

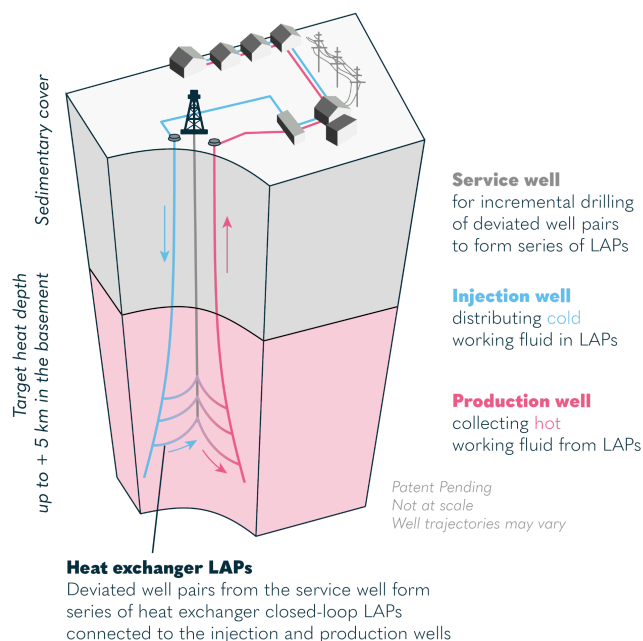
F2.7. Analyse des besoins

Projet Géothermie

Année 2025/2026

Jeux vidéo pédagogiques (VIP-I)

Esra, Priscillya, Audrey, Stephane



1. Introduction	3
2. Analyse du contexte	3
2.1 Situation actuelle	3
2.2 Contraintes et ressources	4
2.3 Objectifs pédagogiques	5
2.4 Description des connaissances	6
3. Les acteurs	7
3.1 La commanditaire	7
3.2 L'équipe de développement	9
3.3 Autorités Publiques Suisses	10
3.4 Acteurs industriels, ingénierie et experts de systèmes énergétiques	12
3.5 Acteurs du financement et du soutien économique	13
3.6 Acteurs de la recherche et du milieu académique	14
3.7 Acteurs du système énergétique(service publics, réseaux de chaleur,municipalités)	15
3.8 Le public cible	16
3.9 Citoyens Suisses	16
4. Reformulation de la demande	18
4.1 Contraintes du projet	18
5. Sources	19
6. Annexes	19

1. Introduction

Cette analyse des besoins a été réalisée dans le but de produire un jeu vidéo pédagogique consacré à la géothermie.

Mme Naomie Vouillamoz, notre commanditaire, est la CTO de la compagnie [EAPOSYS SA](#). EAPOSYS est une startup qui développe des licences de technologie d'énergie géothermique. Ils proposent depuis 2017 la plateforme [EAPOSIM](#), SaaS, pour permettre aux utilisateurs de concevoir, exploiter et effectuer des maintenances sur leurs systèmes géothermiques.

Mme Vouillamoz est géophysicienne, PhD et pionnière de l'AGS. Elle connaît très bien le paysage énergétique suisse et mondial, et souhaite promouvoir la géothermie en apportant des informations supplémentaires à l'aide d'un jeu vidéo pédagogique.

A travers ce jeu, Mme Vouillamoz souhaite sensibiliser un public d'étudiants et de jeunes adultes à l'énergie encore peu connue qu'est la géothermie. Elle souhaite accroître leur compréhension, en expliquant ses mécanismes et son importance dans la transition énergétique en Suisse et en Europe.

En plus d'affiner leurs compréhensions sur le sujet, elle souhaite qu'ils se sentent outillés et motivés à agir face à des enjeux sociétaux, politiques et industriels liés à cette transition énergétique.

Mme Vouillamoz aimerait que le contenu du jeu soit compréhensible, réaliste et motivant, tout en évitant le biais de "*greenwashing*" ou les discours superficiels. En effet, toutes les formes d'énergies ont des coûts et leurs infrastructures engendrent des impacts. Toutefois l'énergie géothermique, à travers son potentiel : durable, local, renouvelable; présente un avenir prometteur et engageant pour le futur, et c'est ce que Mme Vouillamoz souhaite partager.

2. Analyse du contexte

2.1 Situation actuelle

Le projet s'inscrit dans un contexte où la transition énergétique en Suisse revêt un enjeu stratégique. En effet, le pays demeure lié à la dépendance européenne au charbon et au gaz importés. La terre, dont les températures peuvent atteindre des milliers de degrés, pourrait être imaginée comme un immense réacteur nucléaire naturel. En s'appuyant sur cette chaleur, la géothermie pourrait être perçue comme un levier pour l'autonomie en énergie locale mais de nombreuses craintes et méconnaissances subsistent toujours chez le grand public, et la géothermie est encore peu mentionnée au détriment de l'énergie solaire, éolienne et nucléaire.

Dans le discours sur la durabilité, on observe un biais d'action, où certaines mesures sont prises sans réellement contribuer au changement. Ce phénomène est présent dans la plupart des discours sur la durabilité. Cela souligne la nécessité d'éviter les messages "verts" superficiels ou le *greenwashing* mais de pouvoir montrer à partir de faits concrets que l'utilisation de la géothermie en tant qu'énergie renouvelable est possible, en corrigeant les idées reçues et en apportant une plus fine compréhension sur son processus.

Aujourd'hui, de nombreuses personnes ignorent que la géothermie peut servir à chauffer des infrastructures et à produire de l'électricité. Mme Vouillamoz nous explique que les confusions fréquentes du grand public proviennent d'une méconnaissance des différents types de géothermie et de leurs utilités, de la peur des tremblements de terre, de la crainte de forer dans le magma, d'une sous-estimation des capacités réelles de la géothermie, et de confusions concernant les nuisances sonores (qui ont lieu lors de la phase de forage et non lors de la phase d'exploitation et de sa mise en service.)

