Rencontre Territoire Engagé

Géothermie – comment la développer sur mon territoire ?

Rennes
19/11/2024



Bienvenue à cette Rencontre !

Marie MILIN-HAULBERT, référente bâtiment tertiaire et géothermie - ADEME en Bretagne

Les Rencontres Territoire Engagé de l'ADEME

Des Rencontres de 0,5 à 2 jours à destination de toutes les **collectivités territoriales, dans votre région,** pour vous accompagner dans votre **montée en compétences** sur des sujets d'expertise thématique (Climat, Air, Energie, Economie Circulaire)

Les Rencontres Territoire Engagé Transition Ecologique de l'ADEME vous permettront :



De gagner en expertise, par un apprentissage basé sur l'expérimentation



D'échanger et de partager avec les autres collectivités de votre région



D'explorer de nouvelles pratiques, de vous inspirer de collectivités exemplaires



De vous mettre en action dès votre retour dans votre collectivité !

Géothermie

Introduction
(9h30-9h45)

Séquence 1
(9h45-10h45)

Présentation et partage d'éléments d'expertise

Séquence 2
(10h45-11h15)

Retour d'expérience d'une collectivité de votre région

Séquence 3
(11h35-12h30)

Cas pratique sur la géothermie – Atelier de mise en situation

Déjeuner
(12h30-14h00)

Séquence 4
(14h00-15h00)

Atelier : Convaincre et obtenir les clés pour conduire le changement

Séquence 5
(15h20-16h20)

Atelier : Passer à l'action et construire sa feuille de route

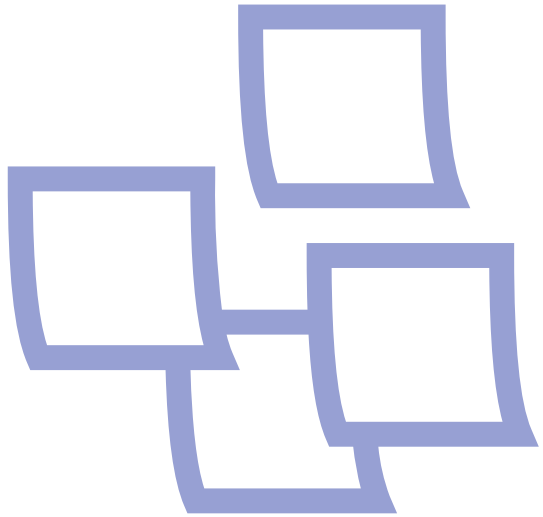
Conclusion
(16h20-17h00)

Règles du jeu

- ➔ Assurer sa présence pendant tout le temps de la Rencontre
- ➔ Écouter avec attention
- ➔ Parler avec intention
- ➔ Respecter le cadre

wooclap.com/GEOTHBRET

Brise-glace – Tour de table et mur des objectifs



15 min

A l'aide d'un post-it, venez indiquer au choix un objectif pour la fin de la Rencontre, une action que vous avez commencé à faire en lien avec la thématique ou bien un point de connaissance que vous souhaitez approfondir lors de cette Rencontre

1

Présentation et partage d'éléments d'expertise sur la géothermie de surface

9h45 – 10h45

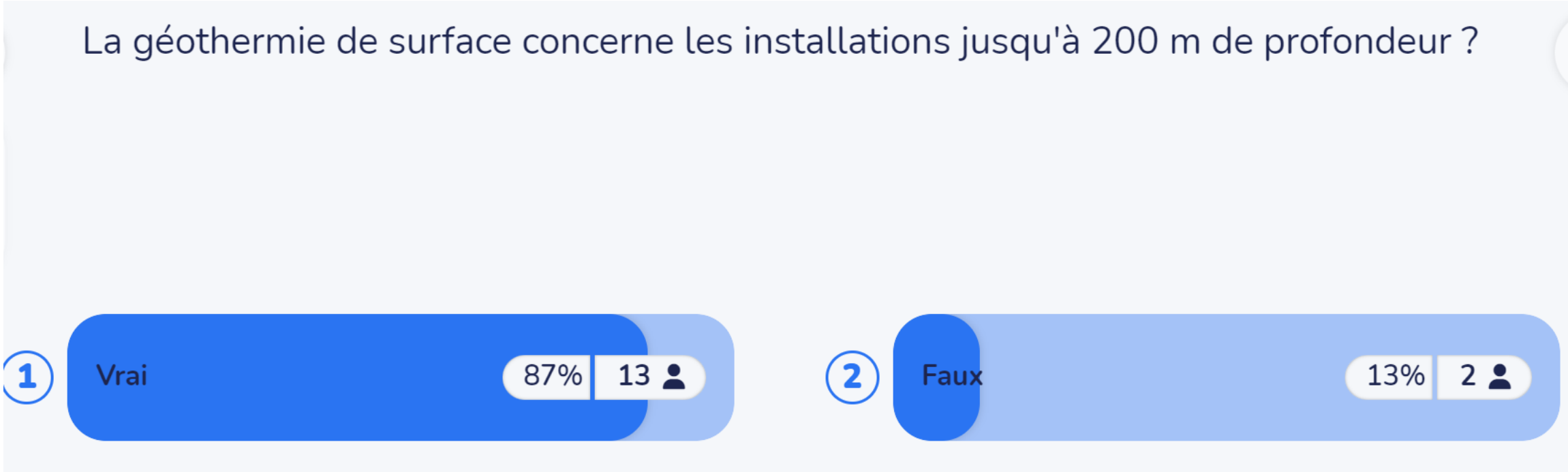
Caroline LEGARDINIER

Quelles sont vos idées reçues sur la géothermie ?

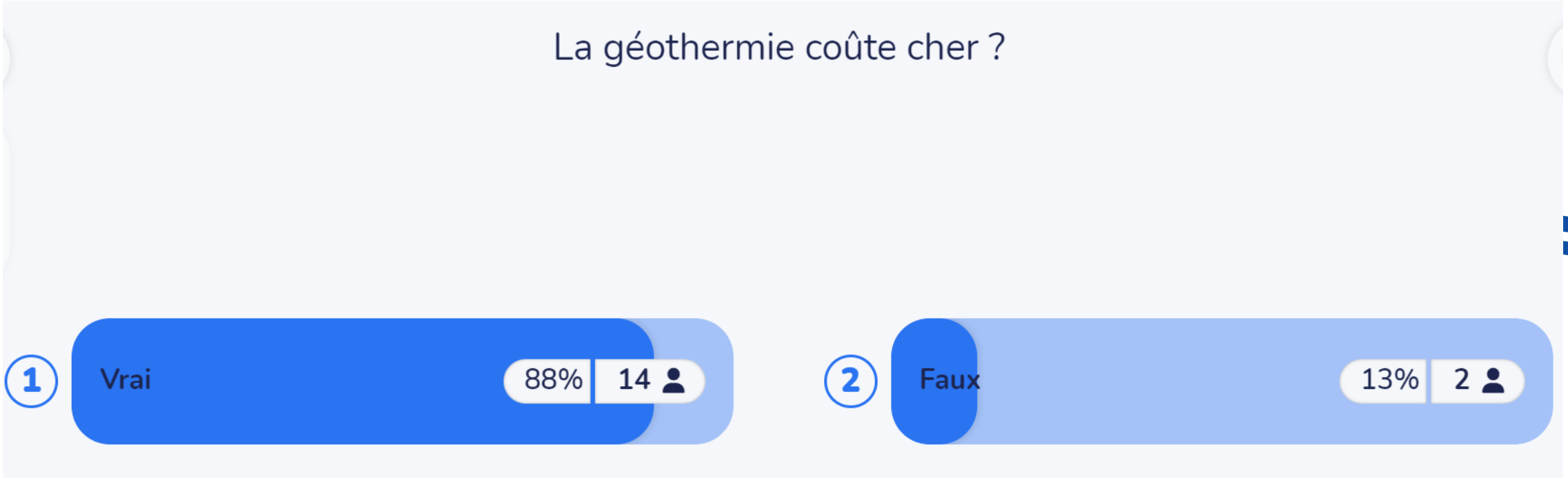
La géothermie n'est possible que dans les zones où sont présentes des sources d'eaux thermales ou dans les zones volcaniques ?

1	Vrai	0%	0
2	Faux	100%	15

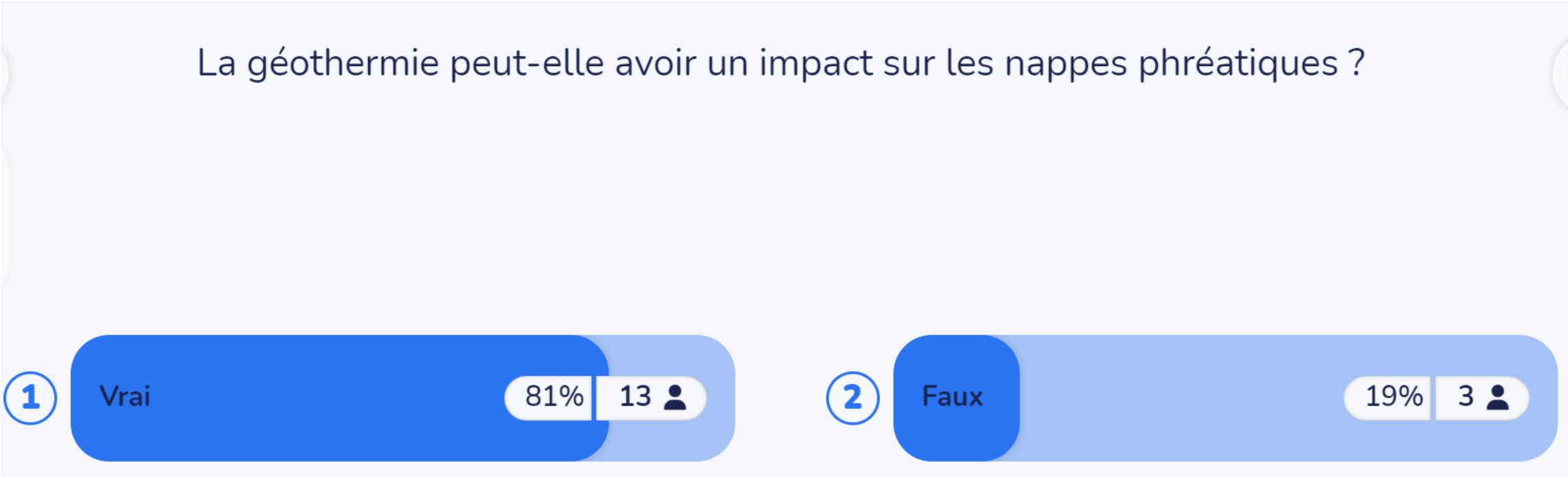
Quelles sont vos idées reçues sur la géothermie ?



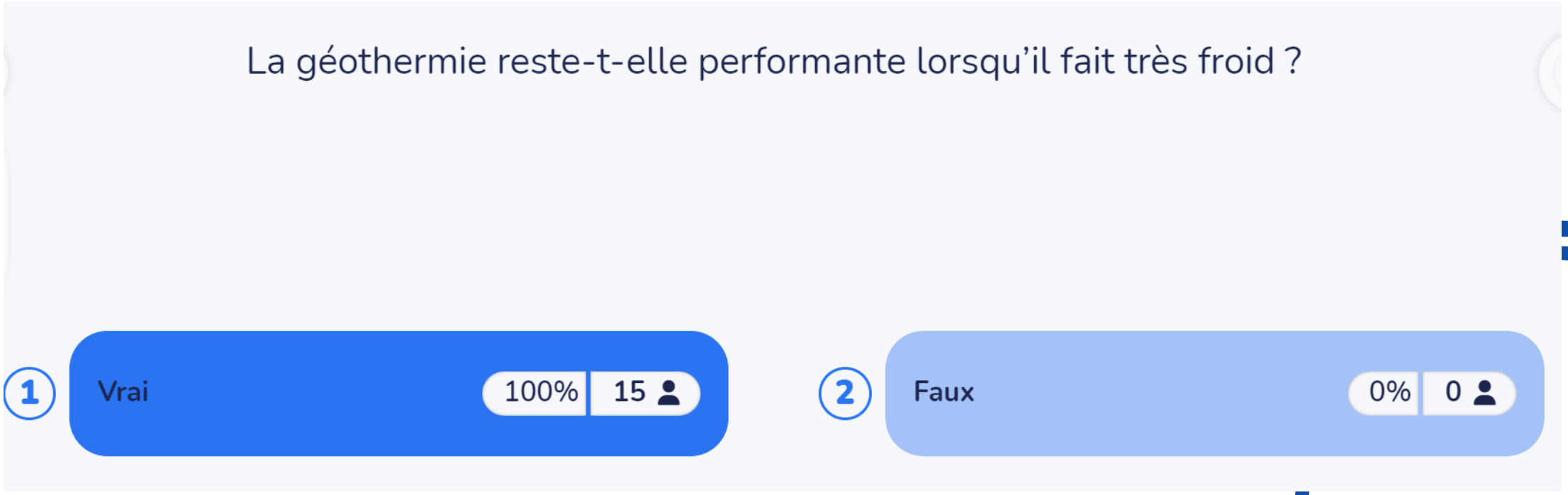
Quelles sont vos idées reçues sur la géothermie ?



Quelles sont vos idées reçues sur la géothermie ?



Quelles sont vos idées reçues sur la géothermie ?



1.1

Définition et grands principes autour de la géothermie et la géothermie de surface

Marie MILIN HAULBERT

Qu'est-ce que la géothermie ?

Quelles sont les origines de cette énergie renouvelable ?

Quelles sont les différences entre géothermie de surface et géothermie profonde

Que permet de produire la géothermie de surface ?

Qu’est-ce que la géothermie ?



Qu'est-ce que la géothermie ?

