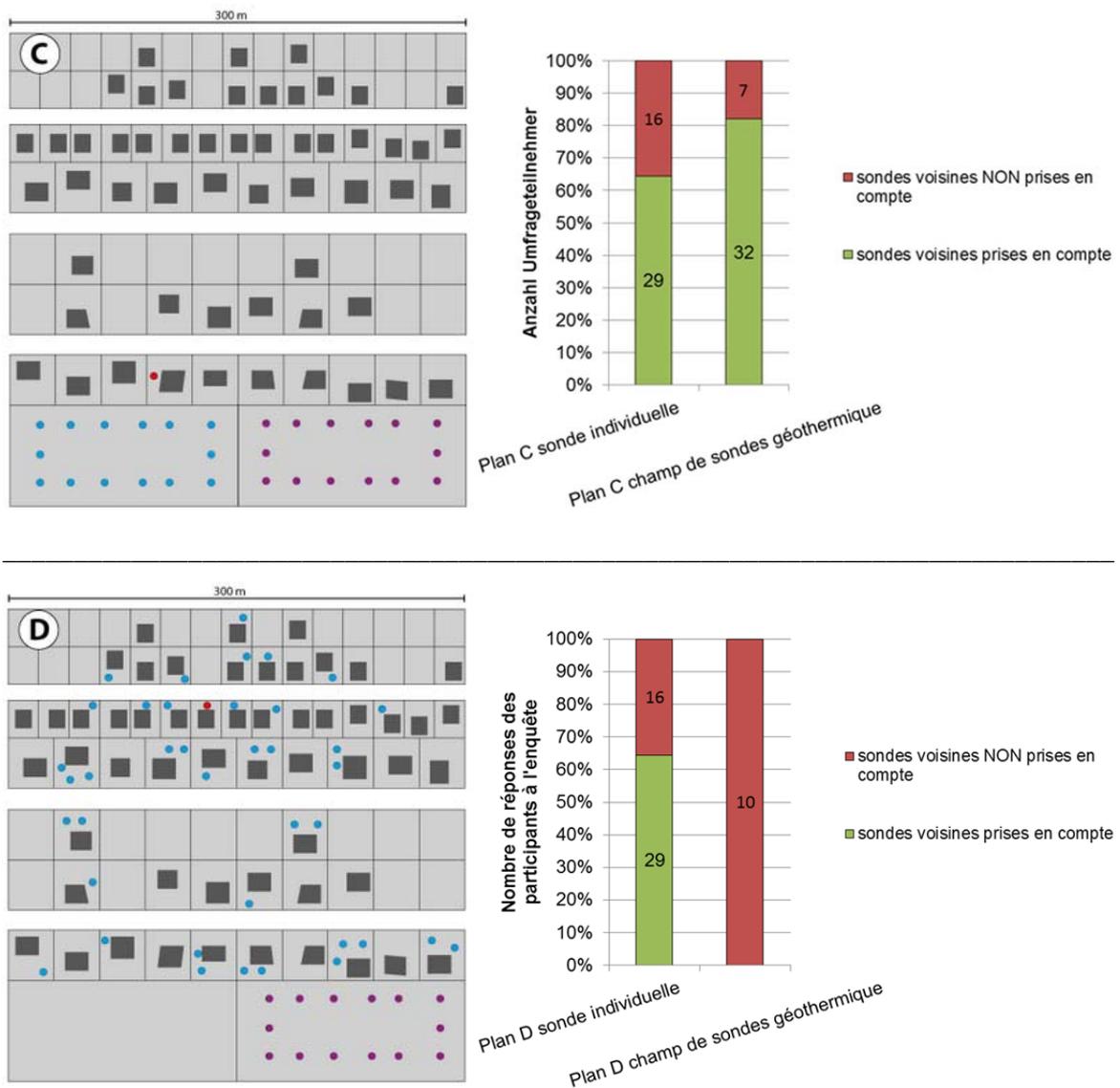


Figure 14: Quatre plans de situation (A, B, C et D) avec une sonde géothermique à dimensionner (rouge), un champ de sondes géothermiques à dimensionner (violet) et des sondes voisines existantes (bleu). Toutes les sondes géothermiques ont une profondeur d'environ 200 m et traversent une séquence de molasse de grès et de marne. L'impact des eaux souterraines peut être négligé. Le graphique en barres avec le pourcentage et le nombre de réponses des participants à l'enquête. Les participants ayant externaliser le dimensionnement ont été prise en compte. Leur nombre varie entre 5 et 12.

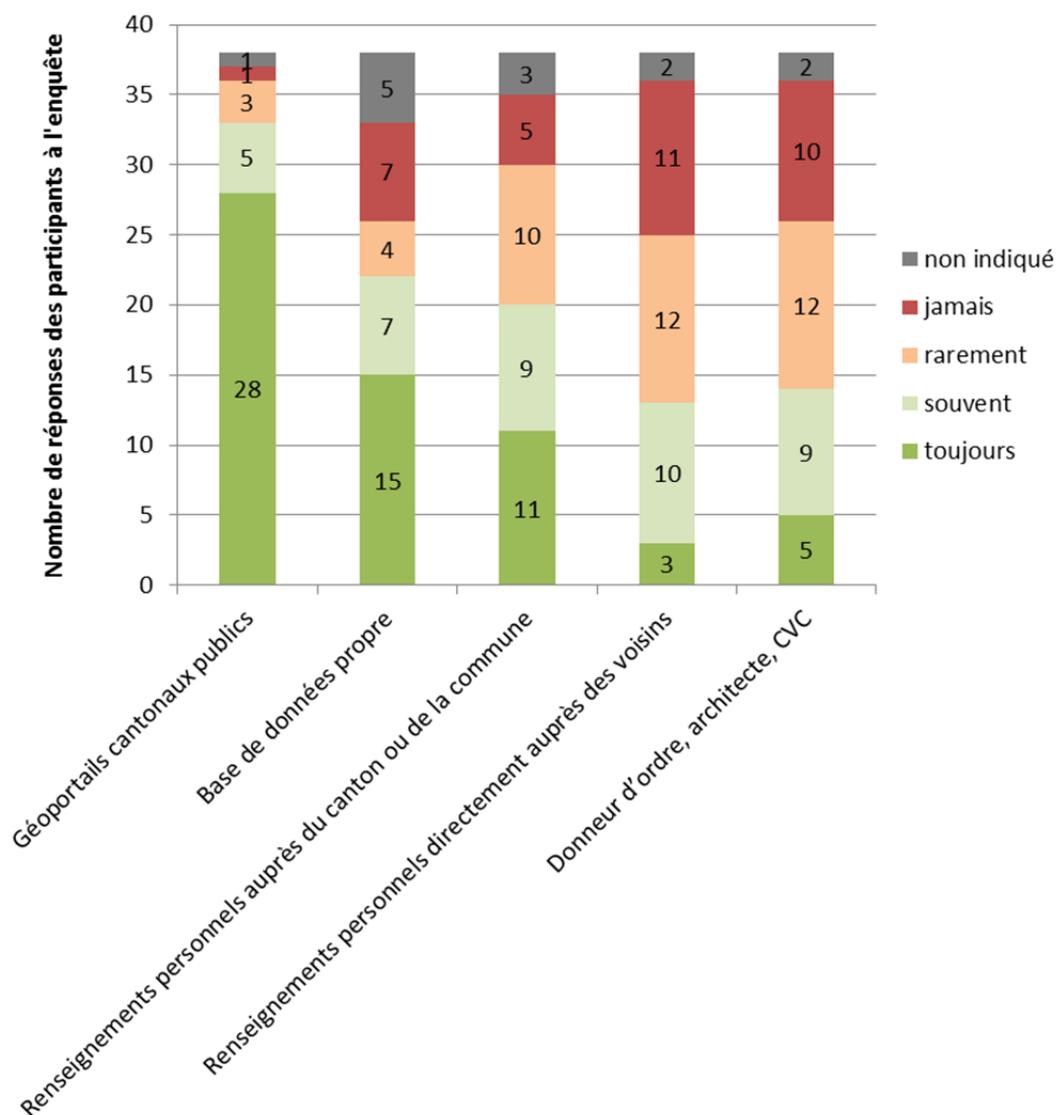


Figure 15: Les réponses sur la provenance des données sur les sondes voisines lorsqu'elles sont prises en compte pour le dimensionnement.