La peur du risque sismique joue aussi un rôle important, notamment depuis l'épisode sismique du projet à Bâle en (2006). Or cet épisode date d'il y a 20 ans. Et depuis d'importantes avancées technologiques ont vu le jour et se sont perfectionnées au profit de la sécurité. Aujourd'hui, nous pouvons compter 3 grandes techniques, toutes utilisées en fonction des besoins et des variations de terrains : la géothermie conventionnelle, les systèmes améliorés (EGS) et les systèmes avancés en boucles fermées (AGS).

Le jeu devrait aussi permettre de ressentir que l'énergie n'est pas qu'un schéma abstrait sur une diapositive de politique publique. Mais quelque chose qui façonne le confort quotidien, les factures et les lieux auxquels on tient, de la douche chaude au quartier éclairé le soir.

Le contexte est autour d'une question simple : "En fait, toute forme d'énergie a un coût, quels coûts sommes-nous prêts à accepter pour notre communauté, lesquels ne pouvons-nous pas refuser ?"

Dans le cas de la Suisse, la géothermie est une technologie futuriste plutôt qu'une option de bon sens: une chaleur déjà présente sous nos pieds, qui ne peut pas être délocalisée, et qui réduit la dépendance vis-à-vis de chaînes d'approvisionnement fragiles telles que le charbon, le gaz ou l'uranium.

2.2 Contraintes et ressources

En plus de la complexité du sujet et de sa méconnaissance du grand public, différentes contraintes sont identifiées, et doivent être prises en considérations pour orienter l'élaboration du jeu.

La complexité se situe sur le plan légal : en Suisse, il n'existe pas de cadre réglementaire parfaitement adapté à la géothermie. Le cadre actuel concerne les installations de forage, mais il ne prend pas en compte les spécificités de la géothermie. À cela s'ajoute la fragmentation juridique du territoire suisse : chaque canton est propriétaire de ses ressources souterraines, alors même que les sites propices au forage géothermique dépendent de la qualité géologique et non des frontières administratives. Les procédures d'autorisation varient donc d'un canton à l'autre et sont généralement longues à obtenir, ce qui freine le développement des projets géothermiques.

Sur le plan financier, en raison du coût des forages profonds, la géothermie nécessite un investissement initial très élevé. Sachant que le retour sur investissement n'est pas immédiat, les financements sont peu autorisés.

Néanmoins, Mme Vouillamoz souhaite faire prendre conscience que ces infrastructures et ces techniques d'utilisations sont déjà maîtrisées par l'industrie pétrolière et gazière. Elle soustrait pouvoir transférer ces connaissances et utilisations existantes au profit de la géothermie ; qui offre une énergie locale, disponible en continu, et rechargeable.

Pour parvenir à mener à bien ce projet nous disposons de l'expertise de la commanditaire, mais également des expériences des pays voisins utilisant la géothermie et des études de cas venant des projets pilotes en Suisse.

De plus, les documents mis à disposition par Mme Vouillamoz comprennent des informations sur les infrastructures énergétiques, le fonctionnement des pompes à chaleur, la géothermie conventionnelle (*hydrothermale*) et celles de nouvelle génération (*l'EGS et l'AGS*), et le cadre réglementaire suisse.

Les joueurs ne devraient pas se sentir submergés par les détails juridiques ou institutionnels. Au lieu d'apparaître comme des obstacles, ces éléments devraient se manifester naturellement à travers des situations courantes. L'équipement technique du jeu peut également être introduit par de petits moments immersifs, comme la découverte d'un rapport de forage révélant de l'eau chaude inattendue, ou encore un ingénieur qui dit avec naturel : "Cette fois, nous avons la technologie la plus récente et éprouvée, alors les choses sont différentes."

2.3 Objectifs pédagogiques

Mme Vouillamoz imagine ce projet comme un outil éducatif moderne et engageant, capable de rendre la géothermie plus tangible, plus compréhensible et mieux acceptée par le public.

Les principaux objectifs de ce jeu sont d'apporter des connaissances sur la géothermie, permettant de modifier les fausses croyances, de faire prendre conscience des possibilités qu'offrent la géothermie au niveau énergétique et de susciter la curiosité, la surprise et l'envie de se renseigner davantage sur la place de la géothermie dans la société.

A travers le jeu, le joueur doit pouvoir :

- comprendre où se trouve la chaleur et comment elle est exploitée.
- distinguer les différents types de géothermie et la manière dont ils sont utilisés.
- apporter un regard sur la transition énergétique, en comprenant les limites des autres sources d'énergie, réévaluant le potentiel de la géothermie.

Ainsi, Mme Vouillamoz souhaite que les joueurs ressortent informés, mais également surpris et motivés : surpris par ce qu'ils auront appris, motivés par l'idée qu'une alternative énergétique crédible, locale et durable est possible et en cours de réalisation. Le jeu ne vise

pas à imposer un comportement ou une opinion, mais à offrir une base solide de compréhension permettant à chacun de se forger un avis éclairé sur l'avenir énergétique.

Au-delà de l'apprentissage des faits sur la géothermie, le jeu cherche à faire ressentir que nos choix énergétiques sont aussi des choix moraux : qui prend les risques, qui profite du confort et qui vit avec les conséquences à long terme.

Idéalement, une bonne partie laisserait aux joueurs une pensée discrète mais durable : “Je n'avais jamais réalisé à quel point mon mode de vie dépend d'infrastructures invisibles et de décisions politiques, des décisions sur lesquelles je peux réellement peser.”

Sur le plan émotionnel, l'objectif est de trouver un équilibre rare dans la communication climatique : reconnaître la gravité de la situation tout en montrant que de meilleurs futurs sont à la fois techniquement possibles et socialement négociables.

2.4 Description des connaissances

Le jeu doit pouvoir transmettre différents types de connaissances, au niveau géologique, technologique et historique.

