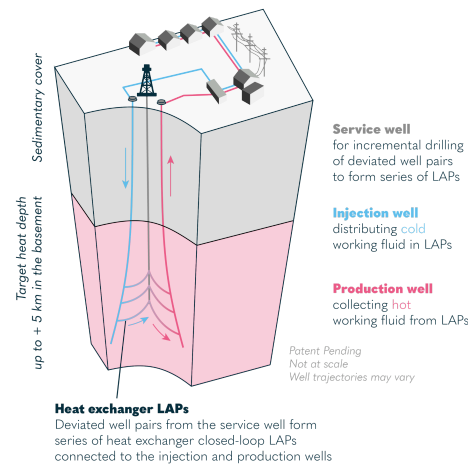


ANALYSE DES BESOINS v2



Master MALTT

Jeux vidéo pédagogiques (VIP-1)

PROJET GÉOTHERMIE

Année 2025/2026

Audrey Patricia Béatrice Avogadro,

Esra Oz,

Femmy **Priscillya** Lumbantobing,

Job **Stéphane** Nyemeck

SOMMAIRE

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	11
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	14
3.8 Le public cible	16
3.9 Médias & communication	17
4. Reformulation de la demande	18
4.1 Contraintes du projet	18
5. Sources	19
6. Annexes	19
6.1 Questions du 1er entretien	19
6.2 Nos Questions du 2ème entretien :	20
6.3 Nos Questions complémentaires du 29.11.2025	21
6.4 Dictionnaire	22

1. Introduction

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

Mme Naomi 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 les mécanismes de la géothermie 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 une immense réserve de chaleur. En valorisant la chaleur présente dans le sous-sol, la géothermie peut constituer un levier important pour renforcer l'autonomie énergétique locale. Toutefois, des craintes et des incompréhensions demeurent encore chez une partie du public non spécialiste, et cette source d'énergie reste relativement peu mise en avant dans les discours médiatiques et politiques, au profit du solaire, de l'éolien et du nucléaire.

Dans le discours sur la durabilité, les actions symboliques sont observées, où certaines mesures sont prises sans réellement contribuer au changement. Ce phénomène apparaît fréquemment 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. Selon Mme Vouillamoz, les confusions observées chez une partie du public non spécialiste proviennent d'une méconnaissance des différents types de géothermie et de leurs usages, de la peur des tremblements de terre, de la crainte de forer jusqu'au magma, d'une sous-estimation des capacités réelles de la géothermie, ainsi que d'une confusion autour des nuisances sonores, qui surviennent lors de la phase de forage et non lors de la phase d'exploitation.

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).

Au-delà des politiques publiques, l'énergie influence la vie quotidienne, comme le confort thermique, les usages domestiques, les dépenses des ménages, etc.

Le contexte est autour d'une question simple : "En fait, toute forme d'énergie a un coût, lequel devons-nous refuser ?"

Depuis longtemps, certaines technologies de géothermie existent mais restent peu performantes. Toutefois, les techniques ont considérablement progressé ces dernières années, notamment grâce à l'évolution des méthodes d'ingénierie. En Suisse, cette approche est aujourd'hui pleinement envisageable : elle permet d'exploiter une source de chaleur déjà présente sous nos pieds, non délocalisable, et de réduire la dépendance à des chaînes d'approvisionnement vulnérables comme celles du charbon, du gaz ou de l'uranium.

2.2 Contraintes et ressources

En plus de la complexité du sujet et de sa méconnaissance par les jeunes adultes et les citoyens non spécialistes, différentes contraintes sont identifiées et doivent être prises en considération 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 difficiles à obtenir.

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

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 (*I'EGS et I'AGS*), et le cadre réglementaire suisse.

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. Selon Mme Vouillamoz 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 (EAPOSYS SA)

Description et rôles

La commanditaire (Naomi Vouillamoz) est à l'origine du projet. Elle apporte l'expertise scientifique et la vision souhaitée du jeu. Elle est chargée 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 SA.

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 cofondateur de la coentreprise SwissDGS, EAPOSYS SA 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 SA 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 SA 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 SA 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'innovation proposant un nouveau concept géothermique (AGS), EAPOSYS SA a besoin d'une reconnaissance institutionnelle et sociétale plus large de son expertise. Ils souhaiteraient mettre à disposition un outil éducatif numérique qui contribuerait à faire valoir l'intérêt et le sens de ce qu'ils proposent.