3.5.5 Aide-mémoire

64 % (53) des participants à l'enquête souhaitent pour l'avenir un aide-mémoire qui leur indiquerait quand, comment et quel type de dimensionnement pourrait être effectué en fonction des projets.

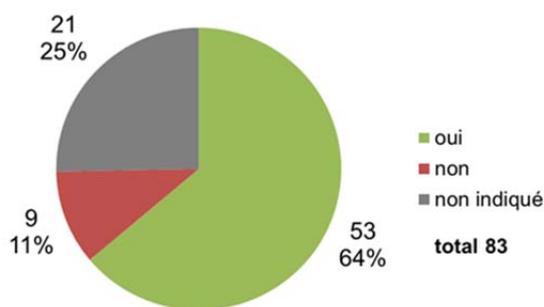


Figure 16 Nombre de participants qui souhaitent un aide-mémoire pour le dimensionnement des sondes géothermiques.

3.5.6 Eaux souterraines

Les réponses à la question de savoir, si dans le canton du participant les sondes géothermiques sont autorisées dans les zones Au et si oui, si l'impact sur les eaux souterraines est quantifié, ont été très diverses. À la première question, près de la moitié des participants ont répondu que dans leur canton les sondes géothermiques sont autorisées dans les zones A_u. Parmi ceux-ci, environ 1/3 ont indiqué qu'ils quantifient l'impact sur les eaux souterraines.

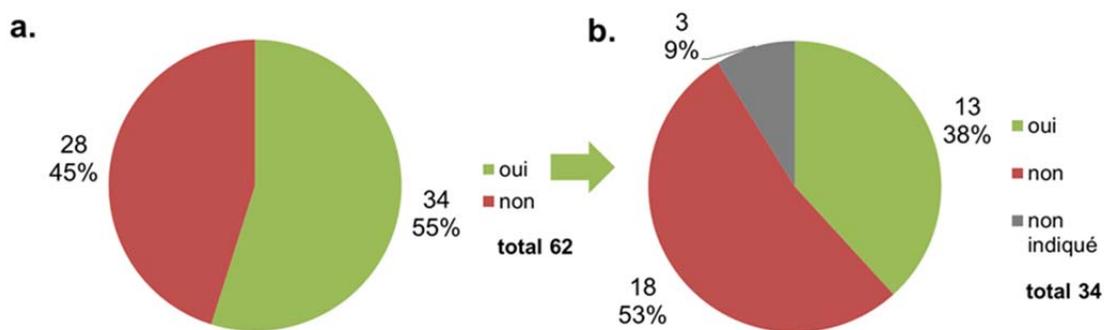


Figure 17 a. Les sondes géothermiques sont-elles autorisées dans les zones A_u dans le canton du participant à l'enquête.

b. L'impact sur les eaux souterraines est quantifié (ne concerne que les réponses positives dans la figure a.).

3.6 Conclusion

Environ 2/3 des personnes interrogées ont de l'expérience dans la planification et le dimensionnement des champs de sondes géothermiques. Pour 2/3 des participants, la prise en compte des sondes voisines est importante pour le dimensionnement. En revanche, pour seulement 1/3 des donneurs d'ordre / maîtres d'ouvrage, le respect des sondes voisines est important. Pour les sondes voisines, le critère important à tenir compte qui a été le plus souvent cité est la distance avec les sondes voisines. Des distances allant de 6 à 100 mètres ont été indiquées. Dans la question avec les 4 exemples représentant des situations différentes d'implantation de sondes géothermiques, les participants à l'enquête ont répondu de manière très variable sur la façon dont ils auraient réellement pris en compte les sondes voisines. En moyenne, 1/3 des participants ont évalué la prise en compte des sondes voisines de manière opposée.

Les différentes réponses de l'enquête montrent qu'en réalité, les sondes voisines ne sont généralement pas prises en compte pour le dimensionnement ou qu'elles sont du moins considérées comme un paramètre sans impact important. Cela correspond également aux constatations tirées des entretiens personnels avec des planificateurs des sondes géothermiques peu et très expérimentés. Les différentes réponses sur la thématique des sondes voisines indiquent que beaucoup de participants à l'enquête sont conscients d'une possible influence des sondes voisines, mais dans les faits les sondes voisines ne jouent qu'un rôle secondaire (ou même aucun rôle) dans la planification ou le dimensionnement des champs de sondes géothermiques.

4 Appendice (n'est pas traduit)

4.1 Einleitung

Um die Umfrage-Ergebnisse hinsichtlich kantonalen Unterschiede verstehen zu können, wurden die öffentlich zugänglichen Daten auf den kantonalen Geoportalen bezüglich der verfügbaren Daten zu bestehenden EWS begutachtet. Dies erfolgte parallel zum Projekt „Bewilligungsverfahren Erdwärmesonden in den Kantonen – Übersicht der Bewilligungsverfahren für Erdwärmesonden in den Kantonen“ (Bericht vom Februar 2017). Es sei angemerkt, dass es in beiden Berichten zu gewissen Überschneidungen kommt. Zudem wurden vollständigkeithalber einzelne Ergebnisse in diesem Bericht übernommen (siehe 4.3.9).

4.2 Vorgehen

Die Geoportale aller Kantone wurden auf die Veröffentlichung relevanter Daten zur Dimensionierung von Erdwärmesonden hinsichtlich bereits bestehender Nachbarsonden untersucht (Stand Ende 2016 / Anfang 2017). Repräsentativ für alle Erdwärmesonden wurden die Daten von ca. 10 Erdwärmesonden/-bohrungen pro Kanton betrachtet. Innerhalb der Kantone wurden möglichst weit verteilte Erdwärmesonden/-bohrungen gewählt um eine Abdeckung des gesamten Kantons zu erlangen. Die Ergebnisse werden in einer Excel-Tabelle sowie in Kreisdiagrammen dargestellt und beschrieben. Es sei angemerkt, dass z.T. Daten bei den Kantonen abgefragt oder eingesehen werden können. Diese Daten werden nicht berücksichtigt, sondern nur die, die frei auf den kantonalen GIS-Portalen zugänglich sind.

4.3 Datenportale

Alle Kantone bis auf den Kanton GL bieten ein **öffentlich zugängliches Geoportal** an. Zu finden sind alle Geoportale über die Internet-Sucheingabe „Kanton“ und „Geoportal“/„GIS“.