- **Au niveau géologique** en expliquant la structure du sol terrestre, la répartition des températures, et la nature des roches traversées. Il doit pouvoir corriger l'idée que le magma se trouve à faible profondeur et que c'est de là que l'on tire la chaleur.
- **Au niveau technologique** en expliquant le fonctionnement des forages profonds, la déviation des puits, et les échangeurs thermiques. Il doit pouvoir présenter les différents systèmes géothermiques en expliquant les avantages et les limites de chacun.
- **Au niveau historique** en expliquant l'impact et l'évolution des infrastructures géothermiques en Suisse, et en soulignant ses potentialités pour la transition énergétique.

Un aspect socio-économique pourrait également être traité au regard des coûts des installations, et du rendement sur le long terme. Mme Vouillamoz a souligné une vision pragmatique qu'aucune forme d'énergie n'est sans coût. Le gaz, l'hydroélectricité, le solaire et l'éolien exigent tous de l'extraction, des infrastructures et des compromis environnementaux.

Un jeu sur la durabilité devrait aider les joueurs à comprendre que :

- Les infrastructures énergétiques sont de vastes systèmes complexes.
- L'énergie “propre” ne l'est jamais totalement, chaque technologie déplace ses impacts ailleurs.
- Un vocabulaire comme “parc solaire” ou “parc éolien” masque souvent la réalité industrielle.

Environ 70 unités d'énergie géothermique sur 100 sont utilisées pour le chauffage (urbain et industriel) et 30 pour l'électricité pour tous les besoins (éclairage, ménage, industrie générale, véhicules électriques, etc.). Le besoin de chauffage doit être souligné dans le jeu.

Le contenu scientifique devrait mieux être intégré dans le langage courant, un bon exemple pour la chaleur sous nos pieds est de comparer la chaleur du sous-sol à celle d'un four qui reste chaud longtemps après son extinction, avant d'introduire progressivement des concepts plus précis tels que le gradient géothermique, les aquifères ou les systèmes en boucle fermée.

Plutôt que d'aligner les technologies, le jeu devrait inviter le public à les "rencontrer" à travers des histoires: par exemple, une installation pilote qui chauffe discrètement un quartier pendant des décennies.

3. Les acteurs

3.1 La commanditaire

Description et rôles

La commanditaire (Naomie Vouillamoz) est à l'origine du projet. Elle apporte l'expertise scientifique et la vision souhaitée du jeu. Elle est en charge de superviser le projet, elle nous a défini les objectifs pédagogiques et scientifiques et elle validera le contenu du jeu au fil de son avancée. Elle est à la tête de l'entreprise EAPOSYS.

EAPOSYS SA est une entreprise suisse spécialisée dans les technologies géothermiques, en particulier le développement de *Advanced Geothermal Systems* (AGS) conçus pour fournir de la chaleur géothermique profonde avec un risque sismique minimal et une fiabilité opérationnelle élevée. En tant que co-fondateur de la coentreprise SwissDGS, EAPOSYS agit en tant que leader technologique, contribuant à façonner la prochaine génération de solutions géothermiques profondes en Suisse.

Besoins formulés

Ils doivent communiquer clairement les concepts liés à la géothermie à des publics variés, notamment les citoyens, les municipalités, les acteurs financiers et les partenaires industriels potentiels. Ces communications doivent aussi favoriser la confiance en apportant des informations méconnues mais réelles, transmettre un message positif sur la géothermie et corriger les fausses croyances encore largement répandues. Cela est essentiel car les AGS (*Advanced Geothermal Systems*) constituent une technologie relativement nouvelle, et leurs avantages, en particulier la réduction du risque sismique, doivent être expliqués dans des termes accessibles.

EAPOSYS a besoin d'accroître l'acceptation publique et d'améliorer la compréhension sociétale de l'énergie géothermique. Il est également essentiel de mettre en avant la maîtrise technique développée autour des systèmes AGS, afin de montrer la rigueur et la fiabilité qui sous-tendent leur déploiement. Les événements sismiques survenus précédemment en Suisse ont suscité de la prudence, et EAPOSYS cherche à repositionner la géothermie profonde comme une source d'énergie sûre, équitable et fiable.

Ils ont besoin d'un moyen de réduire les risques liés au développement géothermique en améliorant le transfert de connaissances entre les parties prenantes. Cela inclut l'explication de la variabilité géologique, des défis liés au forage et des raisons pour lesquelles les systèmes géothermiques nécessitent une planification rigoureuse. Un outil ou un jeu numérique peut soutenir cet objectif en montrant des contraintes et des processus réalistes.

EAPOSYS nécessite un écosystème de soutien réunissant l'industrie, la recherche, les services publics et les autorités gouvernementales. Ils ont besoin de contenus éducatifs et stratégiques qui présentent le développement géothermique comme un effort collaboratif et national à long terme.

Un récit mettant en avant la valeur socio-économique de la géothermie profonde, incluant l'indépendance vis-à-vis des importations d'énergie externes et l'alignement avec les objectifs climatiques suisses (Vouillamoz et al., 2025). Ce récit doit aussi expliquer clairement le rôle central de la géothermie dans la transition énergétique suisse, en la présentant comme une alternative crédible et durable au nucléaire et aux énergies fossiles.

Besoins implicites

En tant qu'innovateur proposant un nouveau concept géothermique (AGS), EAPOSYS a besoin d'une reconnaissance institutionnelle et sociétale plus large de son expertise. Ils ont besoin de mettre en place un outil pédagogique plus efficace. Un outil éducatif numérique peut contribuer à façonner leur identité en tant que leaders crédibles dans le domaine.

Un autre besoin implicite est l'établissement de la confiance et d'une réassurance auprès des citoyens et des décideurs. Bien que les explications techniques soient essentielles, EAPOSYS a finalement besoin que les gens se sentent en sécurité à l'idée d'un forage profond à proximité de leurs communautés. Ils ont besoin de sensibiliser et d'inciter les citoyens à exercer un esprit critique sur les types de centrales énergétiques actuellement populaires en Suisse.