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 SA 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 SA 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 SA visible dans le jeu, pour les joueurs, EAPOSYS SA 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 SA 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.

D'après la présentation Série A d'EAPOSYS SA, les autres ressources écrites ainsi que nos échanges approfondis avec notre sponsor de projet, il apparaît clairement qu'EAPOSYS SA porte une vision fondée sur la responsabilité climatique systémique et sur une énergie fiable, locale et équitable.

La société mise sur des technologies récentes, éprouvées, et sur des systèmes prédictibles. Sa valeur opérationnelle la plus forte reste la déployabilité : la capacité à réaliser et exploiter des solutions dans le monde réel, loin de toute logique de simple preuve de concept. EAPOSYS SA privilégie des déploiements incrémentaux, générant des revenus rapidement,

tout en gardant en ligne de mire la scalabilité, la possibilité de monter en puissance efficacement.

Sur le plan social, l'entreprise défend une approche qui ancre les emplois localement, renforce le tissu industriel et réduit la dépendance aux chaînes d'approvisionnement mondiales, souvent instables. Elle place au cœur de ses choix la stabilité, le bien-être des populations et la capacité à prendre des décisions au bon moment.

Cette démarche s'appuie sur une rigueur scientifique profonde, véritable composante de DNA de sa fondatrice. Naomi Vouillamoz porte explicitement les valeurs de justice écologique, de distribution équitable de l'énergie et de réduction des impacts sociaux invisibilisés liés au secteur minier ou aux incidents dans les chaînes d'approvisionnement. Dans ses discussions, y compris au World Economic Forum (Forum économique mondial), elle n'hésite pas à remettre en question les récits dominants de la "transition énergétique propre", rappelant notamment les contraintes matérielles et la réalité de l'épuisement progressif des ressources fossiles.

Elle défend aussi une collaboration forte entre les industries, le génie civil, le secteur du forage et les institutions publiques. Naomi est enfin une ardente défenseuse d'un principe simple mais essentiel : "La révolution énergétique doit commencer de toute urgence."

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 SA, 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 (game design, dev, UX, graphisme, pédagogie)

Description et rôles

L'équipe de développement est constituée d'étudiants (avec des profils différents: pédagogues, responsable de produit digital, designer, etc.) 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

- Produire un prototype jouable, documenté, et aligné avec les objectifs pédagogiques, dans un temps limité
- Gameplay réalisable et connaissance/ compétence de game engine suffisante pour réaliser ce projet
- Temps pour réaliser, tester et itérer ce projet

Besoins implicites

- Réduire la complexité technique
- Compétence et connaissance technique informatique
- Collaboration et communication fluide dans l'équipe
- Preuves de qualité pour le rendu (documentation, bibliographie, etc)

KPIs et procédures de validation

Cohérence pédagogique, qualité UX.

Procédures de validation : rétroactions (feedback) des enseignants et de la commanditaire

3.3 Autorités Publiques Suisses (communes, cantons, Confédération / régulateurs)

Description et rôles

Le gouvernement suisse intervient en tant que principal décisionnaire politique énergétique. Il régule avec les différents cantons suisse 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. Leur rôle est de protéger l'intérêt général et de garantir que le projet est mené de façon responsable.

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



Besoins implicites

Les autorités ont un besoin fort de confiance, si elles autorisent trop vite et qu'un problème arrive, elles perdent leur crédibilité. Elles cherchent donc à éviter les décisions "aveugles" et préfèrent des projets progressifs (pilotage, étapes, garde-fous). Elles ont aussi besoin d'un cadre clair de responsabilité (qui assume quoi en cas d'incident) et d'une communication transparente, car la perception publique peut changer très vite.

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 : compréhension des étapes réglementaires par les joueurs, 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: relecture par expert (ou sources officielles), 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 souvent issus du secteur pétrole et du gaz. Ils sont à l'origine du déploiement technique et

opérationnel des Systèmes Géothermiques Avancés (AGS), des Systèmes Géothermiques Améliorés (EGS) et des technologies géothermiques profondes. Ils apportent une expertise qui garantit le réalisme pour ce que le jeu montre et explique. Ils contribuent directement ou indirectement à :

- vérifier que les étapes clés (exploration, forage, tests, mise en service, monitoring) sont réalistes même si simplifiées ;
- identifier les compromis importants à faire apparaître dans le gameplay (coûts, délais, risques, maintenance, incertitudes) ;
- aider à traduire des notions techniques (AGS/EGS, risques, performances) en mécaniques compréhensibles pour un jeune public, sans contresens.