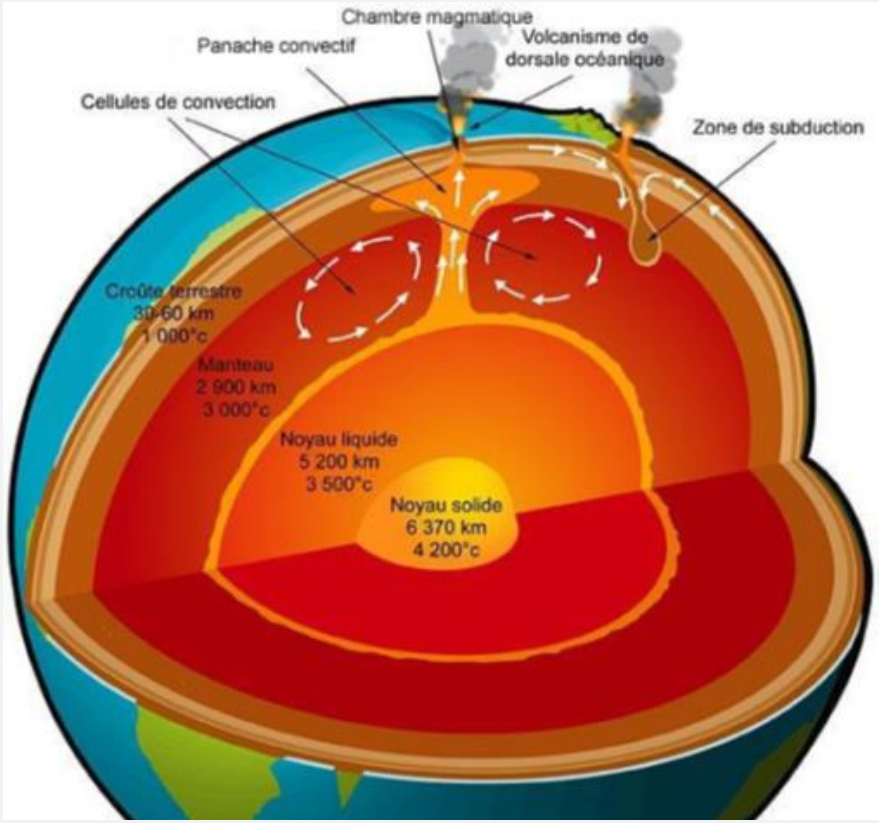
DU GREC "GÉ" LA TERRE ET "THERMÉ" CHALEUR

Deux origines :

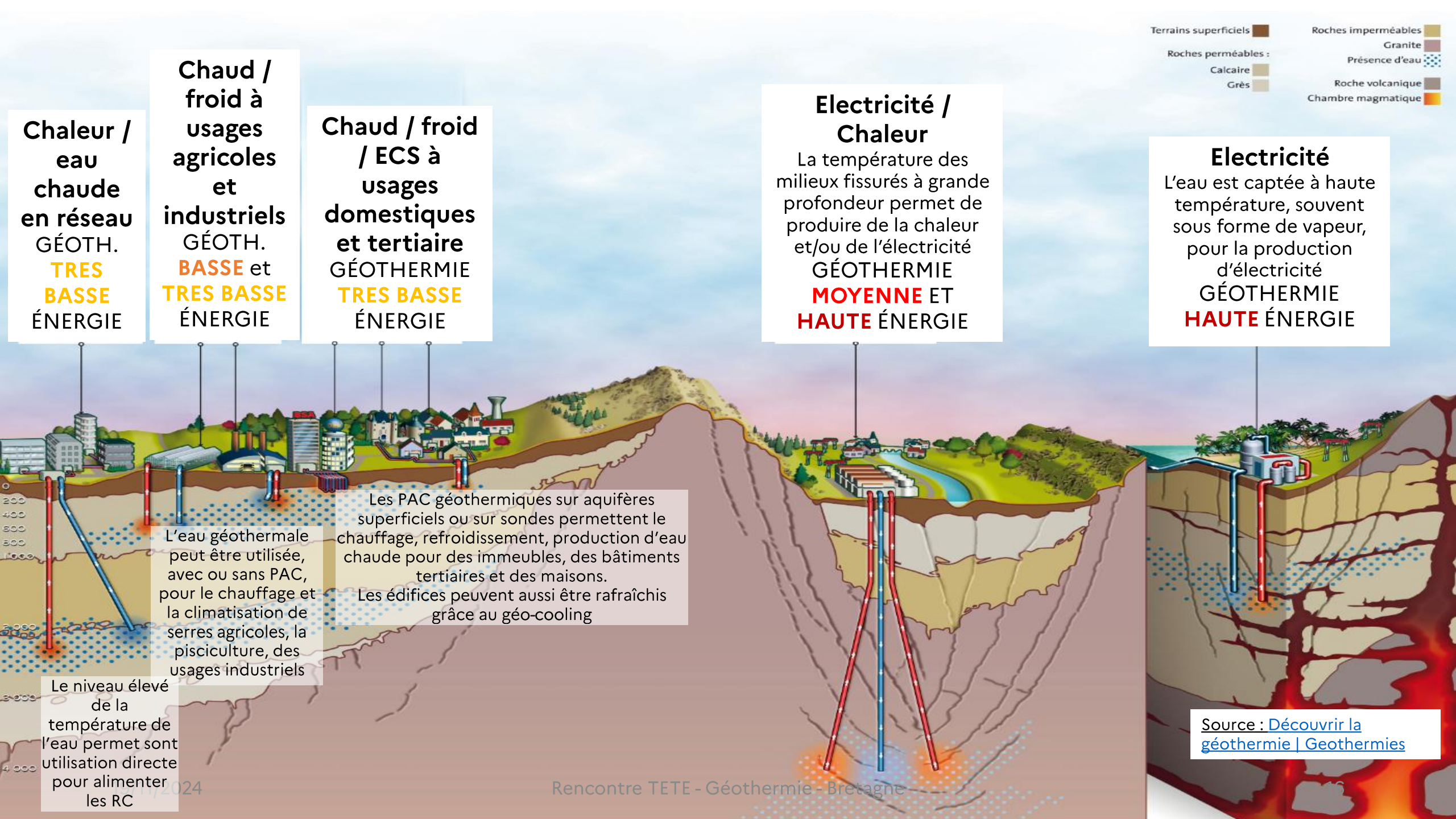
- Chaleur primitive lors de la formation de la planète
- Désintégration d'éléments radioactifs

Conséquences :

- Température au centre > 6000°C
- Evacuation très lente de cette chaleur (en milliards d'années)
- Gradient de température de la surface vers le centre



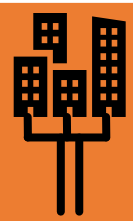
La chaleur des couches terrestres


Terrains superficiels
Roches perméables :
Calcaire
Grès
Roches imperméables
Granite
Présence d'eau
Roche volcanique
Chambre magmatique
Chaleur / eau chaude en réseau
GÉOTH. TRES BASSE ÉNERGIE
Chaud / froid à usages agricoles et industriels
GÉOTH. BASSE et TRES BASSE ÉNERGIE
Chaud / froid / ECS à usages domestiques et tertiaire
GÉOTHERMIE TRES BASSE ÉNERGIE
Electricité / Chaleur
La température des milieux fissurés à grande profondeur permet de produire de la chaleur et/ou de l'électricité
GÉOTHERMIE MOYENNE ET HAUTE ÉNERGIE
Electricité
L'eau est captée à haute température, souvent sous forme de vapeur, pour la production d'électricité
GÉOTHERMIE HAUTE ÉNERGIE
Les PAC géothermiques sur aquifères superficiels ou sur sondes permettent le chauffage, refroidissement, production d'eau chaude pour des immeubles, des bâtiments tertiaires et des maisons.
Les édifices peuvent aussi être rafraîchis grâce au géo-cooling
L'eau géothermale peut être utilisée, avec ou sans PAC, pour le chauffage et la climatisation de serres agricoles, la pisciculture, des usages industriels
Le niveau élevé de la température de l'eau permet sont utilisation directe pour alimenter les RC
Source : Découvrir la géothermie | Geothermies

Quelles sont les principales différences entre la géothermie de surface et la géothermie profonde ?



Quelles sont les principales différences entre géothermie de surface et géothermie profonde ?

	PAC (géothermie de surface) 	Géothermie profonde 
Profondeur	0-200 mètres	>200 mètres
Températures	< 30°C	150-400°C
Applications	Chauffage, ECS et climatisation, rafraîchissement des bâtiments, élevages agricoles…	Chauffage urbain, procédés industriels, production d'électricité
Avantages	Coûts de maintenance et d'installation raisonnables Technologies largement accessibles **Présente sur l'ensemble du territoire ….**	Grande capacité de production d'énergie Impact important pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles.

Pourquoi faire de la géothermie ?



Pourquoi utiliser la chaleur renouvelable ?
Les enjeux de décarbonation du secteur du bâtiment

ENJEUX

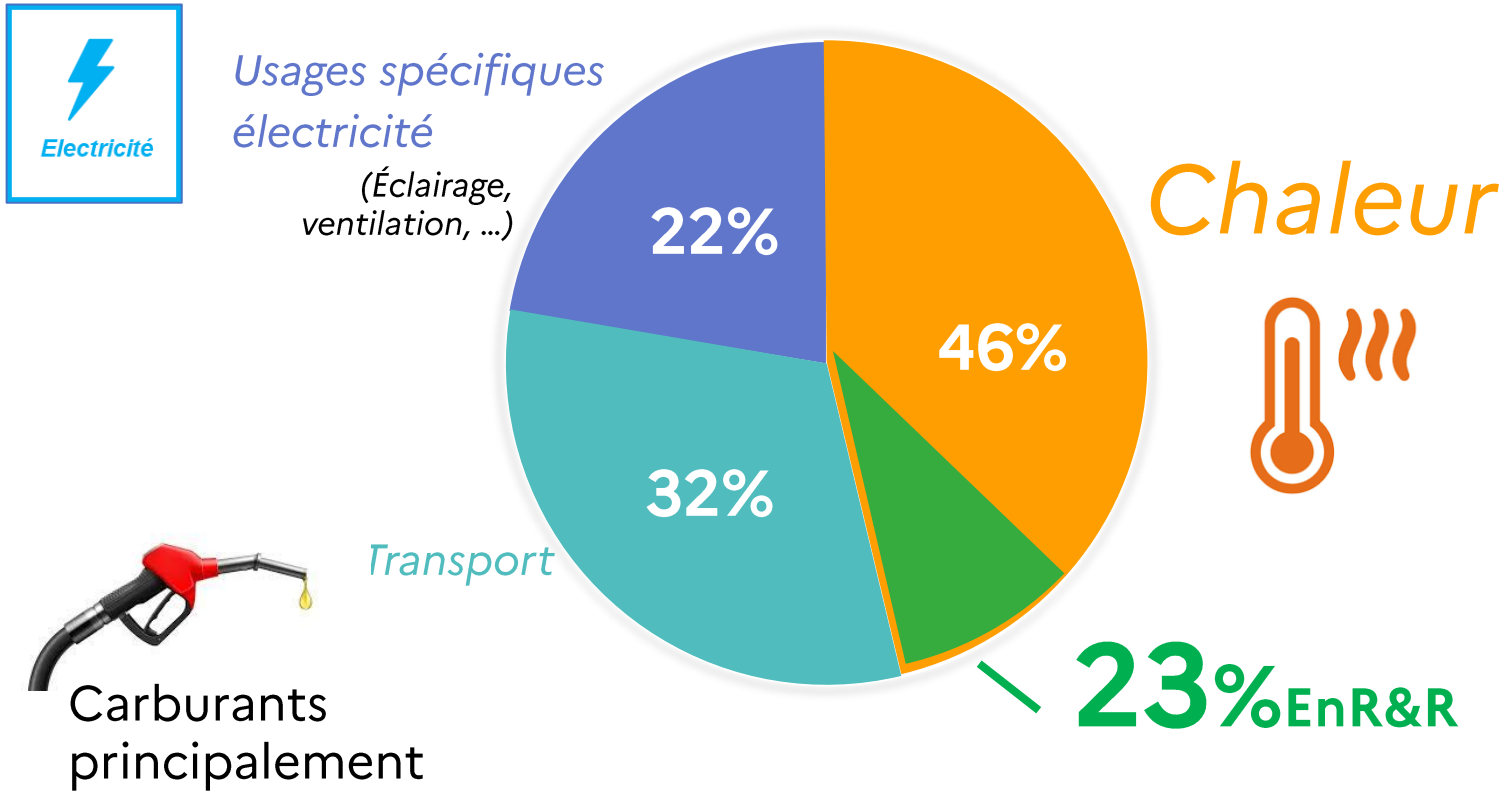
- **Secteur du bâtiment : 18% des émissions en France** (énergies fossiles et gaz naturel pour le chauffage, la climatisation, et l'électricité)
- **Chaleur = 46% de l'énergie** consommée en France

DÉCRET « ECO ÉNERGIE TERTIAIRE »

- Les bâtiments concernés : dont surface de plancher ≥ 1000 m²
- Objectifs de diminution des consommations d'énergie finale par rapport à 2010 :
  - -40% en 2030
  - -50% en 2040
  - -60% en 2050

Source : Découvrir la géothermie | Geothermies

Pourquoi utiliser la chaleur renouvelable ?
Les enjeux de décarbonation du secteur du bâtiment



Source : Chiffres clés de l'énergie 2020 et PPE avril 2020 – analyse AMORCE

Le plan d'action national géothermie

- Publié en 2023
- 8 grands axes thématiques
- **27 actions prioritaires**
- **23 pistes d'actions complémentaires**
- Accompagner et fixer des objectifs ambitieux pour le développement de la géothermie (de surface et profonde)

Objectifs

Augmenter de 40% le nombre de projets de géothermie profonde lancés d'ici 2030

Doubler le rythme annuel d'installation de PAC d'ici 2025

Le plan du Gouvernement se décline selon 8 grands axes thématiques

1. Renforcer la capacité de forage en géothermie de surface pour répondre à la demande des secteurs résidentiel et tertiaire
2. Affiner le cadre réglementaire pour inciter au développement de projets de géothermie de surface
3. Inciter à l'installation de pompes à chaleur géothermiques dans les secteurs résidentiel et tertiaire
4. Identifier et valoriser des aquifères profonds sous-exploités, propices à la réalisation de doublets géothermiques pour réseaux de chaleur
5. Sensibiliser et faire monter en compétence les acteurs locaux, accompagner les porteurs de projets dans le déploiement de solutions géothermiques
6. Susciter de nouveaux projets et encourager de nouveaux montages financiers en géothermie
7. Développer la géothermie en outre-mer
8. Développer le marché de la géothermie française à l'export

Avez-vous des questions ?



1.2

La géothermie de surface – comment ça marche ?

À quoi sert la géothermie de surface ?

Comment fonctionne-t-elle ?

Comment s'en sert-on ?

Quelles autres technologies utilisent une pompe à chaleur ?

Comment définir l'installation géothermique nécessaire ?

A quoi sert la géothermie de surface ?



A quoi sert la géothermie de surface ?

Les usages de la géothermie



La géothermie de surface :

- Exploitation de l'énergie du sous-sol à des profondeurs de quelques mètres à 200 mètres.
- Nécessite l'utilisation d'une **PAC** géothermique pour ajuster la température souhaitée

Applications :

- Adaptée à tous types de bâtiments.
- Couvre les besoins **de chauffage, eau chaude sanitaire, rafraîchissement et refroidissement.**
- Utilisable dans les procédés industriels nécessitant de la chaleur, notamment dans **l'agro-alimentaire.**

Les Pompes à Chaleur (PAC)



Des pompes à chaleur géothermiques (PACg) pour obtenir la température désirée :

- Transfert de la chaleur captée dans le sous-sol vers un espace à chauffer, avec élévation de température pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire.
- Capacité à refroidir un espace en transférant la chaleur vers le sous-sol.
- Mode simultané : Production de chaleur et de refroidissement en même temps, appelé Thermo frigopompe.

Source : Découvrir la géothermie | Geothermies

A quoi sert la géothermie de surface, quels sont ses usages ?

PRODUIRE DU CHAUD

Chauffer les bâtiments :

- ✓ Le chaud correspond à un besoin de 35 à 60 °C.
- ✓ Des solutions de chauffage totalement adaptables.
- ✓ Nécessite l'installation d'un système d'émission de chaleur basse température.

Produire de l'eau chaude sanitaire :

- ✓ Cela correspond à un besoin de 55 à 60 °C.
- ✓ Les besoins en eau chaude sanitaire d'un bâtiment peuvent être assurés simultanément par une PAC géothermique en période de chauffage, on parle alors de PAC double service.

PRODUIRE DU FROID ET DU FRAIS

Le froid et le frais correspondent à des besoins compris entre 7 et 24 °C en fonction des émetteurs.

Production de froid avec les pompes à chaleur réversibles :

- ✓ Le sous-sol devient la source de froid dans laquelle on puise l'énergie que l'on fournit au bâtiment
- ✓ La PAC prélève la chaleur du bâtiment, le refroidissant, et la rejette dans le sous-sol.