Étant donné que le développement géothermique dépend de la clarté réglementaire et d'engagements pluriannuels que l'entreprise ne peut pas garantir seule, EAPOSYS a également besoin d'un soutien politique et d'une stabilité des politiques à long terme.

Bien qu'il ne soit pas obligatoire d'avoir EAPOSYS visible dans le jeu, pour les joueurs, EAPOSYS peut apparaître non seulement comme un logo, mais comme une petite équipe de personnes identifiables qui portent une idée forte dans un monde prudent : une géoscientifique qui aime aussi ses douches chaudes, une ingénieure fière de la fiabilité de ses puits, une fondatrice qui passe ses soirées à expliquer des compromis complexes à des publics sceptiques.

En incarnant EAPOSYS comme un groupe humain qui doute, explique, écoute et s'ajuste, le jeu peut doucement déplacer l'image du "développeur" d'une petite entreprise à un partenaire collaboratif pour améliorer le niveau de prospérité des communautés suite à des décisions de gouvernance correctes.

KPIs et procédures de validation

KPI : Perception de confiance du public, pourcentage de citoyens se sentant mieux informés après interaction, augmentation des demandes de collaboration à EAPOSYS, évolution de la perception de faisabilité des projets géothermiques par les décideurs politiques ou les partenaires.

Validation : enquêtes, entretiens, ateliers avec les communes locales, évaluation.

3.2 L'équipe de développement

Description et rôles

L'équipe de développement est constituée d'étudiants (avec des profils différents: pédagogues, responsable de produit digital, designer, ...) en première année du Master MALTT au sein de l'unité TECFA ainsi qu'en deuxième année du Master CUI Systèmes et Services Numériques de l'Université de Genève. Ils ont été constitués comme équipe de développement pour ce projet dans le cadre de l'unité de formation VIP (Jeux Vidéo Pédagogiques). Ils ont pour rôle:

- Analyser les besoins du commanditaire
- Concevoir le scénario pédagogique et ludique du jeu
- Produire un jeu selon la description attendue par le commanditaire (à la fois réaliste, éducatif, engageant et accessible aux jeunes adultes)
- Garantir que les messages clés sur la géothermie soient corrects avec des sources scientifiques vérifiables
- Rendre accessible le sujet sur la géothermie à travers une expérience non "trop intellectuelle"

Besoins formulés

D'après l'interview avec le commanditaire, l'équipe de développement doit comprendre et intégrer de multiples enjeux pour rendre afin que le jeu puisse remplir les objectifs fixés par la commanditaire. Elle a plusieurs besoins:

- Faire connaître la géothermie à travers le jeu car celle-ci est méconnue, peu visible et mal comprise dans la population
- Intégrer des composantes explicatives dans le projet sur : les différents types de géothermie (conventionnelle vs avancées); les enjeux énergétiques actuels; les perceptions et malentendus courants.
- Développer un jeu réaliste, non fictif, pas compétitif mais coopératif
- S'assurer que le jeu soit accessible, plaisant, pas trop long

Besoins implicites

A travers l'interview avec la commanditaire, l'équipe de développement identifie les besoins implicites suivant :

- Vulgariser le sujet sur la géothermie à travers le jeu sans le simplifier à l'extrême car la commanditaire insiste sur la complexité des notions abordées.

- Concevoir un jeu qui doit changer la perception du public cible vis-à-vis de la géothermie à long terme
- Faire en sorte que le jeu puisse montrer que la géothermie peut être une alternative à l'énergie nucléaire au même titre que les énergies dites renouvelables abondamment promues dans les médias (énergie solaire, énergie éolienne), car selon la commanditaire, chaque énergie a ses avantages et ses inconvénients
- Trouver des stratégies pour créer de la confiance vis-à-vis de la géothermie ceci en : dissipant les peurs sur les séismes, montrant les évolutions technologiques dans le domaine, en montrant la sécurité des nouvelles méthodes

Dans ce projet, l'équipe de développement joue un rôle de traducteur entre plusieurs mondes : transformer le vocabulaire d'experts en situations jouables, et transformer les réactions des joueurs en retours utiles pour affiner la manière dont l'experte parle de géothermie dans la vraie vie.

KPIs et procédures de validation

Sur le plan technique nous devons simplifier les étapes sans les minimiser ou les déformer, au niveau pédagogique nous devons réussir à guider le joueur étape après étape tout en le maintenant engagé dans le jeu. Pour cela nous devons rendre l'expérience ludique motivante mais cohérente.

KPI : Compréhension des contenus par les testeurs, engagement et satisfaction UX, performance et compatibilité sur toutes les plateformes cibles.

Validation : Feedback avec cliente et experts, tests utilisateurs réguliers

3.3 Autorités Publiques Suisses

Description et rôles

Le gouvernement suisse intervient en tant que principal décisionnaire politique énergétique. Il régule avec les différents cantons suisses les ressources souterraines et les autorisations.

Les autorités incluent l'Office fédéral de l'énergie (OFEN/BFE), les services cantonaux de l'énergie, les services municipaux de planification, les autorités responsables de la sécurité sismique, de la protection de l'environnement et de la gestion de l'eau.

Besoins formulés

- Développer des solutions énergétiques durables ([voir plan carbone 2050](#)).
- Les preuves scientifiques pour orienter les politiques, d'un monitoring sismique fiable.
- Les données de performance permettant de justifier les investissements publics.
- Des récits socio-économiques clairs pour intégrer la géothermie dans les stratégies nationales de transition énergétique.
- Les mécanismes de coordination entre municipalités, cantons et niveau fédéral pour réduire les délais administratifs.

3. Compliance and Future-Proofing

- District heating is moving toward net-zero mandates across Europe and globally.
- Investing in closed-loop geothermal ensures compliance with 2030–2050 climate policies and avoids stranded assets (like gas or CHP plants that will be penalized under carbon pricing).
- It also opens access to green financing, EU recovery funds, and ESG capital, which can offset initial CAPEX.