19 Kantone bieten **öffentlich zugängliche EWS-Daten** auf ihren Geoportalen an (Abbildung 1, grün und Tabelle 1). Dazu gehören die Kantone AG, AI, BE, BL, BS, FR, GE, GR, JU, NW, SG, SO, SZ, TG, UR, VD, VS, ZG und ZH. Vier Kantone ohne öffentlich zugängliche EWS-Daten (AR, LU, OW, SH) bieten ausschliesslich eine **öffentlich einsehbare Zulässigkeitskarte für den Bau von Erdwärmesonden** an (Abbildung 1, orange). Die Kantone GL, NE und TI bieten weder öffentlich zugängliche EWS-Daten noch eine öffentlich einsehbare Zulässigkeitskarte für die Installation von Erdwärmesonden (Abbildung 1, rot). Die EWS-Daten können meist über den Infobutton abgerufen werden. Eine Auswahl angegebener Daten wird in Tabellen dargestellt. Falls nicht alle Daten vorhanden sind, so wird häufig ein Link zu einem Bohrprofil angezeigt, welcher oftmals die gesuchten Daten beinhaltet. Meist wird der Zugang – falls er vorhanden ist – jedoch ohne Anmeldung ermöglicht. Einzig im Kanton SO ist eine Anmeldung nötig. Die Anmeldung ist jedoch nicht kompliziert und es erfolgt eine umgehende Zusendung der Zugangsdaten.

Die Links und der jeweilige Zugang zu den Erdwärmesonden der einzelnen Kantone können der Tabelle 2 entnommen werden.

| Kanton | Sind relevante Daten der bestehenden EWS öffentlich zugänglich, wie z.B. Koordinaten, Bohrtiefe, Datum, Anzahl Sonden? |
|-----------------------------|--|
| Aargau (AG) | Koordinaten, bewilligte Bohrtiefe, Wärmeentzug |
| Appenzell Ausserrhodon (AR) | nur EWS-Zulässigkeit |
| Appenzell Innerrhodon (AI) | Koordinaten, Felsoberkante |
| Bern (BE) | Erstellungsdatum, Terrainkote, Sondiertiefe, Stauertiefe, Verrohrungsdurchmesser in Zoll, Grundwasser, Flurabstand, z.T. Bohrprofil Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Basel Landschaft (BL) | Jahr, Ansatz Kote, Sohle Kote, Sohle Tiefe, Oberkante Fels (+Stratigraphie), Neigung, Richtung, Filter, Pumpwerk, Bemerkungen, Bohrungen mit Ausbau, Grundwasserkote (min, mittel, max), Anzahl Messungen, Bohrprofil Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Basel Stadt (BS) | Koordinaten, Bohrjahr, Terrain-Kote, Grundwasserspiegel, Ansatz-Kote, Flurabstand, Oberkante Fels-Kote, Oberkante Fels-Stratigraphie, Sole-Kote, Bohrprofil; Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Freiburg (FR) | Jahr, Anzahl, Tiefe der Sonde Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Genf (GE) | Höhe, Sonde (Wandstärke, Durchmesser, Tiefe), Fluid Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Glarus (GL) | Nein |
| Graubünden (GR) | Sonde Bohrtiefe, Anzahl Sonden, Bewilligungsdatum, Bohrprotokoll, Schlussprotokoll. Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Jura (JU) | Bohrdatum, Tiefe, Durchmesser der Bohrung, Winkel, Koordinaten, Bohrprofil Nicht immer alle Angaben vorhanden. |
| Luzern (LU) | nur EWS-Zulässigkeit |
| Neuchâtel (NE) | Nein |
| Nidwalden (NW) | Koordinaten, Datum der Bewilligung, Kältemittel, Menge, Leistung, Sondenanzahl, Totallänge, z.T. Einzellänge der Sonden angegeben Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Obwalden (OW) | nur EWS-Zulässigkeit |
| St. Gallen (SG) | Koordinaten, Felsoberkante Stadtplan St. Gallen: Standort (Koordinaten über Maus) |
| Schaffhausen (SH) | nur EWS-Zulässigkeit |
| Solothurn (SO) | Koordinaten, Bohrtiefe, Bewilligungsdatum, Bohrprofil |
| Schwyz (SZ) | Bewilligungsdatum, Anzahl Erdsonden, Sondentiefe, Bohrtiefe, Felstiefe, Verwendung Wärme, Bohrprofil; Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Thurgau (TG) | Bohrprofil und Länge EWS < oder > 150 m |
| Tessin (TI) | Nein |
| Uri (UR) | Koordinaten |
| Waadt (VD) | Bohrdatum, Sondentiefe, Koordinaten, Bohrdurchmesser, Höhe, Winkel, Felsoberkante, Bohrprofil; Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Wallis (VS) | Koordinaten, Bohrdatum, Tiefe der Bohrung, Grundwasserspiegel, Oberkante Fels, Bohrprofil; Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Zug (ZG) | Anzahl Sonden, Bohrtiefe, Bohrdurchmesser, Sondenmaterial, Wärmeträgerflüssigkeit, Füllmenge, Leistung, Bohrprofil, Bewilligungsdatum, Bohrdatum, Koordinaten, Bemerkungen. Nicht immer alle Daten vorhanden. |
| Zürich (ZH) | Koordinaten, Sondentiefe |

Tabelle 1 Öffentlich zugängliche EWS-Daten. Beantwortung nach Kanton (Stand Anfang 2017, Auswahl von angegebenen Daten).

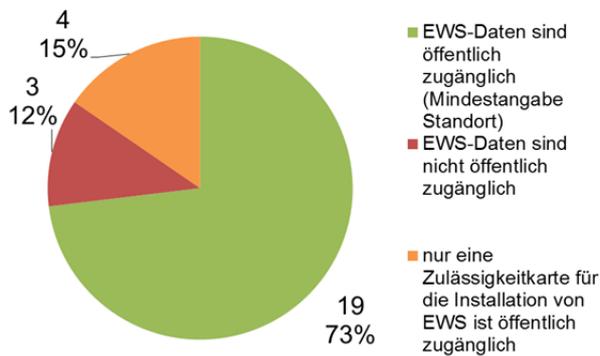


Abbildung 1 Öffentlich zugängliche EWS-Daten (Anzahl u. Anteil d. Kantone)

| Kanton | Link Erdwärmesonden | Link Erdsondeneignungskarte/ Zulässigkeitskarte | Zugang Erdwärmesonden | Zugang Erdsonden- eignungskarte |
|-----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|
| Aargau (AG) | https://www.ag.ch/de/dfr/geoportal/online_karten_agis/online_karten.jsp | | Energie, Versorgung, Kommunikation -> Eignungskarte Erdwärmenutzung | |
| Appenzell Ausserrhoden (AR) | https://www.geoportal.ch/ch/map/29?y=2754334.88&x=1247406.60&scale=200000&rotation=0 | | Kartenauswahl -> Geologie, Boden, naturbedingte Risiken -> Geologie -> Erdwärmesonden Kt | |
| Appenzell Innerrhoden (AI) | https://www.geoportal.ch/ch/map/29?y=2754334.88&x=1247406.60&scale=200000&rotation=0 | | Kartenauswahl -> Geologie, Boden, naturbedingte Risiken -> Geologie -> Erdwärmesonden Kt | |
| Bern (BE) | http://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub_geolog&userprofile=geo&language=de | | Geologische Grundlagendaten -> Geologische Dokumentationsstelle -> Sondierungen -> Sondierungen detailliert -> Spülbohrung | |
| Basel Landschaft (BL) | http://geoview.bl.ch/ | | Grundwasser -> Bohrungen/Messstellen -> Erdsonden/GW-Wärmepumpen | |
| Basel Stadt (BS) | https://www.stadtplan.bs.ch/geoviewer/ | | Natur, Wasser & Geologie -> Bohrkataster (rot) | |
| Freiburg (FR) | http://map.geo.fr.ch/?lang=de&dataTheme=Localisation&theme=CARTES_COULEUR | | Katalog, Thema: Umwelt -> Gewässerschutz -> Erdsonden | |
| Genf (GE) | https://www.etat.ge.ch/geoportail/pro/?mapresources=GEOthermie.GEOLOGIE&hidden=GEOthermie | | Geothermie -> Sondes du chauffage (CTSS) | |
| Glarus (GL) | | | | |
| Graubünden (GR) | http://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Erdwaermenutzung | | Erdwärmenutzung Anlagen -> Anlagen (Wärmepumpen) | |
| Jura (JU) | https://geo.jura.ch/theme/G%C3%A9ologie | | Geologie -> cadastre geologique | |
| Luzern (LU) | http://www.geo.lu.ch/map/erdwaermenutzung/ | | Karteninhalt -> Erdwärmenutzung | |
| Neuchâtel (NE) | http://sitn.ne.ch/theme/main | | Energie -> Géothermie | |
| Nidwalden (NW) | http://map.gis- | | GIS-ONLINE GEODATEN | |