Production de frais avec le géocooling (sans PAC) :

- ✓ En été, la température du sous-sol est suffisamment basse pour rafraîchir directement et naturellement le bâtiment, améliorant ainsi le confort d'été et sans recourir à la PAC

Production d'air tempéré (puits climatiques) :

- ✓ Le puits climatique permet d'alimenter un bâtiment en air tempéré en le faisant circuler dans une conduite enterrée à une profondeur généralement de 1 à 2 mètres

Source : Découvrir la géothermie | Geothermies

Comment se sert-on de la géothermie ? Quelles technologies existent ?



Quelles technologies existent ?
Schéma simplifié des technologies de surface dans le cadre ou non de la GMI

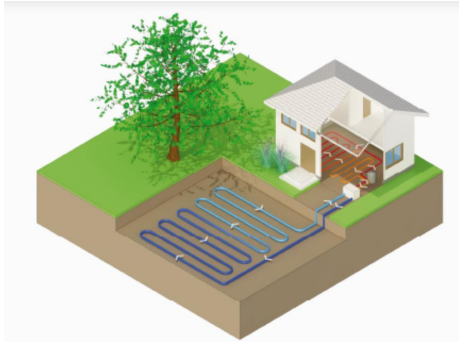
Installations en boucle fermée

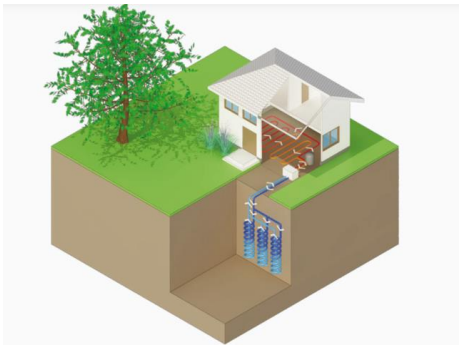
Installations en boucle ouverte

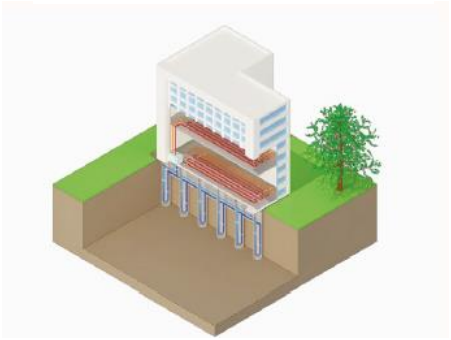
Echangeurs horizontaux

Corbeille

Géostructures énergétiques







0m

Terrassement

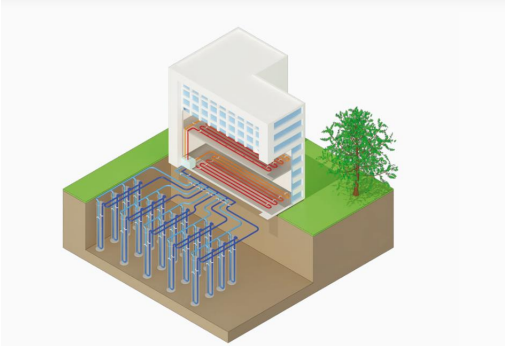
10m

Forage **Géothermie de minime importance**

200m



Sur sonde



Champ de sonde



Sur nappe

Quelles sont les ressources valorisables par pompes à chaleur ?

PRÉSENCE D'UNE NAPPE D'EAU SOUTERRAINE

Géothermie sur nappe (boucle ouverte)



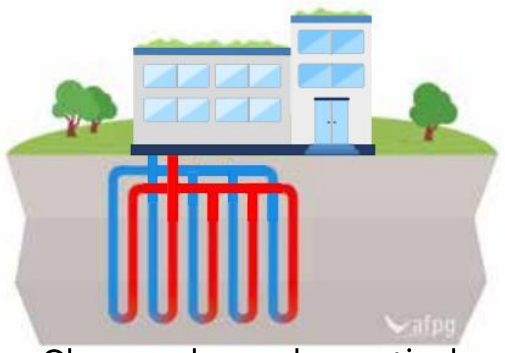
- Captage des calories de l'eau du sous-sol (pompage puis réinjection dans la nappe d'origine)
- Potentiel énergétique variable (débit nappe)

ABSENCE D'UNE NAPPE D'EAU SOUTERRAINE

Géothermie sur sonde(s) (boucle fermée)



Sonde verticale



Champs de sondes verticales

- Captage des calories du sous-sol (fluide caloporteur traversant la ou les sondes)
- Potentiel énergétique variable (conductivité thermique du sol, longueur des sondes et donc température du sol)

CARTOGRAPHIE DES OPÉRATIONS DE GÉOTHERMIE : geothermies.fr/viewer/

Source : Découvrir la géothermie | Geothermies

Quelles sont les opportunités et limites de ces technologies (sondes et nappe) ?

Opportunités



- ✓ Energie renouvelable
- ✓ Energie non intermittente
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling » ou du froid
- ✓ Cout global avantageux car performances énergétiques élevées
- ✓ Entretien très limité
- ✓ Énergie très décarbonée : 15 gCO_2/ kWh_{th}

Limites



- × Besoin de main d'œuvre qualifiée et connaisseuse afin de dimensionner l'installation la plus adéquate en termes de performance (techniquement et économiquement).

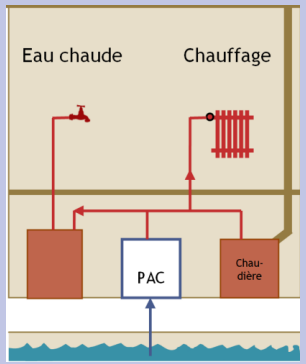
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Quelles sont les autres ressources stables à exploiter via une pompe à chaleur ?

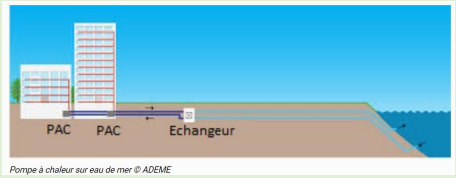


Quelles sont les autres ressources stables à exploiter via une pompe à chaleur ?

Cloacothermie

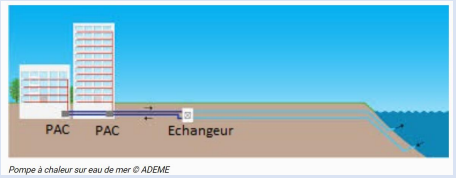


Thalassothermie



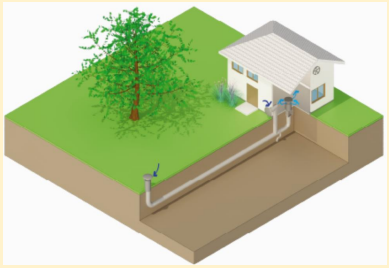
Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME

Eaux de surface



Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME

Puits climatiques



Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Comment fonctionne une installation de géothermie avec PAC ?

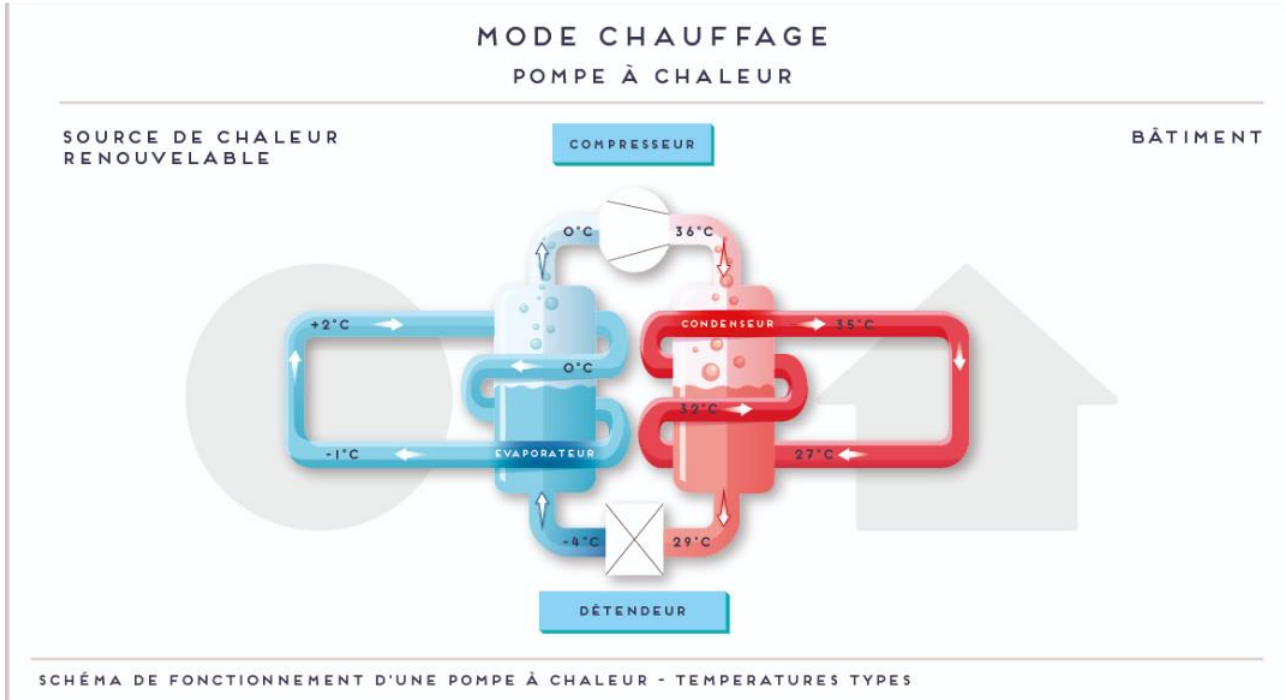


Production d'énergie avec une PAC géothermique

Produire du chaud

Pour produire du chaud avec une PAC géothermique, **un échangeur thermique transfère la chaleur prélevée de la source froide (sous-sol, nappe) au fluide caloporteur de la PAC.**

Pour 1kWh d'électricité consommé par PAC géothermique, 4 kWh de chaleur sont produits



Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Production d'énergie avec une PAC géothermique

Chaleur issue de la terre / de l'eau

(champs de sondes, nappe, eau de mer, …)

(MWh EnR)

→ **Pompe à chaleur** →

Production de chaleur

(MWh utiles)

↑

Consommation électrique de la PAC

(MWh élec)

Schéma très simplifié d'une PAC géothermique pour produire du chaud

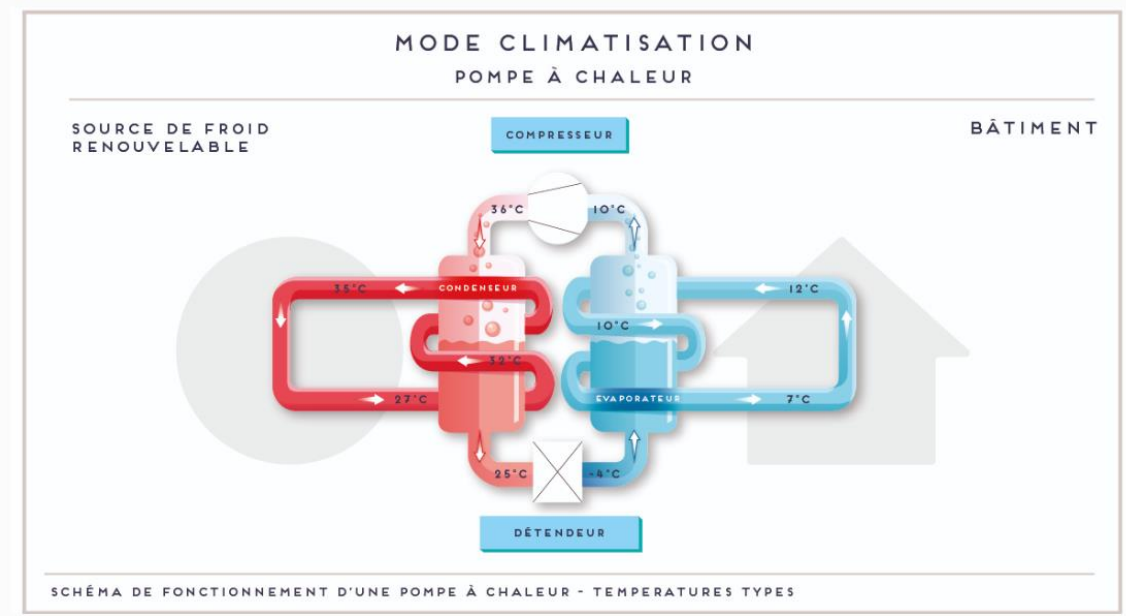
$$COP = \frac{\text{production de chaleur}}{\text{consommation électrique}}$$

$$\frac{\text{4 MWh de chaleur produits}}{\text{1 MWh électrique consommé}}$$

Production d'énergie avec une PAC géothermique

Produire du froid avec une PAC réversible

Grâce à une PAC réversible, il est possible de produire de la chaleur en hiver et du froid en été.



Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Production d'énergie avec une PAC géothermique

Le Géocooling

- Technique de rafraîchissement naturel (freecooling) utilisant directement la froideur du sous-sol sans fonctionnement de la PAC
- Quasiment gratuit (seule la pompe de circulation fonctionne)

Produire du chaud et du froid Simultanément

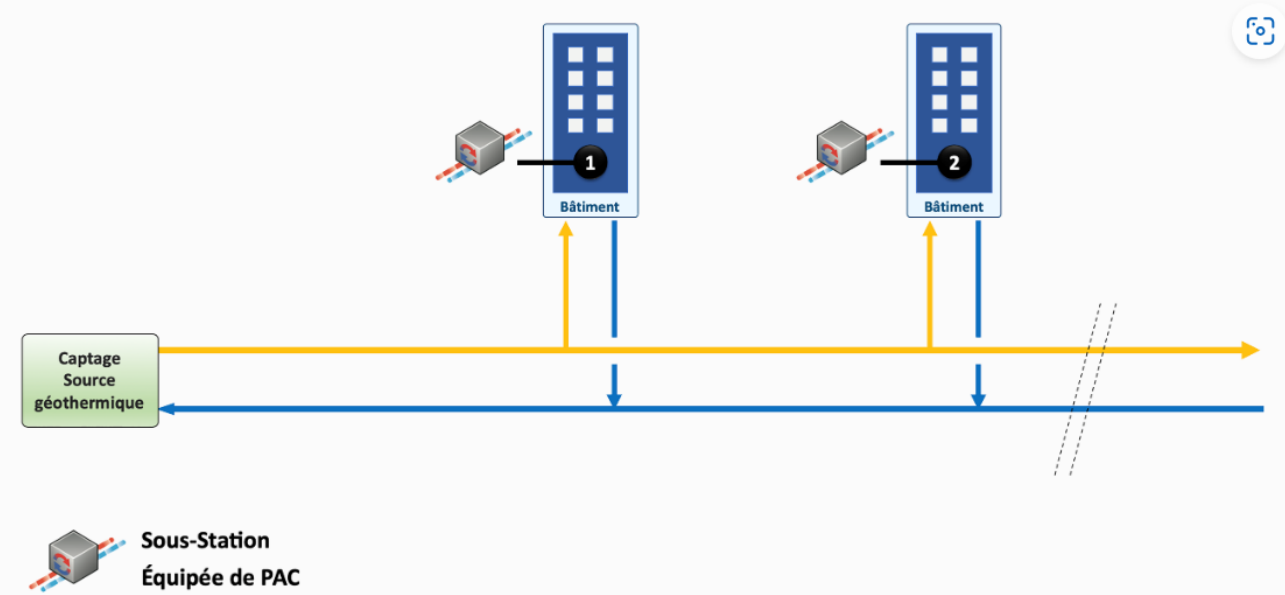
- On parle alors de **thermofrigopompe**. L'énergie utile est alors à la fois celle qui est rejetée sur la source chaude et celle qui est prélevée à la source froide.
- Pour 1kWh élec consommé par la PAC : **4kWh de chaud et 3kWh de froid**

Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Production d'énergie avec une PAC géothermique

Alimenter une boucle d'eau tempérée à énergie géothermique (BETEG) :

Réseau d'eau relié au captage d'une ressource EnR&R afin d'alimenter en chaud/froid un ensemble de bâtiments qui y sont raccordés (ilots voire quartiers).