✓ Long-term compliance



Le jeu devrait présenter les autorités publiques comme des dirigeants qui doivent dormir la nuit en sachant qu'ils orientent les ressources vers les bonnes décisions à long terme. Ils devraient être présentés comme des personnes profondément préoccupées par la sécurité et conscientes que les technologies géothermiques avancées ont déjà prouvé leur valeur dans le monde entier. Lorsque les infrastructures énergétiques sont inadéquates ou que les investissements sont mal orientés, des gros titres négatifs s'ensuivent, parfois à plusieurs reprises si les décisions ne sont pas basées sur des méthodes d'ingénierie solides et la bonne équipe d'experts. En fin de compte, il s'agit également de maintenir la confiance des électeurs, qui se souviennent à la fois des échecs et du long bilan des succès à travers les générations.

Besoins implicites

- Légitimité politique, c'est-à-dire d'une acceptation publique suffisante pour soutenir les politiques géothermiques sans provoquer de contestation.
- Des mécanismes de transfert de risque (assurance, responsabilité civile) afin de gérer les incertitudes sismiques.
- Simplification des démarches administratives : les procédures longues réduisent l'attractivité de la géothermie.

KPIs et procédures de validation

Une politique est considérée comme efficace lorsque les projets fonctionnent sans incidents, que les communautés sont satisfaites et que la capacité géothermique se développe conformément aux stratégies énergétiques.

KPI : le nombre d'autorisations délivrées par an, le délai moyen d'obtention des permis, la fréquence des événements sismiques, le niveau d'acceptation publique mesuré par sondages.

Validation: audit des processus réglementaires, la comparaison des taux de déploiement géothermique avec les objectifs nationaux, des revues de conformité et de sécurité.

3.4 Acteurs industriels, ingénierie et experts de systèmes énergétiques

Description et rôles

Les acteurs industriels et de l'ingénierie sont des entreprises de forage et de services issus du secteur pétrole et du gaz. Ils sont à l'origine du déploiement technique et opérationnel des Systèmes Géothermiques Avancés (SGA), des Systèmes Géothermiques Améliorés (SGE) et des technologies géothermiques profondes. Leur rôle consiste à :

- Concevoir, ingénieur, forer, construire et exploiter les systèmes géothermiques.
- Garantir la sécurité, la faisabilité économique et la performance technique.
- Responsables du transfert de savoir-faire des industries de forage établies vers le secteur géothermique émergent, ce qui est essentiel pour créer un écosystème durable de compétences en Suisse (Vouillamoz et al., 2025).

Besoins formulés

- Informations fiables sur le sous-sol, de conditions de planification de projet prévisibles et d'un accès aux technologies de forage avancées.
- La réduction de l'incertitude géologique, le renforcement des capacités de forage et le développement d'installations emblématiques sont nécessaires afin de démontrer la faisabilité des SGA/SGE en Suisse (Vouillamoz et al., 2025).
- Cadres réglementaires et financiers stables, car le déploiement géothermique nécessite des investissements sur plusieurs années et des délais techniques longs.
- Collaborer avec les équipes de recherche et les agences gouvernementales pour garantir la conformité, la sécurité et un design optimal des systèmes,

Besoins implicites

Les besoins implicite identifiés à partir de nos entretiens et des sources sont :

- Une vision nationale cohérente pour la géothermie afin d'assurer la continuité du marché à long terme.
- Un soutien pour gérer les risques liés à l'innovation, les perturbations de la chaîne d'approvisionnement et les défis critiques liés au forage.
- Communiquer des informations techniques complexes à des non-experts (citoyens, politiques ou investisseurs), l'acceptation publique influençant indirectement la viabilité des projets, car les connaissances géologiques actuelles restent fragmentées.

Les acteurs industriels et de l'ingénierie peuvent être montrés comme des équipes très qualifiées, habituées à travailler dans des conditions difficiles, qui se demandent désormais s'ils continueront à forer pour le pétrole et le gaz ou s'ils réorienteront leur savoir-faire vers une chaleur au service des communautés locales.

Pour beaucoup de ces professionnels, le passage à la géothermie n'est pas qu'une décision d'affaires mais aussi une question personnelle d'héritage : "Qu'est-ce que je veux laisser derrière moi dans les lieux où je fore?" C'est un investissement mémorable de temps et de travail pendant des décennies pour servir la communauté.

KPIs et procédures de validation

KPI : les taux de réussite des forages, la réduction de l'incertitude géologique, la prévisibilité des coûts peuvent évaluer la satisfaction des acteurs industriels. Leur performance peut également être suivie à travers les délais (planifiés vs réalisés), le niveau de maturité technologique, la stabilité de la production thermique, etc.

Validation : évaluations d'ingénierie par des tiers, des rapports de conformité environnementale et le suivi opérationnel sur plusieurs années afin de garantir que chaque système fonctionne comme prévu dans le cadre des exigences des autorités suisses.

3.5 Acteurs du financement et du soutien économique

Description et rôles

Ce groupe inclut des organismes de financement, des banques, des investisseurs privés, des partenaires d'assurance, les entreprises de technologie de l'IA et des subventions à l'innovation. Leur rôle est de fournir du capital pour le développement en phase initiale, les études de faisabilité, les projets pilotes et l'infrastructure géothermique à long terme.

Besoins formulés

- Les acteurs financiers ont besoin de preuves techniques crédibles, d'évaluations de risques transparentes et de modèles économiques solides. Les installations pilotes et les outils analytiques structurés, tels que ceux financés par le SIG Fonds Vitale Innovation, sont nécessaires pour réduire les risques liés aux technologies géothermiques (Vouillamoz et al., 2025).
- Les entreprises de technologies d'IA sont de plus en plus disposées à investir financièrement à mesure qu'elles anticipent les exigences de leurs futures opérations.
- Des politiques stables et à long terme afin d'éviter les investissements bloqués.