| | | |
|--------------------------|--|--|
| | daten.ch/nw2/synserver?project=nw_energiestadt_gwr | -> Nidwalden -> Natur, Landwirtschaft und Umwelt -> Umwelt -> Wärmenutzung -> Wärmenutzung mit Erdsonden -> Identifizieren: Selektionsthema: Wärmepumpe mit Erdsonden |
| Obwalden (OW) | http://map.gis-daten.ch/ow_waermenutzung?&x=663761&y=190963.5&scale=150000 | |
| St. Gallen (SG) | https://www.geoportal.ch/ch/map/29?y=2754334.88&x=1247406.60&scale=200000&rotation=0 Stadtplan St.Gallen: http://stadtplan.stadt.sg.ch/frame.php?site=stgallen_internet&lang=de&group=public&resol=2&map=vermeversorgung.map&tool=coord&objID=&val1=746200&val2=254400&zoom=1500 | Kanton St. Gallen: Kartenauswahl -> Geologie, Boden, naturbedingte Risiken -> Geologie -> Erdwärmesonden Kt Stadt St. Gallen: Karte -> Erdsondeneignung -> Zuschaltbare Themen: Erdwärmesonde -> alle |
| Schaffhausen (SH) | http://gis.sh.ch/GIS_SH/BM3.asp | Umwelt und Energie -> Energie -> Eignung Erdwärmesonden |
| Solothurn (SO) | https://geoweb.so.ch/map/ortsplan | nur mit Anmeldung: Kartenebenen Grundwasserbewirtschaftung -> Erdwärmenutzung -> Erdwärmesonde -> Erdsonde |
| Schwyz (SZ) | https://map.geo.sz.ch/ | Energie -> Erdsonden |
| Thurgau (TG) | https://map.geo.tg.ch/apps/mf-geoadmin3/?lang=de&topic=geologieboden&bgLayer=basemap_schwarzweiss&layers=erdwaerme_verboten,erdwaerme_gefahrenhinweise,erdwaerme_erdwaermesonden&X=1261778.00&Y=2725957.00&zoom=12 | Geologie und Boden -> Geothermie -> Erdwärmesondenbohrungen |
| Tessin (TI) | https://www.tigeo.ch/dataShop/ | |
| Uri (UR) | http://geo.ur.ch/viewer?Layers=Quellen%20und%20Sondierungen&Visibility=1&Opacity=1&Zoom=15&Lat=46.87393283342772&Lng=8.64023208618164&mapType=Luftbild | Geodatenkatalog: -> Natur und Umwelt -> Quellen und Sondierungen (gelbe Dreiecke) |
| Waadt (VD) | http://www.geo.vd.ch/theme/geologie_thm | Géologie -> Sondages géologiques publics -> Géothermique (pompe à chaleur) |
| Wallis (VS) | https://geocadast.crealp.ch/index.php?lang=DE&mode=display&view=carte | |
| Zug (ZG) | http://www.zugmap.ch/zugmap/BM3.asp | Thematische Karten -> Erdwärmenutzung |
| Zürich (ZH) | http://maps.zh.ch/?topic=OerebKatasterZH | Ver- und Entsorgung, Kommunikation (7 Karten) -> Wärmenutzungsatlas -> Erdwärmesonden |

Tabelle 2 Links und Zugang zu den Erdwärmesonden-Daten oder Eignungskarten pro Kanton.

Die Felder die einen Link/Zugang zu den Erdwärmesonden beinhalten sind grün gekennzeichnet. Die der Erdsondeneignungs- oder Zulässigkeitskarten sind hingegen orange. Sind keinerlei Daten vorhanden, so sind diese Felder rot gekennzeichnet.

Bei ca. drei Viertel aller Kantone sind die **EWS-Standorte** über die Geoportale **öffentlich zugänglich** (Abbildung 2, grün und orange). Es geben jedoch nur 11 Kantone (AG, AI, BS, JU, NW, SG, SO, UR, VD, VS und ZH) explizit die Standort-Koordinaten an (Abbildung 2, grün). Diese finden sich häufig mithilfe des Info-Buttons und/oder auf dem Stratigraphischen Profil, welches mit den jeweils eingezeichneten EWS-Bohrungen verlinkt ist.

Die sieben Kantone BE, BL, FR, GE, SZ, TG und ZG tragen die EWS-Standorte zwar in die digitalen Karten ein, nennen jedoch keine Koordinaten. Meist können die Koordinaten der Positionsanzeige auf dem Display entnommen werden. Im Kanton BL sind die Koordinaten meist auf dem Bohrprofil notiert. In den Kantonen GR, SZ und ZG wird jeweils nur ein Standort pro Sondenfeld angegeben (Abbildung 2, orange).

Auf den Geoportalen der acht Kantone AR, GL, GR, LU, NE, OW, SH und TI sind die EWS-Standorte weder eingezeichnet, noch werden die Standort-Koordinaten angegeben (Abbildung 2, rot). Eine tabellarische Übersicht findet sich in Tabelle 3.

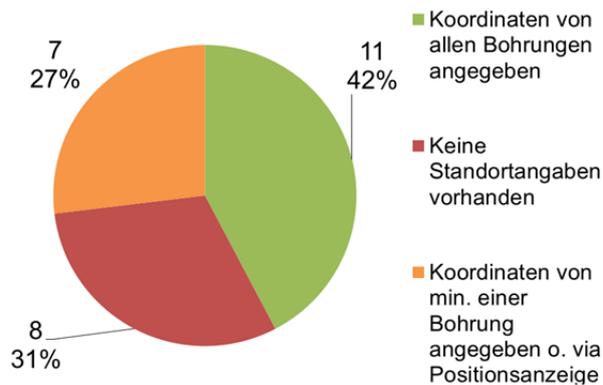


Abbildung 2 Projektstandorte angezeigt oder angegeben (Anzahl u. Anteil d. Kantone).