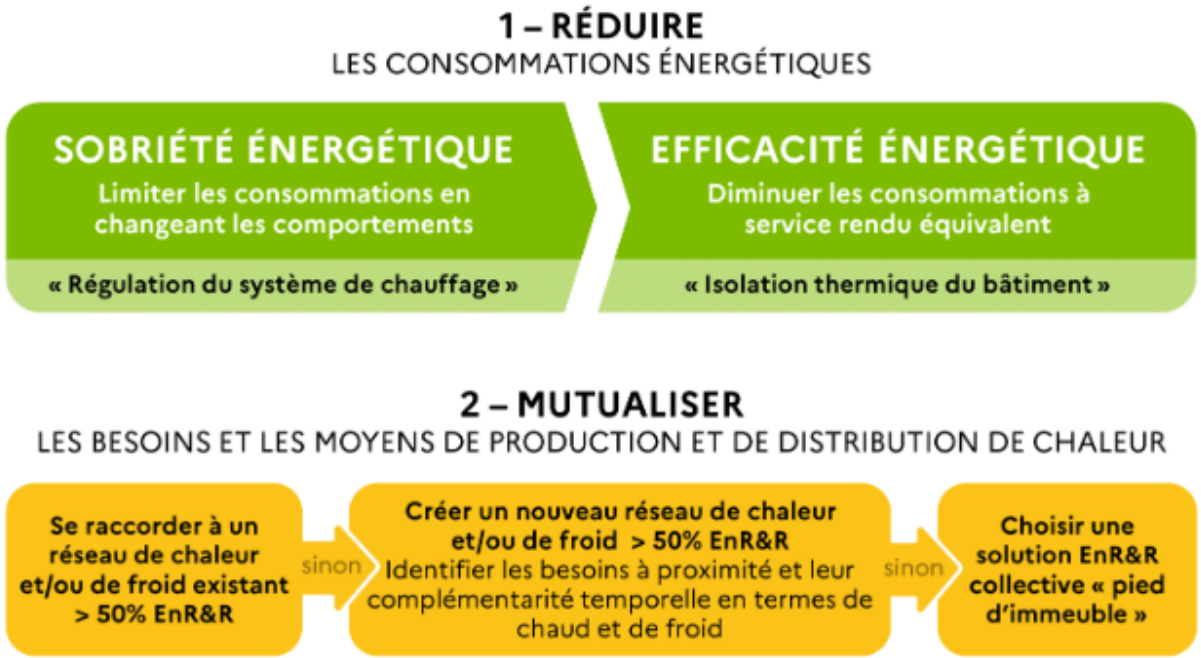
Boucle d'eau tempérée © Accenta

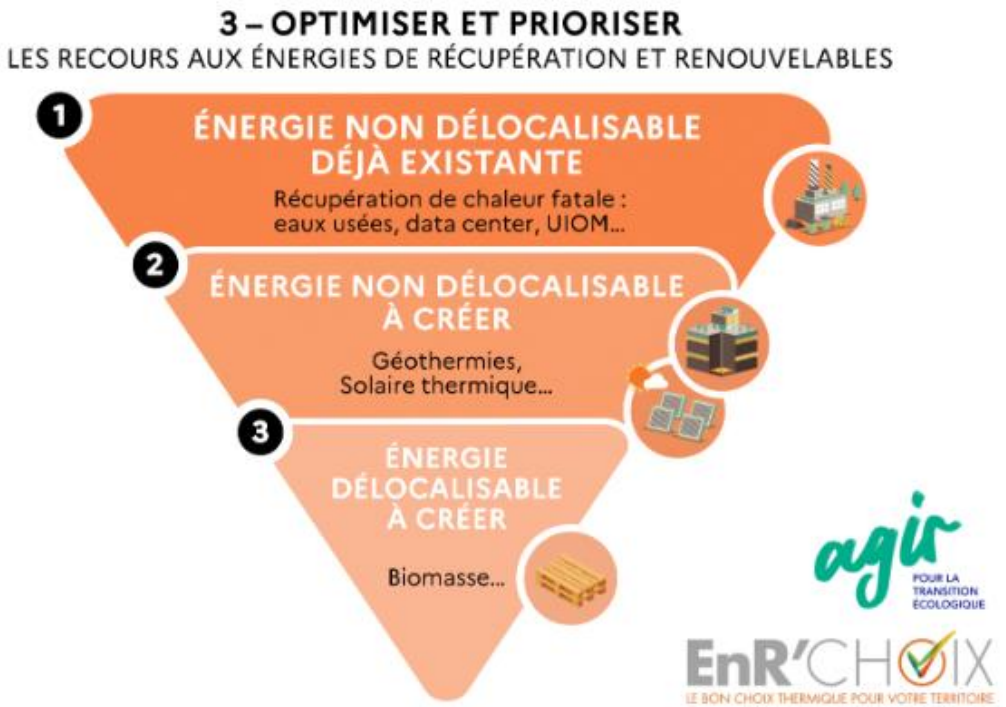
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Comment définir l'installation géothermique nécessaire ?



Comment appliquer la démarche ENR choix ?





Source : ADEME

Comment définir l'installation géothermique nécessaire ?

Déterminer les besoins énergétiques du bâtiment



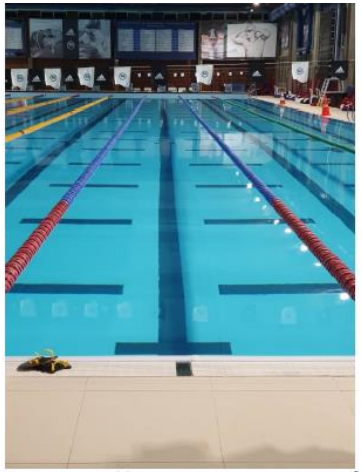
Chauffage



Eau chaude sanitaire



Rafraîchissement



Process : chauffage basse température
Déshumidification



Process : maintien en température
(exemple : fermentations)

On débute par l'estimation de ces besoins :

- Répartis sur une année-type· Indépendants du système retenu (géothermie ou non)

Ces besoins dépendent toutefois :

- De l'occupation du bâtiment (à évaluer en tenant compte de la rénovation à venir)
- Du niveau d'isolation (à mener avant ou en parallèle du changement d'énergie)

Source : ADEME

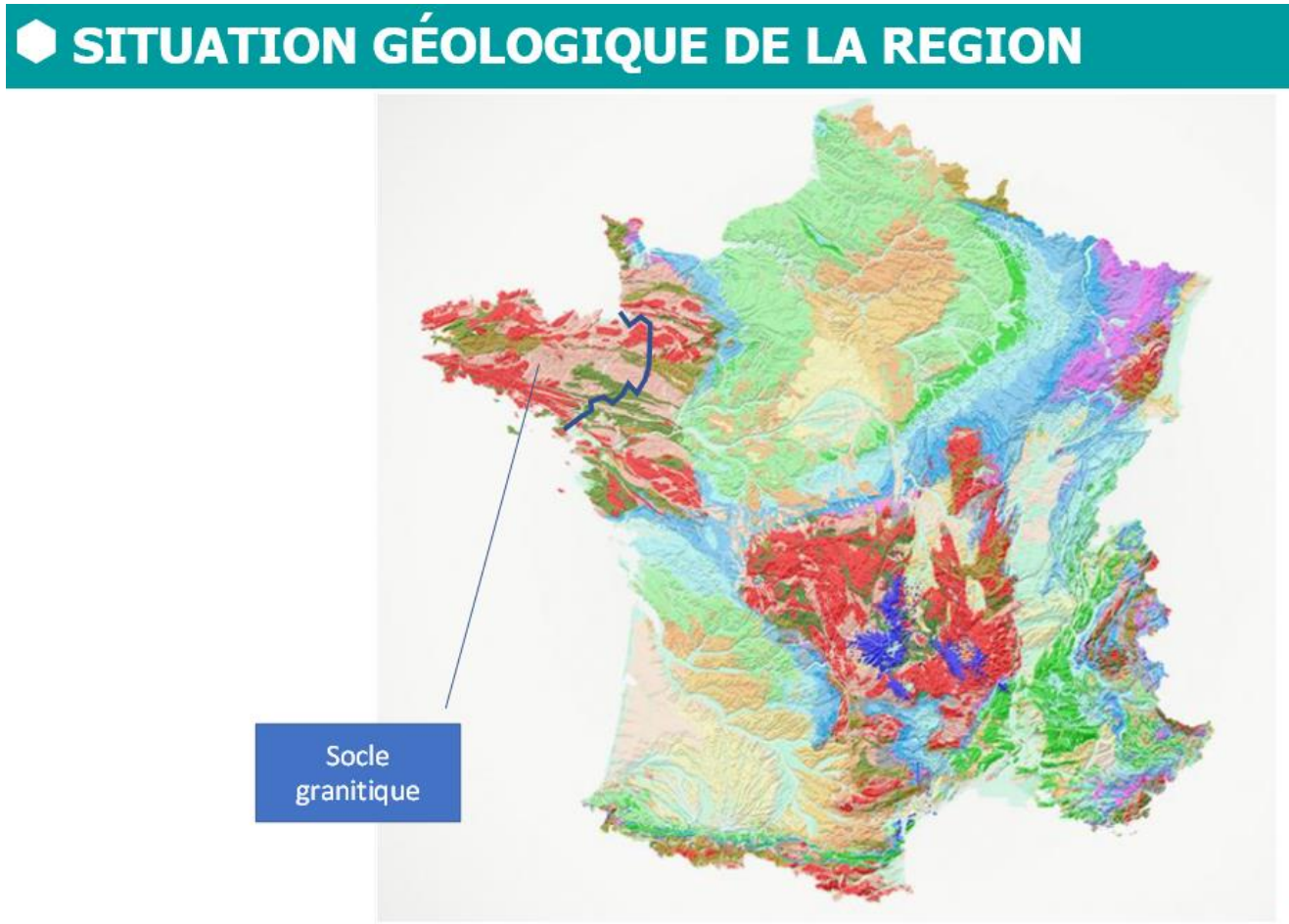
Avez-vous des questions ?



1.3

La géothermie de surface en région Bretagne

Situation géologique de la région



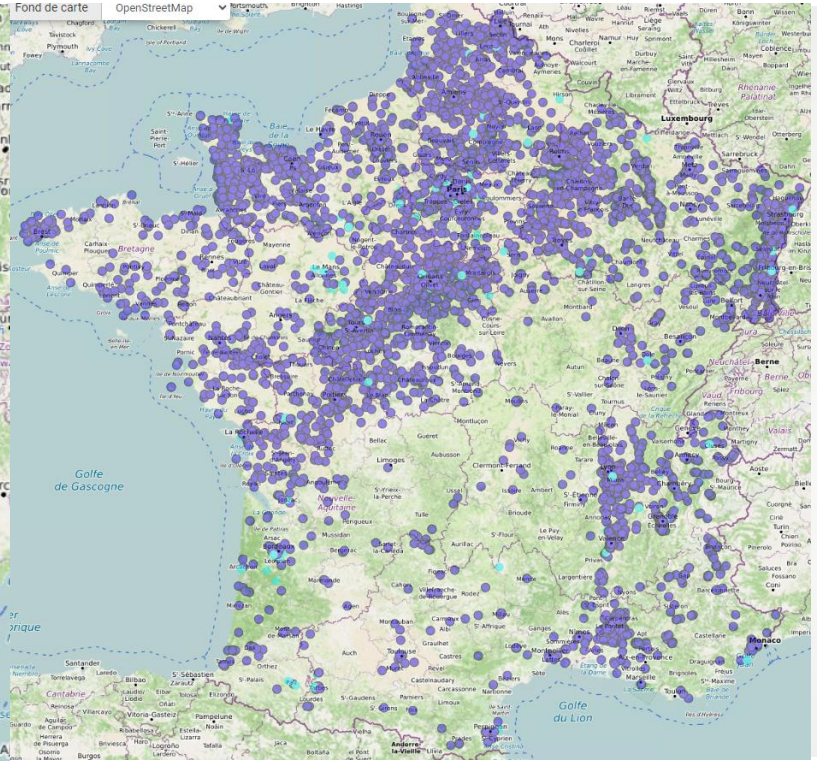
Quel potentiel en Bretagne ?

Cartographie BRGM des installations réalisées déclarées (consultée en mars 2024)

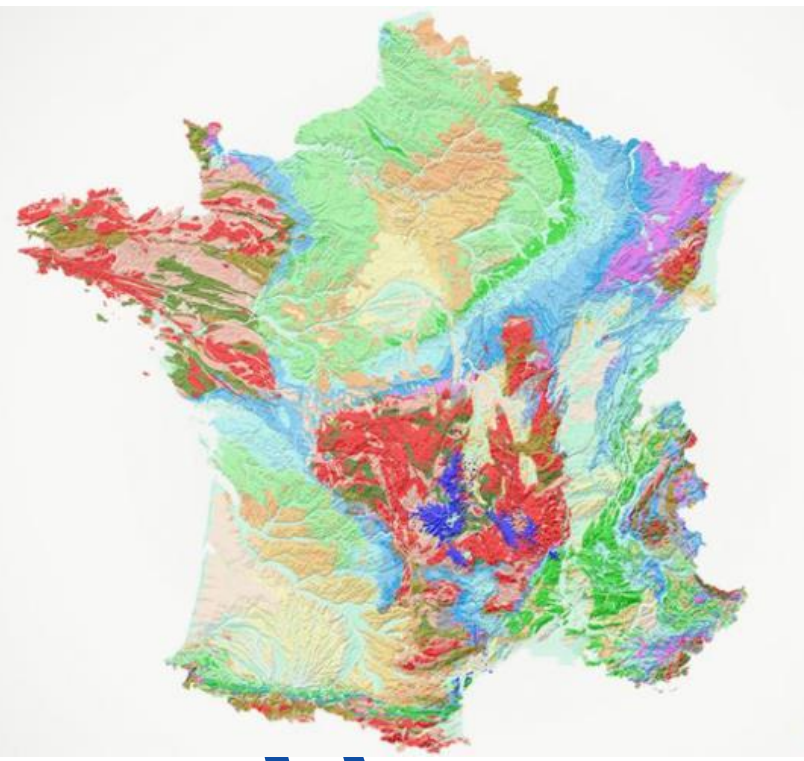
Géothermie sur sonde



Géothermie sur nappe



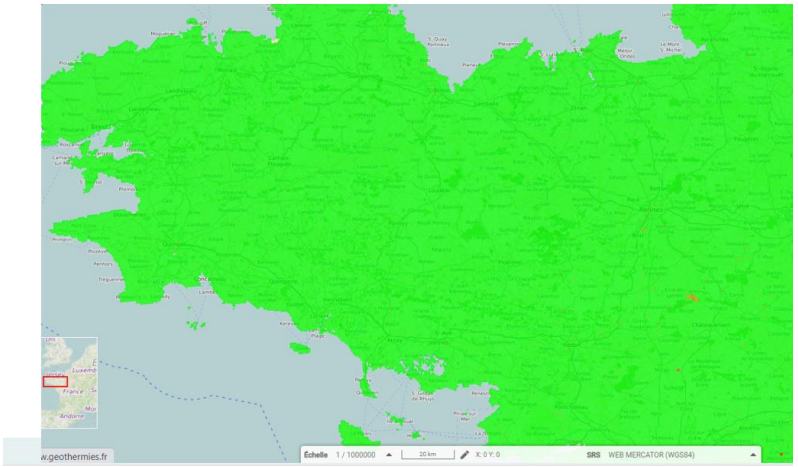
Carte géologique



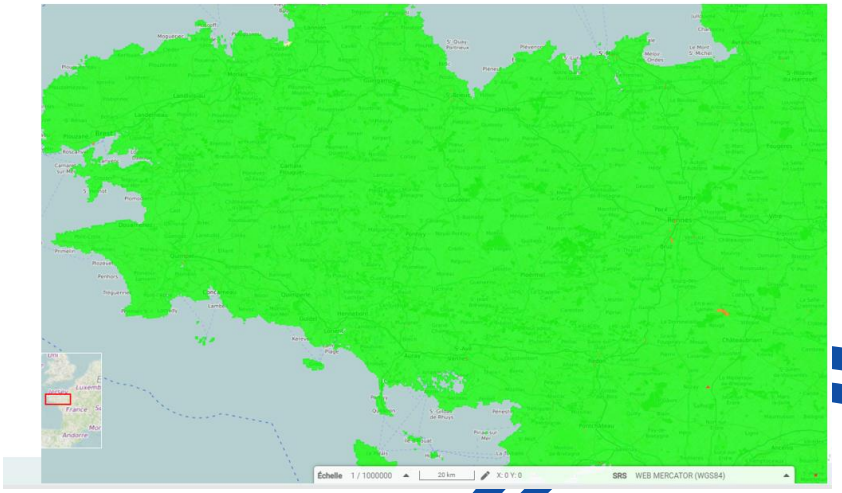
Cartographie GMI en Bretagne pour sondes et Nappes