Besoins implicites

Étant donné que les investisseurs ont besoin d'une visibilité à long terme, les acteurs financiers nécessitent des mécanismes clairs de partage des risques financiers et des cadres d'assurance pour les incertitudes liées au forage. Ils ont besoin de récits cohérents démontrant que la géothermie est une ressource fiable, rentable, et peu risquée.

Les acteurs financiers doivent également s'assurer que tout projet qu'ils soutiennent soit en adéquation avec leur identité, leurs valeurs et leur réputation.

KPIs et procédures de validation

KPI : Respect du budget et planning du projet, retours positifs sur transparence et reporting.

Validation : Rapports financiers et de progression, comparaison avec objectifs de financement

3.6 Acteurs de la recherche et du milieu académique

Description et rôles

Les institutions de recherche incluent l'ETH Zurich, le SCCER-SoE, le CHYN (Université de Neuchâtel), le PSI, les partenaires AEGIS et d'autres groupes académiques produisant des modèles géothermiques, des études géologiques et des validations de prototypes en phase initiale. Leur rôle est de faire progresser la compréhension scientifique du comportement du sous-sol, de la performance des réservoirs géothermiques, de la mitigation de la sismicité, de l'optimisation du forage et de la modélisation des systèmes énergétiques. Ils fournissent également la base de connaissances nécessaire à la montée en échelle industrielle et apportent une expertise nationale pour les stratégies géothermiques à long terme.

Besoins formulés

- Financement à long terme, d'un accès à des données géologiques fiables et d'une collaboration avec l'industrie afin de valider les modèles académiques sur des projets réels.
- Une meilleure connaissance du sous-sol et une réduction des risques basée sur la recherche sont donc nécessaires (Vouillamoz et al., 2025).
- Programme national de recherche stable, des opportunités de tests sur des sites pilotes et des infrastructures permettant l'expérimentation avec les technologies de forage et la modélisation thermique.

Besoins implicites

Les scientifiques ont besoin que leurs priorités de recherche soient alignées sur les calendriers de l'industrie et des autorités gouvernementales :

- Communiquer leurs résultats scientifiques ou les retombées de leurs recherches, non seulement via des publications académiques, mais aussi auprès des décideurs politiques et du grand public.
- L'accès sécurisé à des données de suivi géologique à long terme, car les projets de forage et la continuité des données pourrait renforcer l'écosystème de recherche.

KPIs et procédures de validation

KPI: nombre de collaborations académiques, la précision des modèles prédictifs comparée aux résultats réels des forages et la continuité du financement de la recherche.

La validation: la comparaison du comportement géothermique simulé avec la performance mesurée sur des sites pilotes, l'évaluation de la fréquence des collaborations académie-industrie.

3.7 Acteurs du système énergétique(service publics, réseaux de chaleur,municipalités)

Description et rôles

Ces acteurs incluent des services énergétiques tels que SIG à Genève, les opérateurs de réseaux de chauffage à distance et les services municipaux d'infrastructures. Leur rôle est d'intégrer la chaleur géothermique dans les réseaux locaux, d'assurer la distribution, la fiabilité à long terme et l'adéquation entre production et demande énergétique. Ils représentent le dernier maillon reliant la production géothermique aux utilisateurs finaux.

Les services publics et les opérateurs de chauffage à distance sont un peu l'infrastructure silencieuse de notre quotidien : quand tout fonctionne, personne ne s'en aperçoit, mais il suffit d'une seule panne en plein hiver pour rappeler à quel point nous dépendons de tuyaux enterrés et de salles de contrôle invisibles.

Leurs dilemmes, eux, sont très concrets : Choisir les bons tracés de réseau, décider quand activer les systèmes de secours, convaincre un conseil communal d'investir dans de nouvelles infrastructures. Au fond, la vraie question est simple : Est-ce que ces habitants auront chaud, et est-ce qu'ils nous feront encore confiance l'hiver prochain?

Besoins formulés

- Production de chaleur fiable et stable, avec des performances prévisibles à long terme.
- Assurer la compatibilité avec les réseaux existants et avoir accès à des informations claires pour planifier les infrastructures sur plusieurs années.

Besoins implicites

- L'acceptation publique. Les services énergétiques ne peuvent étendre les réseaux si les citoyens s'opposent aux installations.
- Garanties sur la compétitivité du prix de la chaleur géothermique.
- La formation des opérateurs techniques : les services habitués aux sources conventionnelles doivent se familiariser avec les technologies d'extraction thermique.

KPIs et procédures de validation

KPI : la stabilité de production, l'efficacité d'intégration au réseau, le taux de disponibilité opérationnelle ou la satisfaction des clients, le coût par MWh livré, la stabilité des prix et la croissance des raccordements aux réseaux de chaleur.

Validation : des performances à long terme, la comparaison entre production réelle et projections, l'évaluation des besoins de maintenance, des mises à jour des modèles énergétiques et des revues opérationnelles entre les services publics et les autorités.

3.8 Le public cible

Description et rôles

Le public cible est constitué de jeunes adultes professionnels, étudiants, citoyens curieux. Des personnes ouvertes, critiques, capables de comprendre des enjeux complexes. A long terme, ils auront un impact sur les choix politiques et sociétaux des années futures. Leurs premiers retours sur le jeu nous permettront d'affiner l'expérience pédagogique.

On peut décrire le public cible comme des personnes qui se sentent déjà concernées par les enjeux climatiques, mais qui se sentent parfois dépassées ou impuissantes, et qui recherchent un espace où "tester" des choix sans conséquences réelles.

Leur identité ordinaire est étudiants et étudiantes, jeunes adultes, futures votantes et votants plutôt qu'à une figure idéalisée de "parfait éco-citoyen".