Anteil der Kantone, welcher die Koordinaten der EWS-Projektstandorte veröffentlicht sowie der Anteil der Kantone, welcher die Koordinaten einer Bohrung eines Sondenfeldes angibt oder Standorte in die Karten der Geoportale eingezeichnet haben.

| Kanton | Projektstandort |
|------------------------------|---|
| Aargau (AG) | Ja |
| Appenzell Ausserrhodens (AR) | Nein |
| Appenzell Innerrhodens (AI) | Ja |
| Bern (BE) | z.T. in Bohrprofil oder über die Koordinaten-Suchfunktion |
| Basel Landschaft (BL) | Koordinaten im Bohrprofil, falls vorhanden o. via Positionsanzeige auf Display |
| Basel Stadt (BS) | Ja |
| Freiburg (FR) | Ja (Koordinaten via Positionsanzeige auf Display) |
| Genf (GE) | Ja (Koordinaten via Positionsanzeige auf Display) |
| Glarus (GL) | Nein |
| Graubünden (GR) | Nein, nur ein Standort pro Sondenfeld. (Koordinaten via Positionsanzeige auf Display. Entspricht der eingezeichnete Standort der Position einer Bohrung?) |
| Jura (JU) | Ja |
| Luzern (LU) | Nein |
| Neuchâtel (NE) | Nein |
| Nidwalden (NW) | Ja |
| Obwalden (OW) | Nein |
| St. Gallen (SG) | Ja Stadtplan St. Gallen: Ja (Koordinaten via Positionsanzeige auf Display) |
| Schaffhausen (SH) | Nein |
| Solothurn (SO) | Ja |
| Schwyz (SZ) | Ja (Koordinaten via Positionsanzeige auf Display), wenn mehrere Bohrungen, dann nur eine Bohrung eingezeichnet |
| Thurgau (TG) | Ja (Koordinaten über Maus) |
| Tessin (TI) | Nein |
| Uri (UR) | Ja |
| Waadt (VD) | Ja |
| Wallis (VS) | Ja |
| Zug (ZG) | Ja (Koordinaten über „Alle Informationen“), jedoch nur eine pro Sondenfeld eingezeichnet |
| Zürich (ZH) | Ja |

Tabelle 3 Angabe der jeweiligen Projektstandorte. Beantwortung nach Kanton.

Die Kantone, welche die Projektstandorte auf den Geoportalen kennzeichnen und die jeweiligen Koordinaten angeben, sind grün gekennzeichnet. Die Kantone, welche die Projektstandorte kennzeichnen ohne Koordinaten anzugeben, sind hingegen orange. Sind keinerlei Projektstandorte bekannt, so sind diese Felder rot gekennzeichnet.

4.3.1 Teufenangaben einer o. aller Bohrungen pro Projekt

Die Teufe einer Bohrung pro Projekt werden in den sieben Kantonen BL, BS, GR, JU, SO, SZ und ZG veröffentlicht (Abbildung 3, grün). Im Kanton AG wird nur die bewilligte Teufe angegeben. Im Kanton BE wird die Sondiertiefe z.T. angegeben. Häufig kann sie dem Bohrprofil entnommen werden (Abbildung 3, orange). Deutlich über die Hälfte aller Kantone veröffentlichen die Teufe der

Bohrung nicht (Abbildung 3, rot). Um welche Kantone es sich handelt kann der Tabelle 4 entnommen werden. Kein einziger Kanton veröffentlicht die Teufe jeder Bohrung pro Projekt (vgl. Tabelle 4). Tabelle 4 Teufe einer/jeder Bohrungen pro Projekt, Beantwortung nach Kanton. Länge einer/aller EWS pro Projekt, Beantwortung nach Kanton.

| Kanton | Teufe einer Bohrung pro Projekt (geol. aufgenommen) | Teufe jeder Bohrung pro Projekt | Länge einer EWS pro Projekt (geol. aufgenommen) | Länge jeder EWS pro Projekt |
|------------------------------------|--|---------------------------------|---|-----------------------------|
| Aargau (AG) | bewilligte Teufe | bewilligte Teufe | Nein | Nein |
| Appenzell Ausserrhoden (AR) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Appenzell Innerrhoden (AI) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Bern (BE) | z.T. Sondiertiefe angegeben, z.T. in Bohrprofil, z.T. keine Angabe | unbekannt | z.T. in Bohrprofil | Nein |
| Basel Landschaft (BL) | Überwiegend vorhanden (bei Abfrage und z.T. in Bohrprofil) | Nein | Nein | Nein |
| Basel Stadt (BS) | Ja | Nein | z.T. im Bohrprofil | Nein |
| Freiburg (FR) | Nein | Nein | Ja | Nein ? |
| Genf (GE) | Nein | Nein | meistens | meistens |
| Glarus (GL) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Graubünden (GR) | Ja | Nein ? | Nein | Nein |
| Jura (JU) | Ja | Nein | Nein | Nein |
| Luzern (LU) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Neuchâtel (NE) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Nidwalden (NW) | Nein | Nein | selten | Gesamtlänge aller EWS |
| Obwalden (OW) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| St. Gallen (SG) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Schaffhausen (SH) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Solothurn (SO) | Ja | Nein | z.T. im Bohrprofil | selten im Bohrprofil |
| Schwyz (SZ) | Ja | Nein | Ja | Nein ? |
| Thurgau (TG) | Nein | Nein | Nein (Kennzeichnung der Bohrungen >150m) | Nein |
| Tessin (TI) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Uri (UR) | Nein | Nein | Nein | Nein |
| Waadt (VD) | Nein | Nein | Ja | Nein |
| Wallis (VS) | Nein | Nein | Ja | Nein |
| Zug (ZG) | Ja | Nein | Nein | Nein |
| Zürich (ZH) | Nein | Nein | Ja | Ja |

Tabelle 4 Teufe einer/jeder Bohrungen pro Projekt, Beantwortung nach Kanton. Länge einer/aller EWS pro Projekt, Beantwortung nach Kanton.

Zum Teil ist nicht erkennbar, ob es sich um Angaben zur Bohrteufe oder Länge eingebaute EWS handelt.

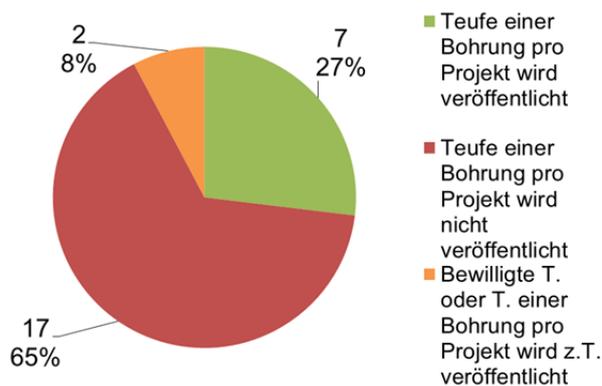


Abbildung 3 Teufenangabe einer Bohrung

4.3.2 Längenangaben einer o. aller EWS pro Projekt

Die Länge einer EWS pro Projekt wird nur im Geoportal der fünf Kantone FR, SZ, VD, VS und ZH angegeben (Abbildung 4, grün). In den fünf Kantonen BE, BS, GE, NW und SO wird z.T. die Länge einer EWS pro Projekt angegeben (Abbildung 4, orange). Die restlichen 16 Kantone geben die EWS-Längen pro Projekt nicht an (Abbildung 4, rot). Im Kanton TG werden die Sonden kürzer bzw. länger 150 m jedoch unterschiedlich gekennzeichnet. Welche Kantone die Länge einer EWS pro Projekt nicht veröffentlichen, kann Tabelle 4 entnommen werden.