Besoins formulés

- Une représentation juste et un vocabulaire correct (même simplifié) et des enchaînements d'actions plausibles (ce qu'on fait d'abord, ce qu'on mesure, ce qui prend du temps).
- Des mécaniques qui reflètent les réalités de décision avec l'incertitude géologique, arbitrages budget/délais, importance du suivi et de la sécurité.
- Des messages et visuels capables de rendre le système compréhensible aux non-experts (jeunes joueurs), sans perdre l'idée centrale qu'un projet se construit par étapes, et la certitude est progressive.

Besoins implicites

- Protéger l'image du secteur : éviter que le jeu diffuse des idées fausses (par exemple "on sait toujours exactement ce qu'il y a sous terre", ou "ça provoque forcément des séismes").
- Mettre en avant les compétences et la précision (mesures, protocoles, prudence), afin que les joueurs comprennent pourquoi certaines décisions prennent du temps.
- Disposer d'un support de médiation utile, un jeu qui aide à expliquer clairement "ce qu'on fait" et "pourquoi", car l'acceptabilité dépend aussi de la compréhension.
- Faire sentir l'enjeu humain du métier (travail d'équipe, responsabilité, sécurité), sans transformer le jeu en discours militant.

KPIs et procédures de validation

- Compréhension des joueurs notions clés après jeu (par exemple rôle des mesures, incertitude, étapes).
- Cohérence des relations cause ou effet quand on change un paramètre (profondeur, débit, budget, monitoring), l'impact affiché est cohérent.

Validation :

- Tests utilisateurs et feedback (ce qu'ils retiennent et comment ils l'expliquent).
- Relecture par un expert sur l'énergie / géosciences / systèmes énergétiques qui peut relire le contenu (par exemple un/une ingénieur(e) géothermie, un/une géologue, un/une spécialiste des réseaux de chaleur, ou quelqu'un qui travaille dans le domaine (industrie / bureau d'étude)).

3.5 Acteurs du financement et du soutien économique

Description et rôles

Ce groupe inclut les sources de financement potentiels et de soutien du jeu, notamment des organismes de subvention (innovation, éducation, transition énergétique), fondations, partenaires institutionnels, entreprises (sponsoring), ainsi que, selon le contexte, des partenaires liés à la technologie (plateformes, outils numériques). Leur rôle est de rendre le développement possible en apportant des ressources telles que le budget, accès à un réseau, visibilité, parfois données ou expertise. Ces acteurs investissent dans un prototype de jeu sérieux destiné à informer et former un jeune public.

Besoins formulés

- Un projet crédible et bien cadré avec objectifs pédagogiques clairs, public cible défini, scénario d'usage (en classe, en ligne etc).
- Des preuves que le jeu aura un impact : compréhension, engagement des jeunes, capacité à expliquer les compromis (coût/risque/temps long/acceptabilité).
- Une bonne gestion de projet : budget réaliste, jalons, livrables (prototype jouable, vidéo de démo, dossier).
- Une communication transparente : ce qui est scientifiquement fondé, et ce qui est simplifié pour le gameplay (hypothèses du modèle)
- En raison de leurs besoins électriques futurs, les entreprises de l'IA peuvent devenir des acteurs de financement. La géothermie est particulièrement pertinente dans ce cadre, car elle vise une production stable. Dans ce contexte, la géothermie peut constituer une option plus attractive.

Besoins implicites

- Réduction du risque "image" : éviter un jeu perçu comme propagande qui pourraient être critiquées publiquement.
- Un produit diffusable, réutilisable, facile à présenter, et à valoriser (événement, site web, dossier).
- Traçabilité : pouvoir montrer "où va l'argent" et "qu'est-ce qui a été produit" (preuves de travail, itérations, résultats de tests).

KPIs et procédures de validation

KPI : Respect du budget et planning du projet (jalons atteints), taux de compréhension, retours enseignants/jeunes, temps d'engagement.

Validation : Revues de jalons comprenant une démonstration, un rapport d'avancement avec un suivi budgétaire (dépenses et ressources), ainsi qu'une synthèse des tests utilisateurs.