Besoins formulés

- Comprendre facilement la géothermie et son utilité.
- S'informer sur le potentiel invisible de la géothermie
- Comprendre le fonctionnement réel de la géothermie
- Mieux comprendre les différents types de géothermie
- Comprendre les risques liés à la géothermie

Besoins implicites

- être saisi par un contenu engageant, interactif et motivant.
- se sentir concerné par la transition énergétique
- Etre capable de prendre position sur la transition énergétique et voter des lois
- Percevoir les systèmes énergétiques comme un problème global, systémique, pas un simple choix entre éolienne/solaire

KPIs et procédures de validation

KPI : compréhension des concepts géothermiques (tests pédagogiques), engagement avec le jeu, satisfaction générale et recommandation (questionnaire)

Validation : tests utilisateurs, sondage et questionnaires.

3.9 Citoyens Suisses

Description et rôles

Les citoyens suisses ont une influence significative à travers l'opinion publique, l'acceptation locale, le soutien politique et l'engagement communautaire. Leur rôle est crucial, car les projets géothermiques, en particulier les activités de forage, se déroulent à proximité de leurs communautés et influencent les perceptions de sécurité, l'utilisation des sols, les risques sismiques et l'impact environnemental.

En Suisse, les citoyens jouent également un rôle politique direct. Ils votent lors de référendums, participent à des consultations locales et nationales, et peuvent façonner ou bloquer les décisions politiques liées à la transition énergétique.

Les citoyens attendent transparence, équité et bénéfices sociétaux. Leur acceptation ou leur résistance peut accélérer ou stopper les initiatives géothermiques, ce qui les rend centraux pour la viabilité à long terme de l'écosystème géothermique en Suisse. Les citoyens concernés incluent les générations actuelles ainsi que les générations futures susceptibles de bénéficier de l'énergie géothermique.

Besoins formulés

- Informations transparentes et accessibles sur le fonctionnement des technologies géothermiques, sur les risques éventuels et sur les bénéfices environnementaux et sociaux qu'elles peuvent apporter. Ils attendent des réponses claires de la part des développeurs de projets ou des autorités.
- Se sentir inclus dans le processus décisionnel local.
- L'assurance que les activités de forage ne les exposeront pas à des impacts indésirables tels que la sismicité induite, le bruit ou la dégradation du paysage.
- Comprendre la valeur à long terme de l'énergie géothermique, notamment la stabilité de l'approvisionnement en chaleur, une empreinte environnementale réduite et de potentiels avantages économiques.

Besoins implicites

- Les perceptions et l'identité sociale. Ils ont besoin de réassurance et de la conviction que les autorités et les développeurs priorisent réellement leur sécurité.
- Les citoyens doivent également comprendre « ce qu'ils y gagnent » de manière concrète, comme la réduction des coûts énergétiques ou une autonomie locale accrue.
- Dépasser la peur de la nouveauté ou les expériences négatives passées.

KPIs et procédures de validation

KPI : la confiance, la perception de sécurité et l'utilité perçue de l'énergie géothermique, les taux de raccordement aux réseaux de chauffage géothermique, les variations des coûts de chauffage ou le niveau de satisfaction concernant la fiabilité du service énergétique.

Validation : les résultats des enquêtes avant et après des campagnes de communication ciblées ou des réunions publiques, le nombre de visites des pages web consacrées aux informations sur les risques et la participation aux événements communautaires, les résultats promis avec les indicateurs de performance réels publiés par les services publics ou les municipalités.

4. Reformulation de la demande

Pour recueillir les besoins des acteurs concernés, plusieurs techniques ont été mobilisées : un entretien exploratoire avec le commanditaire, l'analyse documentaire des supports techniques fournis, ainsi que les publications existantes dans le domaine de la transition énergétique. Les échanges réguliers prévus avec le commanditaire, notamment par réunions de suivi prévues deux fois par mois, et validations permettent d'assurer une communication continue et cohérente et un ajustement du développement du projet.

La demande consiste à développer un jeu vidéo pédagogique permettant aux étudiants et jeunes adultes de découvrir et comprendre le potentiel de la géothermie au regard de la transition énergétique. Le jeu doit pouvoir présenter les technologies utilisées, corriger les fausses croyances et faire prendre conscience des enjeux énergétiques.

L'objectif est de sensibiliser le public, de développer son esprit critique et de lui donner des bases de compréhension accessibles mais solides, au regard de la rigueur scientifique.

4.1 Contraintes du projet

Lors de la réalisation du projet plusieurs éléments devront être pris en compte :

- **Public cible** : jeunes adultes/étudiants
- **Format** : jeu individuel, coopératif plutôt que compétitif
- **Style et ton** : positif, motivant, orienté vers l'avenir, amusant mais instructif, accessible si on n'a pas d'informations préalables.
- **Durée** : intermédiaire pour maintenir l'attention et donner envie d'approfondir.
- **Palette de couleurs** : identité visuelle modern en utilisant la charte graphique de l'EAPOSYS (couleurs minérales, tons de granite dont rose clair et bleu clair)
- **Approche** : réaliste plutôt que fictive
- **Langue** : en anglais pour atteindre un public plus large.
- **Pédagogiques** : éviter une surcharge d'informations techniques, éviter le ton dramatique ou alarmiste ; transmettre un récit positif, motivant et engageant autour de l'autonomie énergétique.
- **Scientifiques** : rigueur et exactitude, éviter le greenwashing.
- **Techniques** : visualisation fidèle du sous-sol et des installations, interactions fluides et compréhensibles.

Accessibilité : jeu intégrable sur le site web de la commanditaire du projet, utilisable par le grand public, et en anglais pour un public large.

5. Sources

EAPOSYS SA. (2025, September). *EAPOSYS (Earth Power Systems): Earth heat for fair & reliable energy* [PowerPoint presentation]. Série A.

Vouillamoz, N., Mengiardi, J., Garitte, B., & Kompatscher, M. (2025). SwissDGS: Breaking the Ice-Bringing Circular Deep Geothermal Systems to reality in Switzerland. *Geopolitics*, 1991(2020).