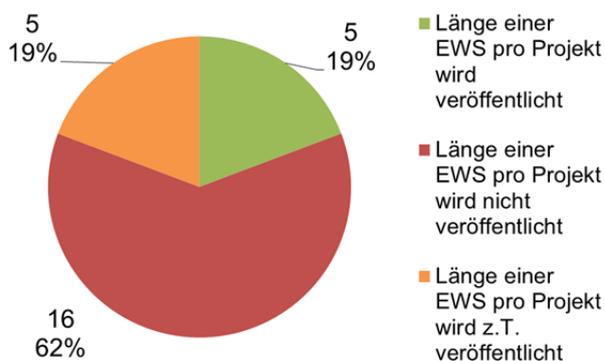


Abbildung 4 Länge einer EWS pro Projekt angegeben (Anzahl u. Anteil d. Kantone).

Die Länge jeder EWS wird einzig im Kanton ZH angegeben (Abbildung 4, grün). Im Kanton GE wird die Länge jeder EWS häufig veröffentlicht, im Kanton SO hingegen eher selten (s. Bohrprofile). Im Kanton NW wird die Gesamtlänge aller Sonden eines Projekts angegeben (Abbildung 4, hellorange). Aus Tabelle 4 wird ebenfalls ersichtlich, welche Kantone die Länge jeder EWS pro Projekt veröffentlichen.

4.3.3 Angaben zu Sondentyp, Durchmesser, Hinterfüllung

Angaben wie der Sondentyp, Sondendurchmesser und die Hinterfüllung werden nur selten auf den Geoportalen der Kantone veröffentlicht.

Der Sondentyp wird in den kantonalen Geoportalen BE, BS, JU und SO in seltenen Fällen im Bohrprofil angegeben. Im Kanton SO wird der Sondentyp bei allen Bohrungen ab dem Jahr 2017 veröffentlicht. Auf dem Geoportal des Kantons ZG wird das Sondenmaterial angegeben.

Der Sondendurchmesser wird in den Kantonen ZG und GE angegeben, in BS, JU und VS nur z.T. (Abbildung 5, grün u. orange). In SO sind die Sondendurchmesser für alle Bohrungen ab 2017 ersichtlich. Die restlichen Kantone (vgl. Tabelle 5) machen diesbezüglich keine Angaben (Abbildung 5, rot).

Angaben zur Hinterfüllung werden selten im Bohrprofil der Kantone BE, BS, JU und VS gemacht. NW gibt jeweils die Menge des benötigten Füllmaterials an. Im Kanton SO werden ab 2017 sowohl Material- wie auch Mengenangaben veröffentlicht (Abbildung 5, orange).

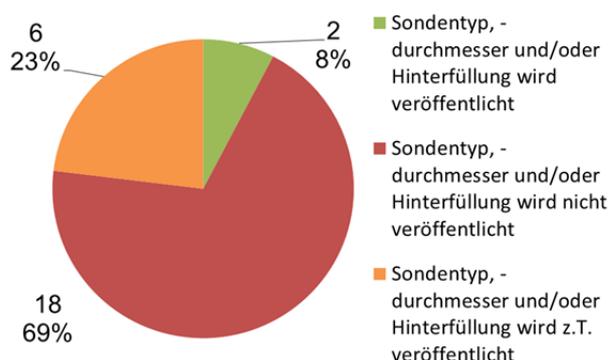


Abbildung 5 Angaben zu Sondentyp, -durchmesser und / oder Hinterfüllung (Anzahl u. Anteil d. Kantone)

| Kanton | Angaben zum Sondentyp | Angaben zum Sondendurchmesser | Angaben zur Hinterfüllung |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Aargau (AG) | Nein | Nein | Nein |
| Appenzell Ausserrhoden (AR) | Nein | Nein | Nein |
| Appenzell Innerrhoden (AI) | Nein | Nein | Nein |
| Bern (BE) | selten in Bohrprofil | Nein | selten in Bohrprofil |
| Basel Landschaft (BL) | Nein | Nein | Nein |
| Basel Stadt (BS) | selten in Bohrprofil | selten in Bohrprofil | selten in Bohrprofil |
| Freiburg (FR) | Nein | Nein | Nein |
| Genf (GE) | Nein | meistens | Nein |
| Glarus (GL) | Nein | Nein | Nein |
| Graubünden (GR) | Nein | Nein | Nein |
| Jura (JU) | z.T. im Bohrprofil (Doppel-U etc.) | z.T. im Bohrprofil | z.T. verwendetes Material im Bohrprofil |
| Luzern (LU) | Nein | Nein | Nein |
| Neuchâtel (NE) | Nein | Nein | Nein |
| Nidwalden (NW) | Nein | Nein | Menge |
| Obwalden (OW) | Nein | Nein | Nein |
| St. Gallen (SG) | Nein | Nein | Nein |
| Schaffhausen (SH) | Nein | Nein | Nein |
| Solothurn (SO) | Ab 2017 im Bohrprofil | Ab 2017 im Bohrprofil | z.T. verwendetes Material im Bohrprofil, ab 2017 Material und Menge im Bohrprofil |
| Schwyz (SZ) | Nein | Nein | Nein |
| Thurgau (TG) | Nein | Nein | Nein |
| Tessin (TI) | Nein | Nein | Nein |
| Uri (UR) | Nein | Nein | Nein |
| Waadt (VD) | Nein | Nein | Nein |
| Wallis (VS) | z.T. Sondenmarke im Bohrprofil | z.T. im Bohrprofil | z.T. verwendetes Material in Bohrprofil |
| Zug (ZG) | Sondenmaterial | Ja | Nein |
| Zürich (ZH) | Nein | Nein | Nein |

Tabelle 5 Angaben zum Sondentyp, Sondendurchmesser und zur Hinterfüllung, Beantwortung nach Kanton.

4.3.4 Verfügbarkeit von geologischen Bohrprofilen

Der Anteil der Kantone, welche die geologischen Bohrprofile öffentlich zugänglich machen liegt bei ca. einem Viertel (Abbildung 6, grün). Die geologischen Bohrprofile lassen sich über dementsprechende Links abrufen. Drei Viertel aller Kantone veröffentlichen die geologischen Bohrprofile nicht (Abbildung 6, rot). Z.B. beim Kanton AG können die Bohrprofile angefragt werden. Im Kanton VS wird ein Grossteil der Bohrprofile bei der jeweiligen Gemeinde hinterlegt. Diese sind jedoch in der Regel nicht zugänglich.

| Kanton | Geologisches Bohrprofil | Erstellungsjahr der Bohrung |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| Aargau (AG) | z.T., jedoch nicht abrufbar | Nein |
| Appenzell Ausserrhoden (AR) | Nein | Nein |
| Appenzell Innerrhoden (AI) | Nein | Nein |
| Bern (BE) | Grossteil * | Ja |
| Basel Landschaft (BL) | Grossteil * | Ja |
| Basel Stadt (BS) | Ja (pro Feld ein Bohrprofil) | Ja |
| Freiburg (FR) | Nein | Ja |
| Genf (GE) | Nein | Nein |
| Glarus (GL) | Nein | Nein |
| Graubünden (GR) | z.T., jedoch nicht abrufbar | Datum der Bewilligung |
| Jura (JU) | Ja | Ja |
| Luzern (LU) | Nein | Nein |
| Neuchâtel (NE) | Nein | Nein |
| Nidwalden (NW) | Nein | Datum der Bewilligung |
| Obwalden (OW) | Nein | Nein |
| St. Gallen (SG) | Nein | Nein |
| Schaffhausen (SH) | Nein | Nein |
| Solothurn (SO) | Grossteil * | Im Bohrprofil + Datum der Bewilligung |
| Schwyz (SZ) | z.T., jedoch nicht abrufbar | Datum der Bewilligung |
| Thurgau (TG) | z.T., jedoch nicht abrufbar | Nein |
| Tessin (TI) | Nein | Nein |
| Uri (UR) | Nein | Nein |
| Waadt (VD) | Ja | Ja |
| Wallis (VS) | Ja, jedoch nur geringer Anteil digitalisiert | z.T. im Bohrprofil |
| Zug (ZG) | z.T., jedoch nicht abrufbar | Ja |
| Zürich (ZH) | z.T., jedoch nicht abrufbar | Nein |

Tabelle 6 Geologisches Bohrprofil und Jahr der Bohrung, Beantwortung nach Kanton. * Z.T. werden, wenn im Nahbereich bereits Bohrprofile bestehen, keine weiteren Profile verlangt!