Non éligible à la GMI
Éligible à la GMI avec avis d'expert
Éligible à la GMI

ZONAGE REGLEMENTAIRE - SONDES



ZONAGE REGLEMENTAIRE - NAPPE



www.geothermies.fr

Géothermie de Minime Importance (GMI)

- Vert : minime Importance - télédéclaration
- Orange : télédéclaration et attestation d'un expert agréé
- Rouge : régime de la Basse température – dossier d'autorisation

Etat des lieux de la filière et animation régionale

Etat des lieux de la filière géothermie de surface en région Bretagne
&
Amorçage d'une animation régionale

Octobre 2023 - octobre 2025

Mission 1
Etat des lieux de la géothermie de surface en Bretagne

Mission 2
Evaluation du potentiel des filières géothermie de surface en Bretagne au regard du contexte électrique

Mission 3
Mise en place d'un GT -COPIL pour définir une vision stratégique avec les partenaires régionaux

Mission 4
Réalisation de notes d'opportunités et montée en compétence des animateurs CCR

Mission 5
Relais technique pour expertise technique et pré-instruction

AUXILIA | GROUPE SOS |

akajoule

ecome

Focus : les aides et les financements

Le fond chaleur ADEME



Pour quoi :

- Dispositif public français créé en 2009
- **Objectif :** Soutenir **financièrement le développement** de projets de production de **chaleur renouvelable et de récupération**
- Il finance les **études d'accompagnement de projet** (aides à la décision) **puis les investissements** (aides à la réalisation)

Pour qui :

- Entreprises
- Collectivités locales
- Secteur résidentiel collectif

Aides Fonds Chaleur

Phase Etude de faisabilité Géothermie de surface

Cible:

Entreprises et associations

Collectivités

Périmètre :

Etude de faisabilité géothermie

Etudes des ressources géothermiques (potentiel géothermique, réalisation d'un Test de Réponse Thermique de Terrain, réalisation d'un forage d'essais sur nappe)

Critères :

Bureau d'étude qualifié RGE 20.13 ou 10.07

Mission conforme aux Cahiers des Charges ADEME

Taux d'aide maximum (2024) :

De 60% à 80% des dépenses selon la nature du bénéficiaire activité économique/non économique (non concurrentiel)

Dépôt de la demande d'aide sur la plateforme https://agirpourlatransition.ademe.fr/

https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/2024/etude-faisabilite-geothermie-surface-aerothermie



Nota : pas d'aide en Bretagne sur l'aérothermie (PAC Air)

Aides Fonds Chaleur

Phase Investissement Géothermie de surface

Cible: Entreprises et associations, Collectivités

Eligibilité : Respect de critères d'éligibilité (étude de faisabilité, COP machine, SCOP, etc)

Aide au forfait selon les MWh EnR produits (en entrée de PAC):

- PAC sur sondes : forfait 1000€ / MWh EnR pour la production de chaud
- Forfait 260 € / MWh EnR pour le géocooling

Taux d'aide maximum : de 45% à 65% des dépenses selon la nature du bénéficiaire activité économique/non économique (non concurrentiel)

Dépôt de la demande d'aide sur la plateforme https://agirpourlatransition.ademe.fr/

https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/2024/installations-production-chaleur-froid-renouvelable-a-partir-geothermie



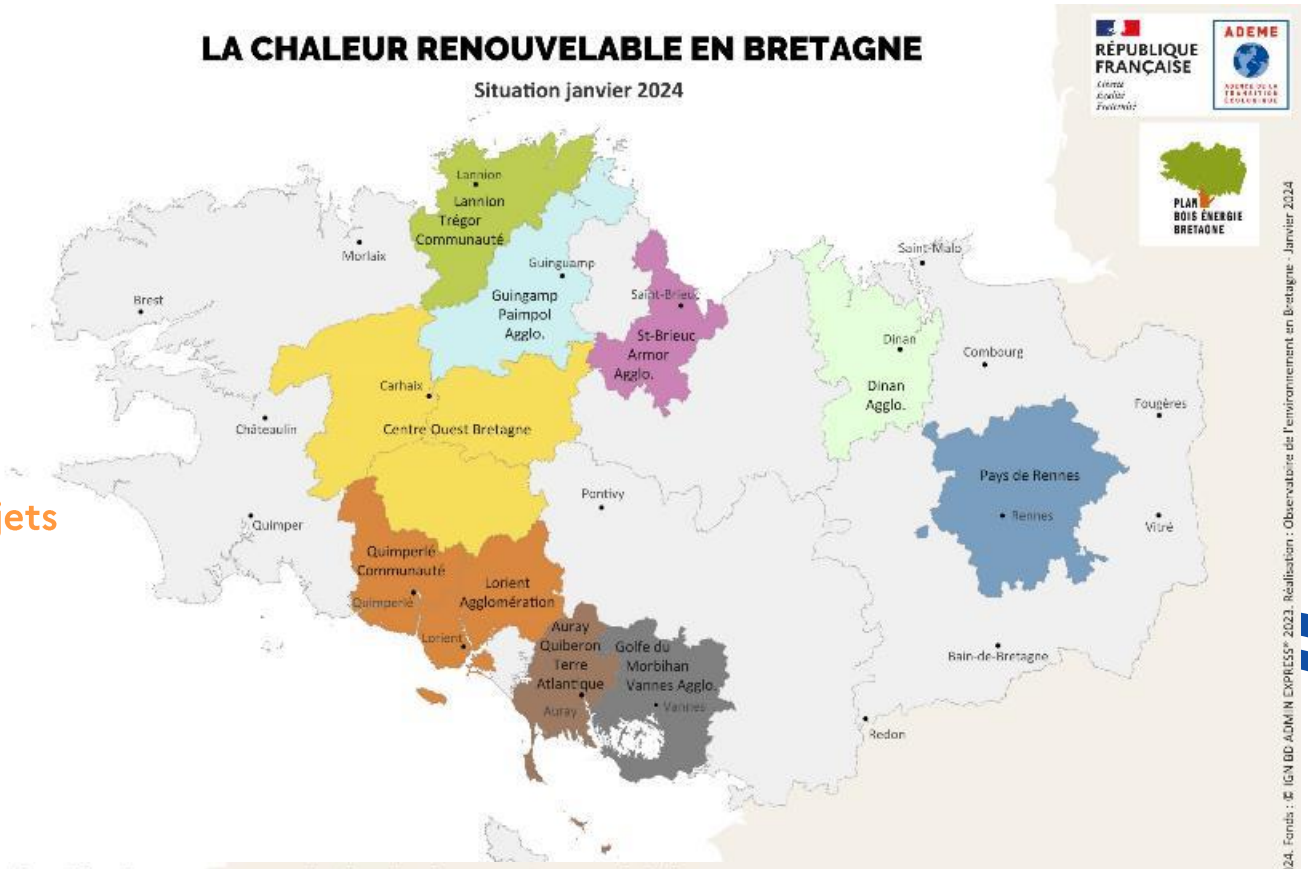
Nota : pas d'aide en Bretagne sur l'aérothermie (PAC Air)

Contacts en Bretagne

10 territoires engagés dans un
Contrat Chaleur Renouvelable territorial CCRt

Une expertise technique régionale
Pour accompagner les territoires et les porteurs de projets

Dans l'attente d'un relai régional **Géothermie** :
contact ADEME marie.milin-haulbert@ademe.fr



Structures porteuses de contrats de développement de la chaleur renouvelable

Centre Ouest Bretagne : ALECOB - Antoine QUÉRO - 02 98 99 27 80
Lannion Trégor Communauté : Anne-Christine PALUD - 02 96 05 09 05
Quimperlé Communauté et Lorient Agglomération : SPL - Lucie LEBRUN - 07 63 72 50 09
Saint-Brieuc Armor Agglomération : François KIRK - 02 96 68 23 51
Pays de Rennes : ALEC du Pays de Rennes - Sylvain LABICHE - 02 99 35 83 52

Golfe du Morbihan Vannes Agglomération : Corentin SÉLIGOUR - 02 97 68 14 24
Auray Quiberon Terre Atlantique : Vincent CANU - 06 20 11 71 79
Guingamp Paimpol Agglomération : enr@guingamp-paimpol.bzh
Dinan Agglomération : /

Avez-vous des questions ?



2

Retour d’expérience de la collectivité Noyal-Châtillon sur Seiche (35)

10h45 – 11h15

2.1

Pompe à chaleur sur sondes géothermie pour un nouvel ALSH

Réalisation d'une installation de géothermie sur champs de sondes pour chauffer l'extension du groupe scolaire (2 classes maternelles) et la construction d'un ALSH. Sur la commune de Noyal-Châtillon sur Seiche (35)



Les intervenants

- **Mme CHOTARD**, Noyal-Châtillon s/ Seiche - Pôle Aménagement et cadre de vie
- **M. CALCAGNO**, ALEC du Pays de Rennes

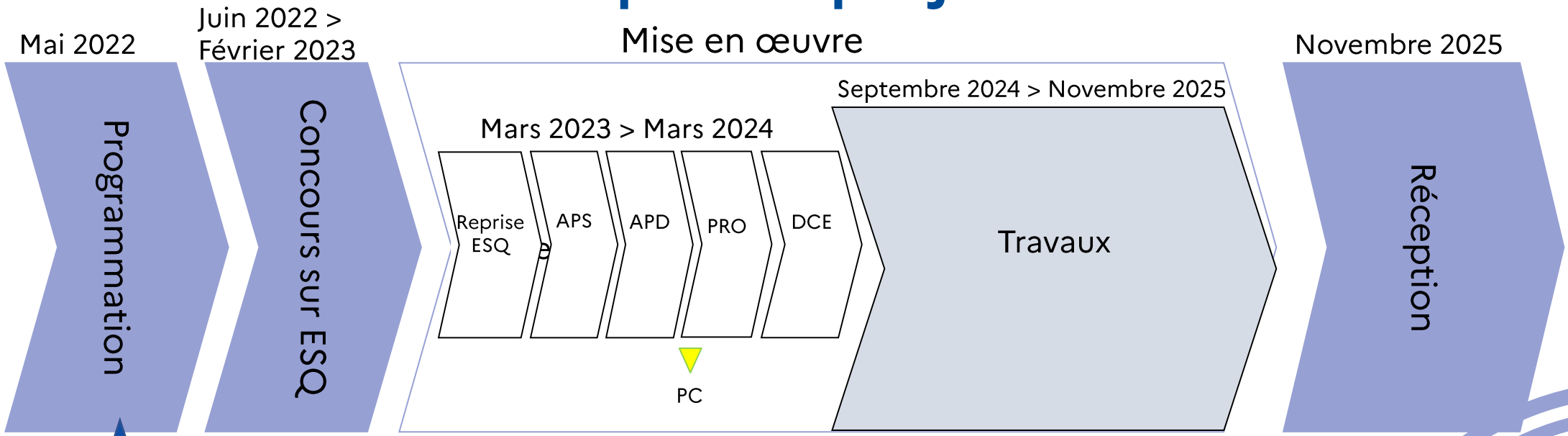
Présentation du projet

- Le projet et ses différentes étapes

Enseignements et bonnes pratiques



Les différentes étapes du projet



Fixation d'un objectif énergétique sur le bâtiment en complément RE2020

Le programme technique et fonctionnel détaillé

A cette étape :

- Arrêt des objectifs globaux

Avec un curseur environnemental affiché

(particularité projet en ZAC)

Arrêt du programme et localisation du projet

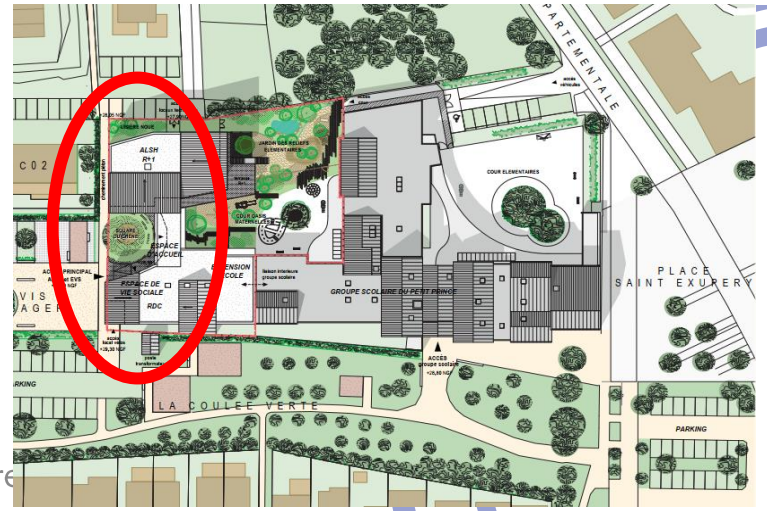
- *accueil de loisirs susceptible de recevoir 180 enfants répartis 90 enfants -6 ans et 90 +6 ans*
- *Une extension du groupe scolaire Le Petit Prince comprenant 2 classes maternelles et un dortoir*
- *espace de vie sociale, (local associatif, accueil d'expositions, lieu d'animations municipales…)*
- *Mutualisation des espaces*

De plus, il sera demandé à l'équipe de conception de **renforcer certains leviers** :