Vouillamoz, N., Van Og, G., & Smeulders, J. (2024, November). Optimizing the “Net Energy” Available to Society of Deep Geothermal Systems (DGS). In *Fifth EAGE Global Energy Transition Conference & Exhibition (GET 2024)* (Vol. 2024, No. 1, pp. 1-4). European Association of Geoscientists & Engineers.

6. Annexes

Nos Questions du 1er entretien (12.11.25)

Objectif principal

Quel est votre objectif principal de projet de jeu vidéo pédagogique sur la géothermie ?

Quelles notions, compétences souhaitez vous faire partager sur la géothermie à travers ce jeu ?

Quels sont les messages clés que vous voulez absolument transmettre ?

Quelles compétences/ connaissances essentielles les joueurs doivent-ils acquérir ? (ex : comment fonctionne la géothermie, étapes d'installation, coût, entretien, bénéfices écologiques..)

Objectifs pédagogiques

Avez-vous essayé d'influencer/d'enseigner les parties concernées auparavant ?

Qu'est-ce qui a fonctionné et qu'est-ce qui n'a pas fonctionné alors ?

Contexte du projet

Dans quel contexte ce jeu va être utilisé ? école/ formation universitaire/ salon/ entreprise/ public général ?

Un tel dispositif est-il une innovation dans votre organisation ou fait-il partie du fonctionnement routinier ou est-il ponctuel, organisé pour répondre à un besoin ou une demande particulière ?

Quels sont les problèmes ou confusions les plus fréquents que vous constatez autour de la géothermie ?

Situation actuelle et problématiques

Quels sont les positionnements des acteurs concernées actuel, partisan, adversaire, neutre ?

Quelles sont les sources de résistance que l'on peut prévoir ?

Quelles sont aujourd'hui les fausses croyances/ idées erronées sur la géothermie que vous souhaitez corriger ?

Quelle partie du processus est la plus compliquée : comprendre la technologie ? le coût ? les autorisations ? la perception du risque?

Y a-t-il un cadre réglementaire concernant le domaine dont nous devrions être informés, pendant que nous concevons notre jeu vidéo ?

Public Cible

Quel public cible visez-vous ?

Qui sont les utilisateurs finaux ? propriétaires privés ? collectivités ? architectes/ ingénieurs? enfants / grand public ?

Leur niveau technique : débutant / intermédiaire / expert ?

Caractéristiques souhaitées pour le jeu

Format - Ton - Durée - Approche- Langue

Nos Questions du 2ème entretien : (19.11.25)

Comprendre la demande initial et contexte du projet :

Quels comportements souhaitez-vous encourager pour quelle acteur concernée ? (ex. adopter la géothermie? comprendre son fonctionnement ?)

Un tel dispositif occupera quelle place dans votre organisation ?

Quels sont les acteurs de votre organisation impliqués dans ce projet et quel est leur rôle? et leur besoin ?

Selon vous, qu'est-ce qui pourrait empêcher le jeu d'être utilisé dans la réalité ?

Objectifs pédagogiques et public cible

A la fin du jeu, qu'est ce que les joueurs doivent être capables de faire ?

ex: expliquer comment fonctionne une pompe à chaleur géothermique? comparer les coûts ? répondre à un quiz ? prendre une décision éclairée ?

Objectif émotionnel ? rassurer ? surprendre ? motiver à agir ?

Le jeu doit-il être adapté à plusieurs types d'acteurs (ex : propriétaire vs technicien) ?

Craignez-vous que certains publics soient moins réceptifs ?

Contraintes techniques

Sur quels supports doit-il fonctionner ? mobile ? tablette ? ordinateur ?

Le jeu doit-il être jouable sans internet ?

Réalisme : doit-on intégrer des données réelles (ex: type de sol, coûts, profondeur, etc) ou rester simplifié ? Nous serions intéressés à utiliser quelques données. Dans ce cas, quelles ressources à jour recommanderiez-vous ?

Souhaitez-vous que le jeu collecte des données (questionnaires, résultats...) ?

La suite

Comment souhaitez-vous qu'on poursuive nos échanges et à quelle fréquence ? Comment mesurer l'évolution du projet durant sa confection ?

Avez-vous déjà des éléments graphiques ou une charte visuelle ?

Depuis la dernière fois avez-vous d'autres du matériel à nous fournir ? documents d'explication, schémas de fonctionnement, vidéos, chiffres/ études/ cas réels ?

Nous restons disponibles pour recevoir toute autre documentation que vous jugerez pertinente ou nécessaire; n'hésitez pas à nous en informer à tout moment dans les prochains jours.

Nos Questions complémentaires du 29.11.2025

Référentiels de coûts

- Pourriez-vous nous indiquer des chiffres indicatifs sur les coûts initiaux des différents types de centrales énergétiques ?
- Quels sont, selon vous, les ordres de grandeur simples pour:
 - les budgets de due diligence,
 - les coûts d'exploitation annuels,
 - les gains annuels typiques selon le type d'installation ?

- Une solution SaaS permet-elle réellement de réduire les coûts irrécupérables liés au forage ? Si oui, dans quelle fourchette de pourcentage ?

Clients et investisseurs

- Quels types de clients EAPOSYS accompagne-t-elle généralement ?
- Qui agit le plus souvent comme investisseur principal dans les projets géothermiques ?
- Des banques comme UBS financent-elles ce type de projets, et quels acteurs financiers sont les plus impliqués aujourd'hui ou susceptibles de l'être à l'avenir ?

Répertoire photo

- Pourriez-vous partager un lien vers votre répertoire photo, même s'il n'est pas encore entièrement organisé ?

Nous avons utilisé Chat GPT pour :

-Traduire certains passages de l'interview de l'anglais au français, afin d'être sûrs d'avoir la bonne compréhension et de synthétiser les informations correctement.

-Traduire les parties écrites en anglais en français.

-Pour vérifier l'orthographe du document.