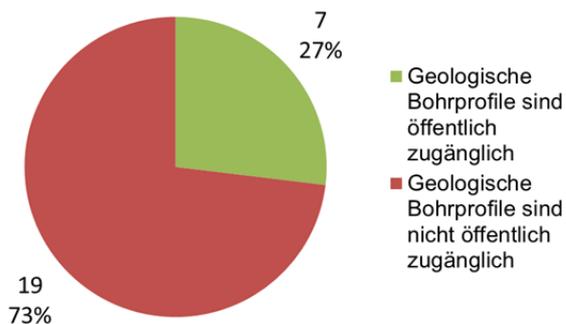


Abbildung 6 Geologisches Profil vorhanden (Anzahl u. Anteil d. Kantone)

4.3.5 Angabe des Erstellungsjahres der EWS

In 14 Kantonen wird das Jahr der Bohrung nicht angegeben (Abbildung 7, rot). Die acht Kantone BE, BL, BS, FR, JU, SO, VD und ZG veröffentlichen das Jahr der Bohrung (Abbildung 7, grün). GR, NW, SO und SZ veröffentlichen das Bewilligungs-Datum (Abbildung 7, orange). In den Kantonen SO und VS wird das Erstellungsjahr (z.T.) im Bohrprofil angegeben. Vgl. auch Tabelle 6.

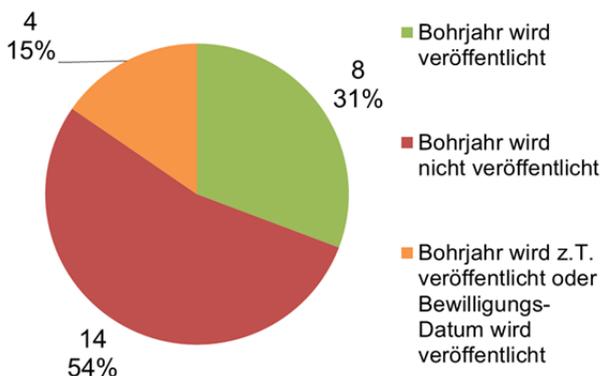


Abbildung 7 Angabe zum Erstellungsjahr der Bohrung (Anzahl u. Anteil d. Kantone)

4.3.6 Angabe zu Messungen wie z.B. Grundwasserspiegel

Nur in den Kantonen BE, BL, BS, JU, VD und VS werden überhaupt Angaben zu den Messungen gemacht (Abbildung 8, orange). Die einzige Angabe, welche in wenigen Kantonen gemacht wird, ist der Grundwasserspiegel. Die Ergebnisse der Geothermal Response Tests (GRTs) etc. werden auf keinem kantonaltalen Geoportale veröffentlicht. Zur Auflistung aller Kantone siehe Tabelle 7.

4.3.7 Angaben zu aufgetretenen Problemen (z.B. Wasserzutritte)

In den Kantonen BE, BL, BS, JU, SO und VS (Abb. 12, grün) werden Probleme auf den Profilblättern notiert und sind für die Öffentlichkeit einsehbar. Alle anderen Kantone geben keine Auskunft über auftretende Schwierigkeiten. Eine Auflistung aller Kantone und ihrer Angaben in Bezug auf aufgetretene Probleme sind in Tabelle 7 einsehbar.

| Kanton | Angaben zu Messungen (Grundwasser, GRT,...) | Probleme (z.B. Wassereintritt, Einbauschwierigkeiten) |
|--------------------------------|--|---|
| Aargau (AG) | Nein | Nein |
| Appenzell Ausserrhoden (AR) | Nein | Nein |
| Appenzell Innerrhoden (AI) | Nein | Nein |
| Bern (BE) | z.T. Grundwasserspiegel | z.T. bei Abfragen, z.T. in Bohrprofil, z.T. keine Angabe |
| Basel Landschaft (BL) | selten Grundwasserspiegel | z.T. bei Abfrage |
| Basel Stadt (BS) | z.T. Grundwasserspiegel | z.T. im Bohrprofil Angaben zu Wassereintritten und Bohrlocheinstürzen |
| Freiburg (FR) | Nein | Nein |
| Genf (GE) | Nein | Nein |
| Glarus (GL) | Nein | Nein |
| Graubünden (GR) | Nein | Nein |
| Jura (JU) | z.T. Grundwasserspiegel | z.T. Menge eintretenden Wassers |
| Luzern (LU) | Nein | Nein |
| Neuchâtel (NE) | Nein | Nein |
| Nidwalden (NW) | Nein | Nein |
| Obwalden (OW) | Nein | Nein |
| St. Gallen (SG) | Nein | Nein |
| Schaffhausen (SH) | Nein | Nein |
| Solothurn (SO) | Nein | Wassereintritte, Spülverluste, Vorkommnisse z.T. im Bohrprofil, ab 2017 immer |
| Schwyz (SZ) | Nein | Nein |
| Thurgau (TG) | Nein | Nein |
| Tessin (TI) | Nein | Nein |
| Uri (UR) | Nein | Nein |
| Waadt (VD) | z.T. Grundwasserspiegel im Bohrprofil | Nein |
| Wallis (VS) | z.T. Grundwasserspiegel | z.T. Einbauschwierigkeiten und Wassereintritte im Bohrprofil |
| Zug (ZG) | Nein | Nein |
| Zürich (ZH) | Nein | Nein |

Tabelle 7 Angaben zu Messungen und Problemen, Beantwortung nach Kanton.

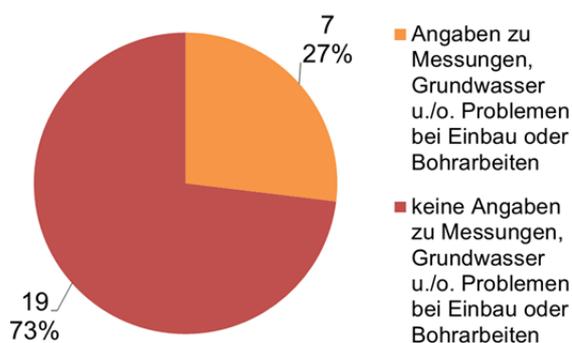


Abbildung 8 Angabe zu Messungen, Grundwasser und/oder Problemen bei Einbau oder Bohrarbeiten (Anzahl u. Anteil d. Kantone)

4.3.8 Angaben zur Wärmepumpe und Nutzungsart

Die bewilligte Leistung der Wärmepumpen ist im Kanton NW und ZG öffentlich zugänglich (Abbildung 9a, grün). Im Kanton AG wird z.T. der Wärmeentzug angegeben (Abbildung 9a, orange). Die restlichen Kantone veröffentlichen die bewilligte Leistung nicht (Abbildung 9a, rot).