3.6 Acteurs de la recherche et du milieu académique

Description et rôles

Dans notre projet de jeu vidéo sur la géothermie, les acteurs de la recherche et du milieu académique (par exemple laboratoires universitaires et instituts produisant des études et des modèles) jouent surtout un rôle de références scientifiques. Ils fournissent une base de connaissances fiable (concepts, ordres de grandeur, étapes, risques) et contribuent à la crédibilité du contenu et à la qualité pédagogique du gameplay.

Besoins formulés

- Que le jeu distingue clairement ce qui est scientifiquement établi et ce qui est simplifié pour la jouabilité .
- Que les notions clés soient correctes et bien expliquées (par exemple gradient thermique, perméabilité, incertitude, monitoring, risques).
- Que le jeu permette une vulgarisation juste : expliquer sans jargon, sans affirmer des certitudes absolues.
- Que les sources soient citées proprement et que le contenu puisse être discuté en contexte éducatif (classe, atelier).

Besoins implicites

- Éviter que le jeu diffuse des idées fausses ou des raccourcis qui pourraient nuire à la compréhension du public (par exemple confusion entre types de géothermie, causalités simplistes).
- Valoriser la démarche scientifique : montrer que la connaissance progresse grâce aux mesures, aux modèles, aux tests et au suivi, et que l'incertitude se réduit progressivement

KPIs et procédures de validation

KPI: Gain de connaissances chez le public cible , taux d'erreurs factuelles détectées dans le jeu lors de relectures par les experts comparée aux résultats réels des forages et la continuité du financement de la recherche.

La validation: Relecture ciblée par un expert/ un profil académique (enseignant/assistant/chercheur), tests utilisateurs avec des jeunes publics combinant observation et questions de compréhension (par exemple "explique ce que tu as appris").

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

Description et rôles

Dans notre projet de jeu vidéo sur la géothermie, ces acteurs représentent les opérateurs de la chaleur et les gestionnaires d'infrastructures (services publics comme SIG, réseaux de chauffage à distance, services municipaux). Leur rôle, pour le jeu, est d'apporter un point de vue "terrain" sur la réalité de l'exploitation (fiabilité, maintenance, gestion des pics de demande), et d'aider à traduire l'intégration d'une source de chaleur (comme la géothermie) en mécaniques compréhensibles : raccordements, capacité du réseau, pertes, systèmes de secours.

Besoins formulés

- Que le jeu rende visible les enjeux d'exploitation (pas seulement construire un projet) : continuité de service, gestion des pannes, maintenance, sécurité.
- Une représentation claire du lien entre production - réseau - usagers : capacité, pics saisonniers, contraintes de tracé, pertes, priorités.
- Des indicateurs simples mais crédibles (stabilité, disponibilité, coût approximatif, satisfaction), afin que les joueurs comprennent pourquoi les opérateurs privilégient souvent des solutions robustes et planifiables.
- Un modèle qui évite les raccourcis (par exemple "si on produit, tout le monde est chauffé") et montre qu'il faut aussi distribuer. Dans la vraie vie, produire de la chaleur ne suffit pas. Il faut aussi pouvoir l'acheminer jusqu'aux bâtiments, au bon moment et avec assez de capacité.

Besoins implicites

- Préserver l'image de service public et éviter une représentation injuste ("ils bloquent l'innovation") et montrer plutôt les responsabilités (risque, sécurité, continuité).
- Mettre en valeur l'importance de la confiance des usagers : transparence, communication en cas d'incident, arbitrages en situation de crise.
- Un outil pédagogique réutilisable : facile à déployer en classe/atelier et qui permet de discuter des choix d'infrastructures.
- Montrer la question des compétences : l'exploitation demande de la formation, des procédures, et une adaptation progressive.

KPIs et procédures de validation

KPI :

- Compréhension des joueurs : savent-ils expliquer le rôle d'un réseau de chaleur (différence production/distribution) ?
- Cohérence des décisions : en jeu, les joueurs prennent-ils en compte les pics hivernaux, la maintenance, les secours ?
- Qualité UX des indicateurs : taux de bonne interprétation des jauges.

Validation :

- Playtests et feedback avec public cible : vérifier les incompréhensions fréquentes (par exemple confusion entre “produire” et “acheminer”).
- Justification pédagogique et tests de scénarios (hiver/été, panne, pic de demande).