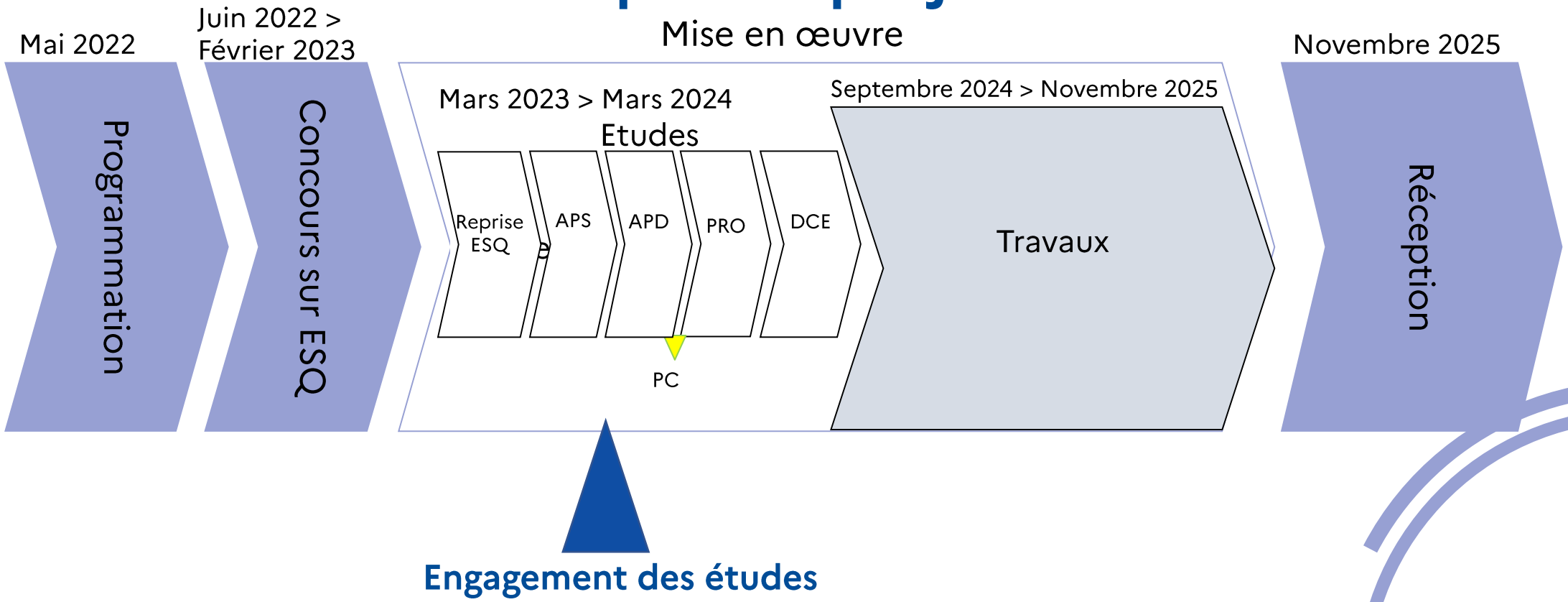
- *Indice de Consommation Energie* Emissions de carbone liées à la consommation d'énergie : mettre le seuil pour l'ALSH à 140 kgeqCO2/m² (niveau réglementaire en 2025) - plus le seuil est bas plus on valorise le déploiement d'EnR
- *Indice de Consommation Construction* Emissions carbone liées à la construction (énergie grise) : mettre le seuil pour l'ALSH à 680 kgeqCO2/m² (niveau réglementaire en 2028) - plus le seuil est bas plus on valorise le déploiement de solution bas carbone

Enfin, il sera demandé à l'équipe de conception **d'accentuer les démarches suivantes :**

- **Démarche biosourcée :** niveau 2 avec volonté de tendre vers le niveau 3 sans labélisation (complémentaire à ICconstruction mais valorise les matériaux biosourcés)



Les différentes étapes du projet



Les études (env. 1 an sur ce projet)

- Affiner les hypothèses techniques levées lors du concours
- Réalisation des différentes études techniques avant la phase APD :
  - ✓ Étude de sols géotechnique / levée de doute - Pollution
  - ✓ Études acoustiques / simulations thermiques dynamique (STD) / luminosité des pièces (FLJ) / approvisionnement énergétiques (avantages inconvénients de chaque EnR) …

et

- ✓ **Etudes de faisabilité géothermie** : 10 260€TTC subventionnés à 70% par Ademe

L'étude permet de s'assurer que le sol est bien favorable à l'installation de la géothermie, d'évaluer la profondeur des sondes, leur nombre et coût

- ✓ Prospection auprès d'autres collectivités - RM / BRGM

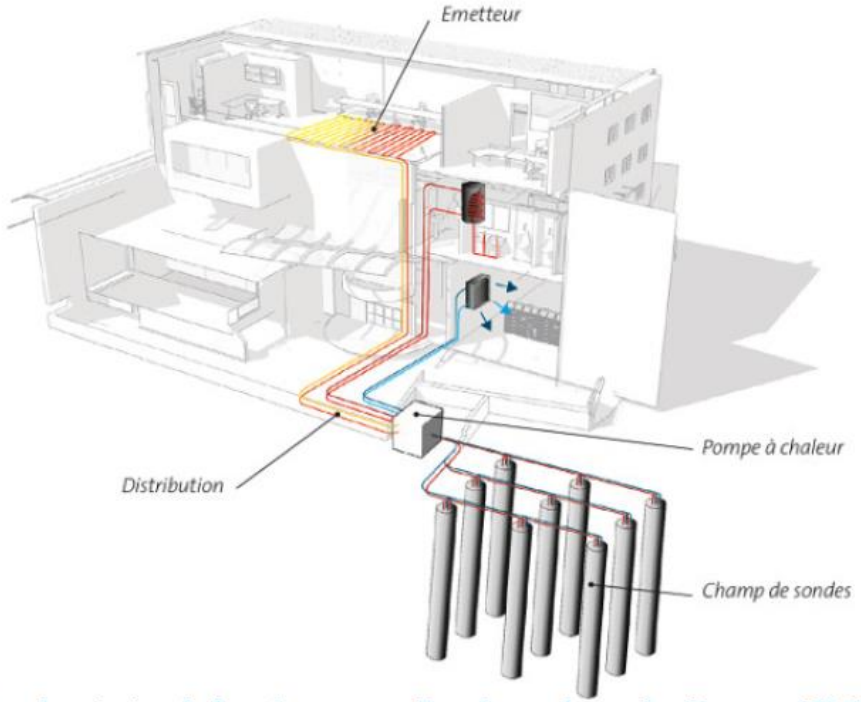


Schéma de principe du fonctionnement d'un champ de sondes (Source : AFPG)

- *La géothermie : un fluide caloporteur (eau glycolée) circule dans des circuits fermés enterrés (sondes) afin d'emmagasiner de la chaleur ou du froid provenant du sous-sol et de le restituer par le biais d'échangeurs à la PAC.*
- *L'intégration du géocooling (mode rafraichissement), permet que la fraicheur du sous-sol est directement transmise au bâti en saison estivale.*

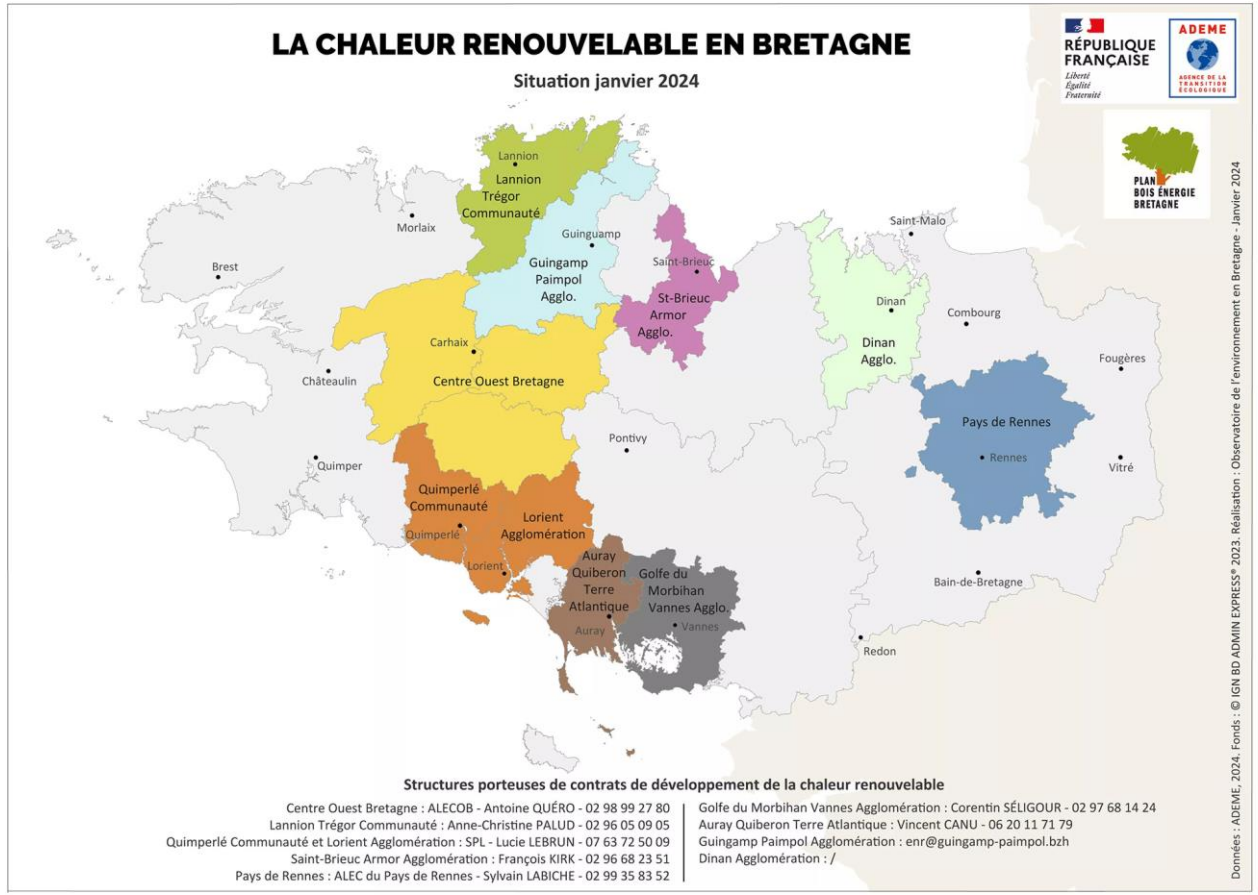
Les études (env. 1 an sur ce projet)

- Etude de faisabilité (sept 2023) s'est avérée favorable avec un besoin de 3 sondes à 170m de profondeur pour alimenter le bâtiment
- **Arbitrage politique**
  - Investissement complémentaire (env.110 K€)
  - Nécessité de renforcer l'équipe de MOE pour adjoindre la compétence géothermie
  - Positionnement des sondes dans l'emprise projet sous le bâtiment



Validation de la géothermie en conseil (octobre 2023) en même temps que l'Avant-Projet Définitif
Prise de contact avec l'ALEC pour rechercher des financements au travers du fonds de chaleur

ALEC du Pays de Rennes - Contrat Chaleur Renouvelable territorialisé



- Accompagnement **technique** et **financier**
- Pour **tout porteur de projet** (hors particulier)
- Projets éligibles : **géothermie**, solaire thermique, chaleur fatale et bois énergie
- **Aides à la décision** jusqu'à 80%
- **Aides à l'investissement** jusqu'à 65%

Un dispositif présent sur plusieurs territoires bretons

ALEC du Pays de Rennes – Un accompagnement tout au long du projet

Études préalables	Note d'opportunité réalisée par l'ALEC Etude de faisabilité, AMO
Conception	Aide sélection de la maîtrise d'œuvre Montage des dossiers de subvention
Réalisation	Suivi et visite chantier
Exploitation	Accompagnement à minima 1 an après la livraison des équipements





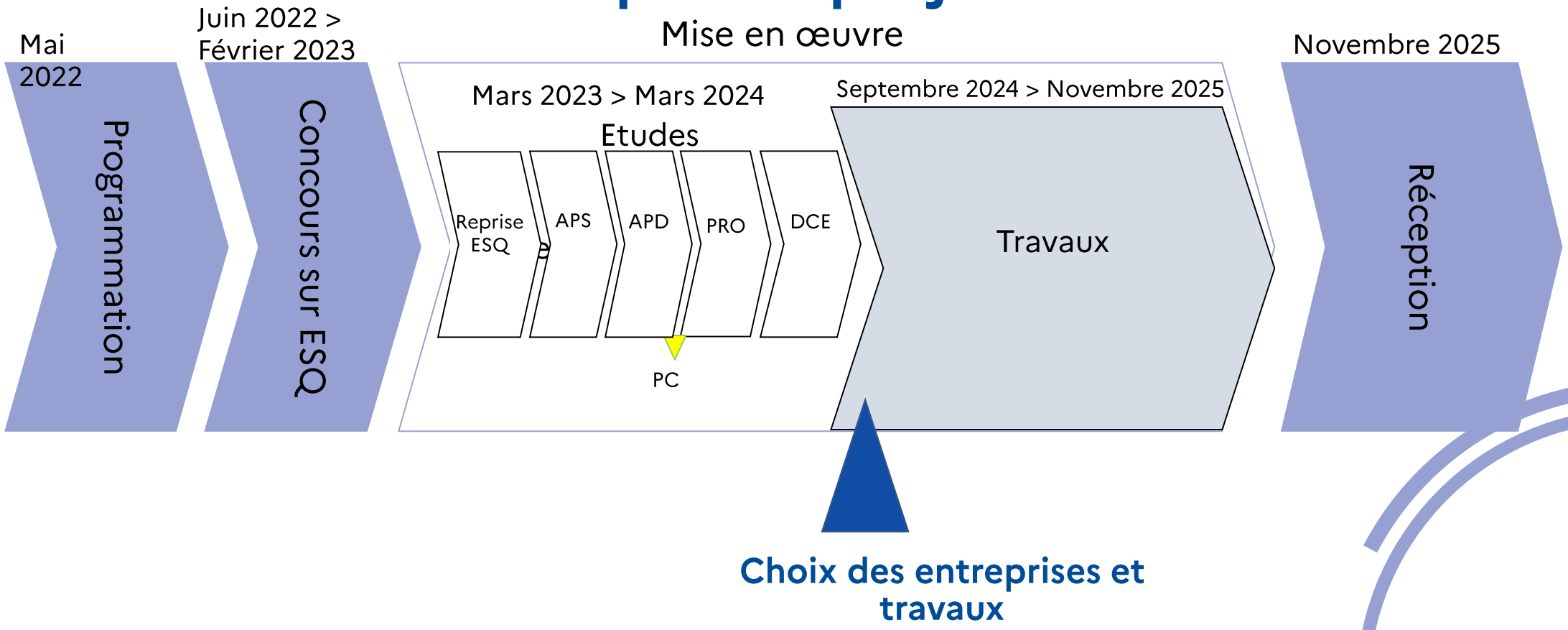


ALEC
AGENCE LOCALE
ÉNERGIE ET CLIMAT
DU PAYS DE RENNES

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

FONDS CHALEUR

Les différentes étapes du projet



Consultation des entreprises et travaux

Lot spécifique sur la géothermie qui comprend également les analyses des rejets et les tests sur les sondes

L'intervention se déroule au début du chantier > 2 semaines pour les 3 forages et l'installations des sondes