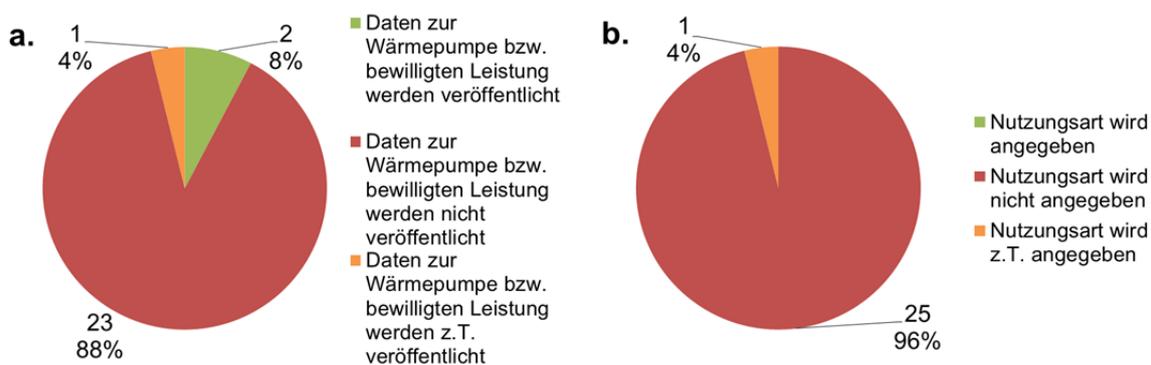


Abbildung 9 a. Daten zur Wärmepumpe (Anzahl u. Anteil d. Kantone) b. Nutzungsart (Anzahl u. Anteil d. Kantone)

Die Nutzungsart wird einzig im Kanton SZ angegeben (Abbildung 9b, orange). Alle anderen Kantone geben die Nutzungsart nicht an (Abbildung 9b, rot). Die Auflistung aller Kantone und ihre Angabe zu Nutzungsart kann Tabelle 8 entnommen werden.

| Kanton | Daten zur Wärmepumpe bzw. bewilligten Leistung | Nutzung (Heizen, Kühlen, Kombi) |
|-----------------------------|--|--|
| Aargau (AG) | z.T. Wärmeentzug in kW | Nein |
| Appenzell Ausserrhoden (AR) | Nein | Nein |
| Appenzell Innererhoden (AI) | Nein | Nein |
| Bern (BE) | Nein | Nein |
| Basel Landschaft (BL) | Nein | Nein |
| Basel Stadt (BS) | Nein | Nein |
| Freiburg (FR) | Nein | Nein |
| Genf (GE) | Nein | Nein |
| Glarus (GL) | Nein | Nein |
| Graubünden (GR) | Nein | Nein |
| Jura (JU) | Nein | Nein |
| Luzern (LU) | Nein | Nein |
| Neuchâtel (NE) | Nein | Nein |
| Nidwalden (NW) | Leistung in kW | Nein |
| Obwalden (OW) | Nein | Nein |
| St. Gallen (SG) | Nein | Nein |
| Schaffhausen (SH) | Nein | Nein |
| Solothurn (SO) | Nein | Nein |
| Schwyz (SZ) | Nein | Verwendung (z.B. Heizung, Warmwasser), Anlage in Betrieb |
| Thurgau (TG) | Nein | Nein |
| Tessin (TI) | Nein | Nein |
| Uri (UR) | Nein | Nein |
| Waadt (VD) | Nein | Nein |
| Wallis (VS) | Nein | Nein |
| Zug (ZG) | Leistung in kW | Nein |
| Zürich (ZH) | Nein | Nein |

Tabelle 8 Daten zur Wärmepumpe (bzw. bewilligten Leistung) sowie die Nutzungsart, Beantwortung nach Kanton.

4.3.9 Mindestabstand von EWS zur Grundstücksgrenze

Nachfolgende Abbildung entstammt dem Bericht „Bewilligungsverfahren Erdwärmesonden in den Kantonen – Übersicht der Bewilligungsverfahren für Erdwärmesonden in den Kantonen“ und zeigt wie kantonal die Mindestabstände von Erdwärmesonden zu Nachbarsgrundstücken gehandhabt werden. Die meisten Kantone verlangen einen kantonal geregelten Mindestabstand. In der Regel liegt dieser zwischen 2.5 und 5 m. Bei 10 Kantonen ist der Abstand nicht oder kommunal geregelt oder gibt der Kanton nur eine Empfehlung ab.

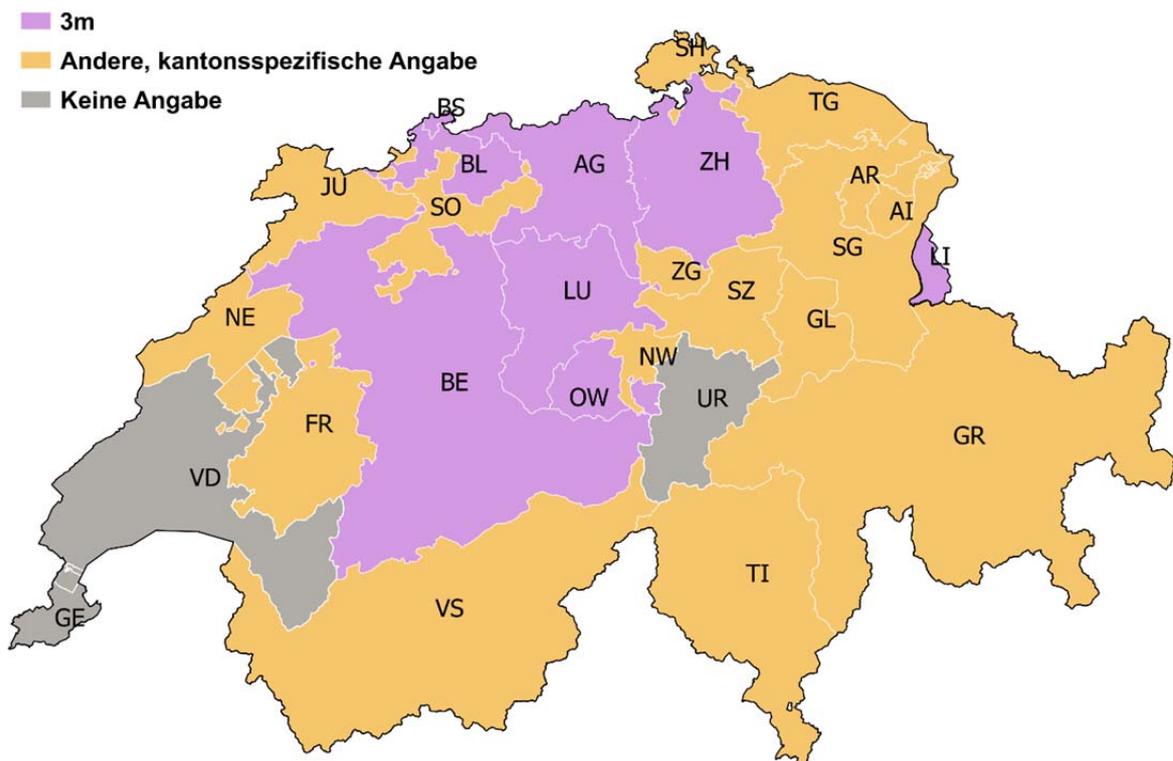


Abbildung 10 Mindestabstände der EWS zu Nachbar-Grundstückgrenzen.