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 : durée de session, taux de complétion, envie de rejouer/essayer une autre stratégie, satisfaction générale et recommandation (questionnaire)

Validation : tests utilisateurs, sondages et questionnaires, analyse des traces de jeu (logs) : où les joueurs bloquent, quelles décisions reviennent, quels écrans sont mal compris.

3.9 Médias & communication (presse, réseaux sociaux, communication institutionnelle)

Description et rôles

Dans notre projet de jeu vidéo sur la géothermie, les médias et la communication représentent tous les canaux qui diffusent et interprètent l'information : presse, influenceurs, réseaux sociaux, mais aussi communication des institutions (communes, services publics, écoles). Leur rôle est de façonner la perception sur la géothermie : ils peuvent rendre un sujet compréhensible, ou au contraire amplifier des peurs, simplifier à l'excès, et créer des controverses. Pour le jeu, ces acteurs influencent la "confiance" du public, et comme canal de diffusion ils peuvent relayer le jeu, le résumer et le rendre visible.

Besoins formulés

- Des messages clairs et "racontables" : pouvoir expliquer le jeu en quelques phrases, sans jargon.
- Des éléments faciles à partager : pitches, vidéos, slogans, fiches "à retenir".
- Un contenu solide pour éviter les critiques d'erreurs ou de parti pris.
- Des mécanismes de jeu qui aident à comprendre les compromis (risque/coût/temps long/acceptabilité), plutôt qu'un discours "pour ou contre".

Besoins implicites

- Un "angle" narratif attractif : une histoire ou une mécanique qui donne envie d'en parler (sans dramatisation excessive).
- éviter que le jeu soit perçu comme biais, ou qu'il alimente de la désinformation.

KPIs et procédures de validation

KPI : nombre de partages/mentions en contexte éducatif, taux de clic sur la page du jeu, nombres de visionnages d'une vidéo démo de jeu.

Validation : pre-test des supports : poster/fiche/teaser pour voir ce qui est compris et retenu par le public.

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 afin de répondre pleinement aux besoins implicites et explicites de la commanditaire :

- **Public cible** : jeunes adultes/étudiants
- **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 SA (couleurs minérales, tons de granite dont rose clair et bleu clair)
- **Approche** : La commanditaire aurait une préférence pour une approche réaliste, plutôt que fictive, permettant au joueur de faire le parallèle avec un quotidien qui lui est proche. L'approche réaliste permettrait également de s'insérer sans dénoter sur son site.
- **Langue** : en anglais pour atteindre un public plus large.
- **Scientifiques** : rigueur et exactitude, éviter le greenwashing : montrer les impacts positifs comme les difficultés de mise en place. Faire comprendre que ce n'est pas la géothermie à elle seule qui permettra d'apporter un changement mais bien la géothermie associée aux différentes sources existantes et aux actions citoyennes.
- **Techniques** : visualisation fidèle du sous-sol et des installations, interactions fluides et compréhensibles.
- **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.
- **Équipe de développement**: 4 contributeurs à temps partiel pour concevoir / développer en 4 mois
- **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). Optimizing the net energy available to society of deep geothermal systems (DGS). In *Proceedings of the Fifth EAGE Global Energy Transition Conference & Exhibition* (pp. 1–4). European Association of Geoscientists & Engineers.

6. Annexes

6.1 Questions du 1er entretien

date : le 12 Novembre 2025

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 (non-spécialistes) ?

Leur niveau technique : débutant / intermédiaire / expert ?

Caractéristiques souhaitées pour le jeu

Format - Ton - Durée - Approche- Langue

6.2 Nos Questions du 2ème entretien :

date : le 19 Novembre 2025

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.

6.3 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 SA 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 ?

6.4 Dictionnaire

greenwashing

- 1) Action ou pratique consistant à présenter un produit, une politique ou une entreprise comme étant plus respectueux de l'environnement ou « écologique » qu'il ne l'est en réalité.
- 2) Désigne une forme de désinformation diffusée par une organisation afin de se donner une image publique écoresponsable, souvent de manière trompeuse.

hydrothermale - hydrothermal (Ang.)

- 1) Qui se rapporte à l'action des eaux chaudes circulant dans la croûte terrestre.
- 2) Relatif aux processus impliquant de l'eau à haute température, notamment en ce qui concerne la formation de gisements minéraux ou l'activité des geysers et des sources thermales.

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.