Foreuse



Tubes de sonde



Bacs de décantation avant rejet dans le milieu



Installation des sondes

2.2

Enseignements et bonnes pratiques



Enseignements et bonnes pratiques

- Nécessité **d'intégrer les réflexions** autour des énergies renouvelables le **plus en amont possible**
- Prendre l'attache d'autres collectivités ou organismes pour recueillir un **retour d'expérience** et des premières données – BRGM pour savoir si d'autres projets sur le territoire concerné
- **Valider les faisabilités techniques et rechercher les sources de financement**
- S'appuyer des **compétences techniques** au niveau de la maîtrise d'œuvre / et des dépôts de subventions – > recherche de complémentarité des compétences
- S'appuyer sur une **volonté politique**

Enseignements et bonnes pratiques

- La géothermie peut générer quelques craintes de la part de la population ou de certains élus
- Dispositif encore récent avec peu de retours d'expériences
  - Risque de tremblements lors des forages et crainte d'apparition de fissure
  - Crainte que les modifications apportées au sous/sol n'impactent les constructions
  - Lors de la mise en œuvre – crainte de la pollution des rejets des eaux de forage

- Les BE qualifiés / ALEC peuvent aider pour accompagner dans la démarche

Pause-café
Reprise à 11h35



3.1

Cas pratique sur la géothermie

[intervenant]

11h35 – 12h30

Cas pratique sur la géothermie de surface – Modalités de travail

- Temps imparti : 35min
- Constituer des groupes de 3 personnes, avec dans la mesure du possible :
  - Une personne ayant déjà été engagée dans une démarche de géothermie = « sachant.e »
  - Deux personnes n'ayant pas été engagée dans une démarche de géothermie = « novices »

- 5 min : Chaque participant prend 5 min pour lire et réfléchir sur le cas pratique proposé
- 10 min : partage des solutions envisagées par chaque participant – pendant qu'un participant parle, les autres ne rebondissent pas
- 15 min : échanges entre les participants pour identifier les solutions à mettre en place

Sujets :

- Rénovation d'un centre administratif
- Un complexe de plusieurs bâtiments actuellement chauffé au fioul doit être rénové : (école, mairie, salle des fêtes, gymnase)

Rencontre TE – géothermie – cas pratique

Sujet retenu :

	PAC sur nappe souterraine	PAC sur corbeilles géothermiques	PAC sur sondes géothermiques	PAC sur géostructures énergétiques	Puits climatique	PAC sur eau de mer	PAC sur eaux usées
Points négatifs pour mon projet							
Points positifs pour mon projet							
Adapté à mon projet : 0 à 5 (0 = pas du tout 5 = tout à fait)							

Solution retenue :

19/11/2024

Rencontre TE – géothermie – cas pratique

Maintenant que j'ai retenu la solution la plus appropriée quelles sont les prochaines étapes ?

Travail en groupe : élaboration d'une feuille de route de résolution du cas pratique

- *Étape 1*
- *Étape 2*
- *Étape 3*
- *Etape 4*

Quelles ressources est-ce que j'identifie ?

€



Quels points de vigilance ?

Quels partenaires ?

Comparatif des technologies captant la chaleur du sol

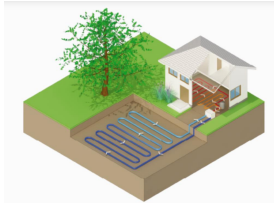
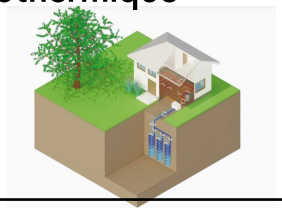
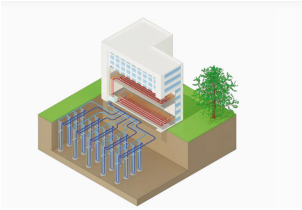
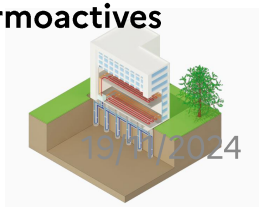
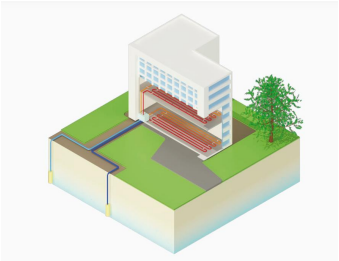
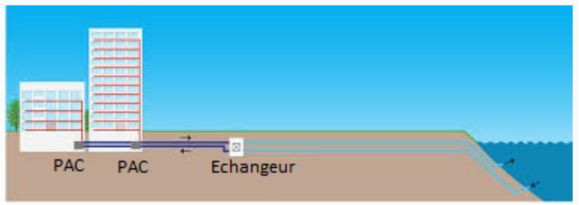
Nom de la technologie	Description	Opportunités spécifiques	Limites
Echangeurs horizontaux 	Système de boucles de tubes en polyéthylène enterrées à faible profondeur entre 0,80 et 1,20 mètre.	✓ Absence de forage ✓ Démarches administratives ne relèvent pas du code minier	× Disponibilité foncière nécessaire : entre 1 à 2 fois la surface à chauffer/refroidir selon le climat et l'isolation du bâtiment × Performances globales limitées du fait de l'influence des variations saisonnières sur l 'échangeur
Corbeilles / murs géothermique 	Système qui utilise des tuyaux en forme de corbeille pour mobiliser une puissance de 500 à 1000 W.		× Performances globales limitées du fait de l'influence des variations saisonnières sur l 'échangeur × Disponibilité foncière nécessaire
Sondes géothermiques verticales 	Système qui utilise un réseau de tubes en polyéthylène verticaux dans des forages jusqu'à 200 mètres de profondeur.	✓ Fiabilité et performance : les REX montrent que pour 1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC jusqu'à 5 kWh sont restitués au bâtiment en mode chauffage ✓ Longévité du système	× Cout d'investissement × Dimensionnement des sondes avec des outils adaptés pour garantir les perfs énergétiques du système × Régime de déclaration ou d'autorisation administrative (selon la réglementation relative à la géothermie de minime importance selon la zone)
Fondations Thermoactives 	Système de réseau de tubes en polyéthylène transportant le fluide caloporteur intégré directement dans le béton armé des fondations en contact avec le sol.	✓ Impact foncier nul ✓ Coût d'investissement réduit par la mutualisation avec le creusement des fondations ✓ Démarche administrative ne relèvent pas du code minier.	× Nombre réduit de professionnel qualifiés pour la conception et mise en œuvre × Coordination importante à prévoir entre les foreurs et l'entreprise chargée de l'installation des échangeurs géothermiques

Tableau comparatif entre captage sur nappe d'eau souterraine et sur eau de mer

Nom de la technologie	Description	Opportunités spécifiques	Limites
Captage sur nappe d'eau souterraine 	Pompage de **l'eau située dans le sous-sol** pour valoriser son énergie. Fonctionne avec une PAC	✓Performance du système : les Rexs montrent que pour 1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC géothermique sur nappe, jusqu'à 5,5 kWh sont restitués au bâtiment en mode chauffage ✓Performances constantes tout au long de l'année	× Hétérogénéité de la ressource en eau sur le territoire × Entretien régulier à assurer × Régime de déclaration administrative relevant de la réglementation de géothermie de minime importance × Disponibilité foncière nécessaire.
Captage sur eau de mer  *Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME*	Valorisation de **l'énergie calorifique des profondeurs marines** pour chauffer et/ou refroidir un ou plusieurs bâtiments. Fonctionne avec une PAC	✓Potentiel de développement élevé	× Démarches administratives à prévoir auprès des services instructeurs de l'état. × Nécessité d'espacer les points de captage et de rejet de l'eau de mer pour éviter de réchauffer ou refroidir la source × Maintenance adaptée à prévoir

3.2

Cas pratique sur la géothermie de surface

Restitution rapide des projets par les groupes volontaires (10min)

3.3

La géothermie de surface – comment agir pour ma collectivité

Présentation descendante

Marie Milin-Haulbert

Les grandes étapes du projet



Initiation du projet	Etude d'opportunité, étude de faisabilité	Conception et réalisation	Fonctionnement et suivi
Quelques mois	3 à 6 mois	6 à 12 mois	+/- 20 ans

Source : https://librairie.ademe.fr/ged/8006/G__othermie-de-surface-012221-1.pdf

Les grandes étapes du projet

1) Initiation du projet

Se construire une vision juste de la planification énergétique de son territoire pour atteindre les objectifs fixés en matière d'environnement, d'urbanisme, de politique énergétique, et de réglementation en vigueur

Connaitre le potentiel géothermique de son territoire en utilisant l'espace cartographique sur : www.geothermies.fr

S'informer des retours d'expériences locaux auprès d'autres collectivités ou entreprises

Définir son projet et vérifier la pertinence de la solution géothermique

Durée : quelques mois

Source : https://librairie.ademe.fr/ged/8006/G__othermie-de-surface-012221-1.pdf

Les grandes étapes du projet

2) Etude d'opportunité, étude de faisabilité

Qualification des bureaux d'études :

- *OPQIBI 10.07 "Etude des ressources géothermiques"*
- *OPQIBI 20.13 "Ingénierie des installations"*

Se faire accompagner pour initier un projet de qualité

- Chargé de mission chaleur renouvelable,
- Animateur régional géothermie,

→ note d'opportunité gratuite

- bureaux d'études qualifiés, → étude de faisabilité

- AMO. → conseils sur tout ou partie du projet

Rédiger cahier des charges pour la consultation des entreprises

Durée : 3 à 6 mois

Source : https://librairie.ademe.fr/ged/8006/G__othermie-de-surface-012221-1.pdf

Les grandes étapes du projet

3) Conception et réalisation



Demander l'appui d'un AMO



Choisir le montage juridique (gestion directe ou déléguée)



Consolider le plan de financement (dont les aides de l'ADEME)



Assurer le **suivi du chantier** et veiller au respect des objectifs du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) et aux objectifs fixés (conformité lors de la mise en service).

Durée : 6 à 12 mois

Source : https://librairie.ademe.fr/ged/8006/G__othermie-de-surface-012221-1.pdf

Les grandes étapes du projet

4) Fonctionnement et suivi



Organiser la mise en service de l'installation



Assurer la formation d'exploitation (chaufferie, locale, technique)



Assurer le suivi des performances de l'installation (comptage énergétique, monitoring, reporting)

Durée : +/- 20 ans

Source : https://librairie.ademe.fr/ged/8006/G__othermie-de-surface-012221-1.pdf

Chiffres clés en 2020

Secteur	Nombre de pompes à chaleur installées	Puissance calorifique installée (MW)	Production d'EnR (TWh/an)	Durée de vie des installations
Individuel	195 000	2 340	3,63	▪ 20 à 24 ans (pompes à chaleur géothermiques) ▪ + de 50 ans (forages)
Tertiaire	9 200	230	0,36	
Résidentiel Collectif	2 300	506	0,78	
Total	206 500	3 076	4,77	

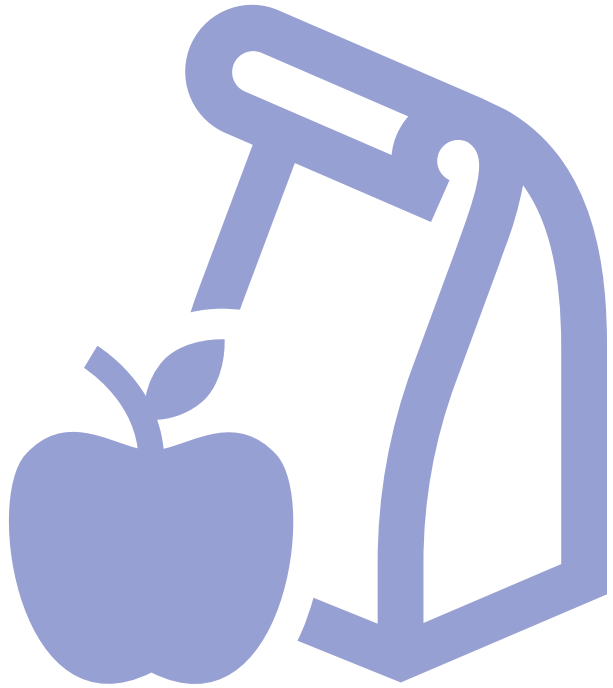
Source : ADEME

5 points clés à retenir

- Intégrer le potentiel géothermique dans la planification énergétique de mon territoire
- Cibler les bâtiments favorables à la géothermie
- S'entourer des compétences requises (animateur régional géothermie, AMO, bureaux d'études sous-sol et surface, ...)
- Réaliser les études de faisabilité par des bureaux d'études qualifiés
- Assurer le suivi des performances des installations



Pause déjeuner
… jusqu'à 14h00



4

Convaincre et obtenir les clés pour conduire le changement au sein de sa collectivité dans la mise en œuvre de projets de géothermie

Ophélie DELEPINE et Marie MILIN-HAULBERT

14h00 – 15h00

4

Convaincre et obtenir les clés pour conduire le changement au sein de sa collectivité dans la mise en œuvre de projets de géothermie

Présentation des modalités de travail en groupe

Atelier – Modalités de travail

Partie 1 :

- Par groupe, réalisation d'un support de présentation pour convaincre de mener un projet de géothermie (en trois « diapos »)
- Objectif: Produire un support à destination cibles sur l'opportunité de mise en œuvre de projets de géothermie
- Cibles: élus / équipe technique / direction (DGA/DGS) …
- Durée : 40 minutes

Partie 2 :

- Lorsqu'un groupe restitue les autres jouent le rôle de l'acteur ciblé (citoyen/ élus/ équipes techniques …) et challengent la présentation
- Durée : 15 minutes

Les questions à se poser :

- Quels sont tous les problèmes auxquels j'ai déjà été confronté.e ?
- A quels arguments d'opposition ai-je déjà été confronté.e ?
- Quelle est (dans ma collectivité) la posture de mes élus / mon.ma DGS ..?
- Quels types de projet pourraient voir le jour et quelles oppositions pourraient naître ?
- Quels sont les acteurs locaux susceptibles de m'accompagner (opérateur d'un contrat chaleur renouvelable territorial, animateur géothermie régional, ...) ?

4

Convaincre et obtenir les clés pour conduire le changement au sein de sa collectivité dans la mise en œuvre de projets de géothermie

Restitution en plénière (15 min)

4

Conclusion de l'atelier

6 bonnes raisons de passer à la géothermie (10 min)

6 bonnes raisons de passer à la géothermie

Une facture énergétique maîtrisée

Des coûts d'exploitation stables et réduits :

- ✓ Investissement initial important mais **coûts d'exploitations faibles** (entretien, consommation d'électricité de la PAC) → réduction des ¾ de la facture énergétique.
- ✓ Cout stable contrairement aux énergies fossiles : **une planification plus aisée grâce à une visibilité financière**.

La géothermie : une énergie compétitive :

- ✓ Une fois l'investissement amortis : coûts d'exploitation réduits et longue durée de vie de l'installation (50 ans) et des PAC géothermiques (25 ans).
- ✓ Performance augmentée si :
  - production de chaud et de froid/frais,
  - La ressource est très favorable,
  - Il y a absence de servitude par un réseau de gaz.



Centre Aquatique de Saint-Amand-les-Eaux (59)

« La géothermie affiche un coût de fonctionnement annuel de 60 995 € HT contre 131 065 € HT pour l'option chaufferie gaz. Quant aux émissions annuelles de CO_2, elles sont de 56 tonnes pour une PAC et de 800 tonnes par an avec un chauffage au gaz. La solution géothermique est donc très intéressante sur le plan économique comme sur celui du respect de l'environnement. »

Franck BAUDOUX, Directeur Général de la S.P.L. du Centre Aquatique Intercommunal de l'Amandinois

Source : *La géothermie de surface, Une énergie performante et durable pour les territoires - 6 bonnes raisons de choisir la géothermie*, ADEME, BRGM

6 bonnes raisons de passer à la géothermie

Une exemplarité environnementale

Une énergie vertueuse :

- Rejet moyen géothermie de surface < **45 gCO2e/kWh de chauffage**
  → *4 fois moins que l'électricité, 5 fois moins que le gaz naturel et 7 fois moins que le fioul*
- Consommation sur place : **pas de transport**
- Contribution au déploiement direct des **bâtiment bas carbone (BBCA)** et de **haute qualité environnementale (HQE)**

Un engagement pour lutter contre le changement climatique :

- Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) : Objectif de **38% EnR dans la consommation finale de chaleur à horizon 2030**
- Encore un **fort potentiel de développement** en France pour rattraper ses collègues européens en matière de géothermie de surface



Source : *La géothermie de surface, Une énergie performante et durable pour les territoires - 6 bonnes raisons de choisir la géothermie*, ADEME, BRGM

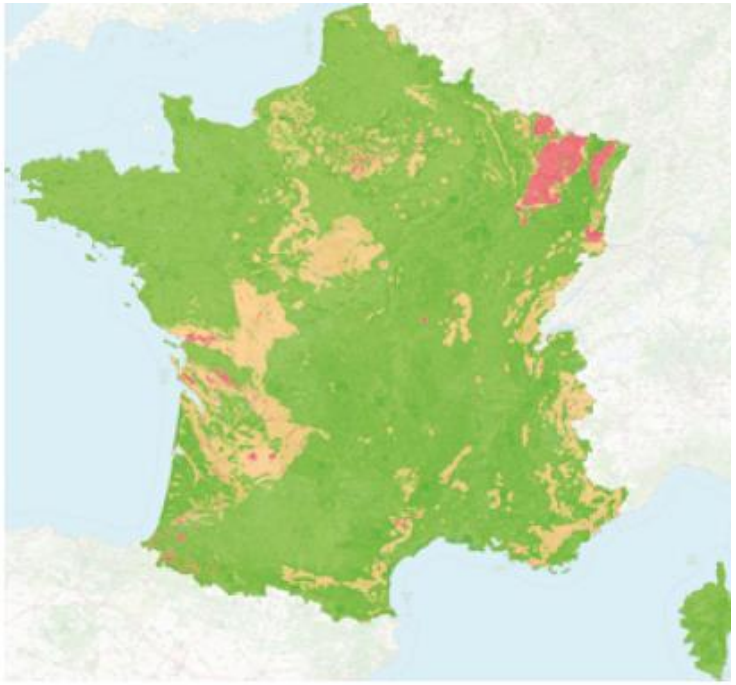
6 bonnes raisons de passer à la géothermie

Promotion de ressources locales

Une énergie disponible en permanence sur presque tout le territoire :

- Réglementation Géothermie de Minime Importance (GMI) :
  - → **zone vertes :** télédéclaration sur **83% de l'hexagone**
  - → **zones oranges** : télédéclaration + avis d'expert sur **15% de l'hexagone**

Cartes disponibles en ligne pour connaître la ressource géothermique



Une énergie de mon territoire pour mon territoire :

- Pas de transport ni de gestion des stocks : émancipation des énergies fossiles et **indépendance des territoires.**
- Mobilise **de nombreux acteurs du territoire** : BE, foreurs, installateurs…

Source : *La géothermie de surface, Une énergie performante et durable pour les territoires - 6 bonnes raisons de choisir la géothermie*, ADEME, BRGM

6 bonnes raisons de passer à la géothermie

Energie adaptable

Relever le défi de l'augmentation des températures :

- Production de **froid actif** (PAC réversible) ou de **froid passif (géocooling)** à prix compétitif
- Géocooling : 1 kWh d'électricité → jusqu'à 50 kWh de frais produits
- **Contrairement aux climatiseurs :** pas d'effet d'ilots de chaleur et faible consommation d'électricité



Possibilité d'alimenter des quartiers entiers avec la boucle d'eau tempérée

- 1 **captage mutualisé** : sondes / nappe / eau de mer / eau de lac / eaux usées / puits de mine…
- 1 réseau où circule **une eau à 15°C** alimentant les PACs au pied de chaque bâtiment
- Possibilité de **chauffer et refroidir**
- Possibilité d'usage multi EnR&R, gestion optimisée, possibilité d'évolutivité du réseau

Source : *La géothermie de surface, Une énergie performante et durable pour les territoires - 6 bonnes raisons de choisir la géothermie*, ADEME, BRGM

6 bonnes raisons de passer à la géothermie

Une intégration harmonieuse à son environnement

Une énergie renouvelable et économe d'espace :

- **Occupation foncière réduite** (local technique en surface) → a sa place en milieu dense
- Pas d'espace de stockage requis
- Pas d'approvisionnement extérieur donc pas de trafic supplémentaire
- *Peut être décisive pour l'obtention des labels BBCA et HQE*

Une énergie discrète en phase d'exploitation :

- La géothermie est discrète **: sous terre, invisible**

  → possible pour chauffer des bâtiments esthétiques (ex : palais de l'Elysée)

- Pas de bruit, pas d'odeur

Une énergie discrète

Une fois les travaux réalisés, la géothermie est discrète : sous terre, elle est invisible. Elle ne produit ni bruit, ni odeur. Elle est particulièrement adaptée aux bâtiments patrimoniaux, mais aussi à ceux pour lesquels l'esthétisme, le calme et le confort sont importants.



Complexe sportif de Combourg © Coquard Colleu Charrier



Halle aux grains de Blois © 52e2, Région Centre-Val-de-Loire



La Grande Passerelle, Saint-Malo © Architecture-Studio

Source : *La géothermie de surface, Une énergie performante et durable pour les territoires - 6 bonnes raisons de choisir la géothermie*, ADEME, BRGM

6 bonnes raisons de passer à la géothermie

Le choix de technologies qui ont fait leurs preuves

Des technologies éprouvées et pérennes :

- + de 200 000 PAC géothermiques en fonctionnement en France
- Amélioration continue : capitalisation des bonnes pratiques, progrès techniques, recherche

Des professionnels qualifiés :

- Mention RGE (Reconnu Garant de l'Environnement) : réseau de professionnels qualifiés :

Les qualifications RGE

Type de prestation	Signe de qualité RGE
Études / Conseil	RGE OPQIBI
Installation / Pose de la pompe à chaleur	RGE QUALIFELEC, RGE QUALIBAT, RGE QualiPac
Installation / Pose des échangeurs souterrains (sondes, forages sur nappe)	RGE QualiForage

Financement et garantie :

- Fonds chaleur :

FONDS CHALEUR
PLUS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES, PLUS D'INDÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE

Aides financières	Pour quel type de projet ?	Aide incitative
Aides à la décision Aides aux investissements	De Production de chaleur/froid à partir d'EnR&R	Rend la géothermie compétitive face aux énergies conventionnelles

- Autres aides : régions, FEDER…
- Garantie AQUAPAC : couvre les risques d'échec d'opérations de PAC géothermiques sur eau de nappe pendant 10 ans.

AQUAPAC

Source : *La géothermie de surface, Une énergie performante et durable pour les territoires - 6 bonnes raisons de choisir la géothermie*, ADEME, BRGM

Avez-vous des questions ?



Pause-café
Reprise à 15h20



5

Construire ma feuille de route « géothermie »

Ophélie DELEPINE et Marie MILIN-HAULBERT

15h20-16h20

5

Construire ma feuille de route « géothermie »

Présentation des modalités de travail

Construire ma feuille de route « géothermie »

OBJECTIFS

- **Prendre du recul** et élaborer une **feuille de route « géothermie »** pour ma collectivité et mon territoire

TIMING

- 5′ Explication des consignes
- 5′ Répartition en groupe
- 40′ Construction de la stratégie
- 10′ Restitution

Construire ma feuille de route « géothermie »

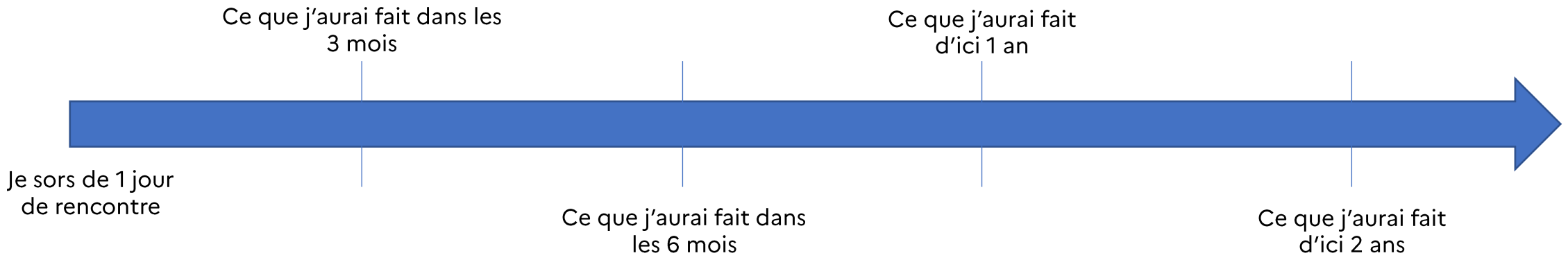
1 Commencez à structurer vos actions

- Objectifs
- Acteurs à mobiliser
- Freins possibles
- Autres points à prendre en compte

3 Définissez pour chacune de vos actions

- les tâches / étapes
- les acteurs à mobiliser (en interne/en externe)
- les modalités de gouvernance/portage
- les moyens indispensables à sa mise en œuvre/réussite

2 Planifiez et programmez la mise en œuvre de votre action



Rencontres Territoire Engagé – Géothermie

Atelier Feuille de route

Réflexions globales	
Quels objectifs souhaitons-nous nous fixer ?	Quelles actions pour y répondre ?

Rencontres Territoire Engagé – Géothermie

Atelier Feuille de route – calendrier

+ 3 mois	+ 6 mois	+ 1 an	+1,5 an	+ 2ans	+ 3 ans	+ 4 ans	+ 5 ans

Rencontres Territoire Engagé – Géothermie

Atelier Feuille de route - Mini-fiches actions

Action :		
Acteurs à mobiliser :	Freins identifiés :	Autres points à prendre en compte :
Étapes de mise en œuvre :		
Gouvernance / portage :	Moyens nécessaires :	l'action prioritaire de communication :

Action :		
Acteurs à mobiliser :	Freins identifiés :	Autres points à prendre en compte :
Étapes de mise en œuvre :		
Gouvernance / portage :	Moyens nécessaires :	l'action prioritaire de communication :

5

Construire ma feuille de route « géothermie »

Travail en groupe

6

Conclusion et ouverture

16h20-17h00

6

Conclusion et ouverture

Eléments d'ouverture sur la géothermie

Quelques rappels

Usages / avantages / points d'attention de la géothermie

→ Chaleur / Froid / rafraîchissement

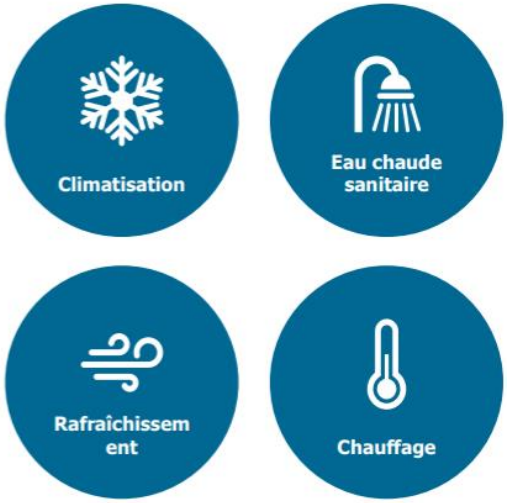
- **Potentiel important**
- **Énergie locale :**
- Source d'emploi locale
- Indépendante de la volatilité du prix des énergies traditionnelles
- Coûts de fonctionnement réduits, stables
- **Indépendante des variations climatiques :**
- Disponible 24h/24, 365 jours/ an
- **Impacts limités :**
- Faible occupation foncière
- Peu/ pas d'émissions
- Pas d'impact visuel
- **Maturité technique**

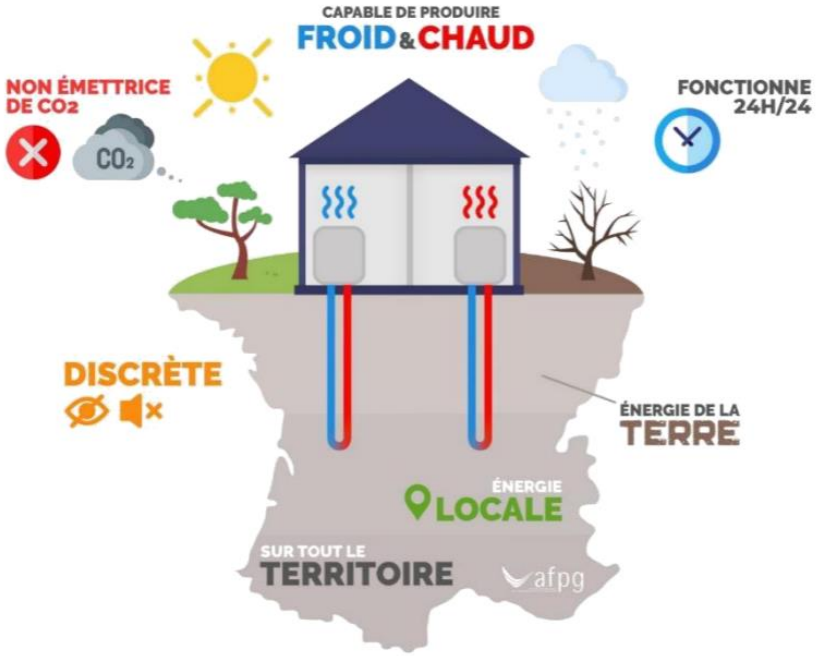
Quelques rappels

Usages / avantages / points d'attention de la géothermie de surface

Pour tout type de projet







- /!\ adapté pour des émetteurs basse température (plancher chauffant, radiateurs basse température)

Les accompagnements de l'ADEME

Aide aux installations de production et de distribution de chaleur renouvelable

Note d'opportunité gratuite

- Par un animateur CCRt ou un relais régional, avant d'orienter vers une étude de faisabilité

Aides aux études

- **Études** de faisabilité, schémas directeurs réseaux
- **Au fil de l'eau**
- **Financement ADEME 2024 de 60 à 80%** des coûts éligibles, plafonnés à 100 k€
- L'étude doit respecter le cahier des charges ADEME (cf page AGIR)

Aides à l'investissement

- **Chaleur renouvelable** :
  - Réseaux de chaleur et de froid (création ou extension)
  - Récupération de Chaleur fatale
  - Géothermie de surface
  - Biomasse
  - Solaire thermique au fil de l'eau et AAP GIST

  Critères d'éligibilité et modalités de financement propres à chaque EnR **(/!\ étude de faisabilité = préalable nécessaire)**



Dépôt du dossier de demande d'aide :

- Sur la plate-forme AGIR

OU

- Auprès de votre animateur Chaleur Renouvelable territorial

/!\ Toute demande d'aide doit être déposée avant un engagement ferme de réalisation de l'opération (devis signé, marché notifié,…)

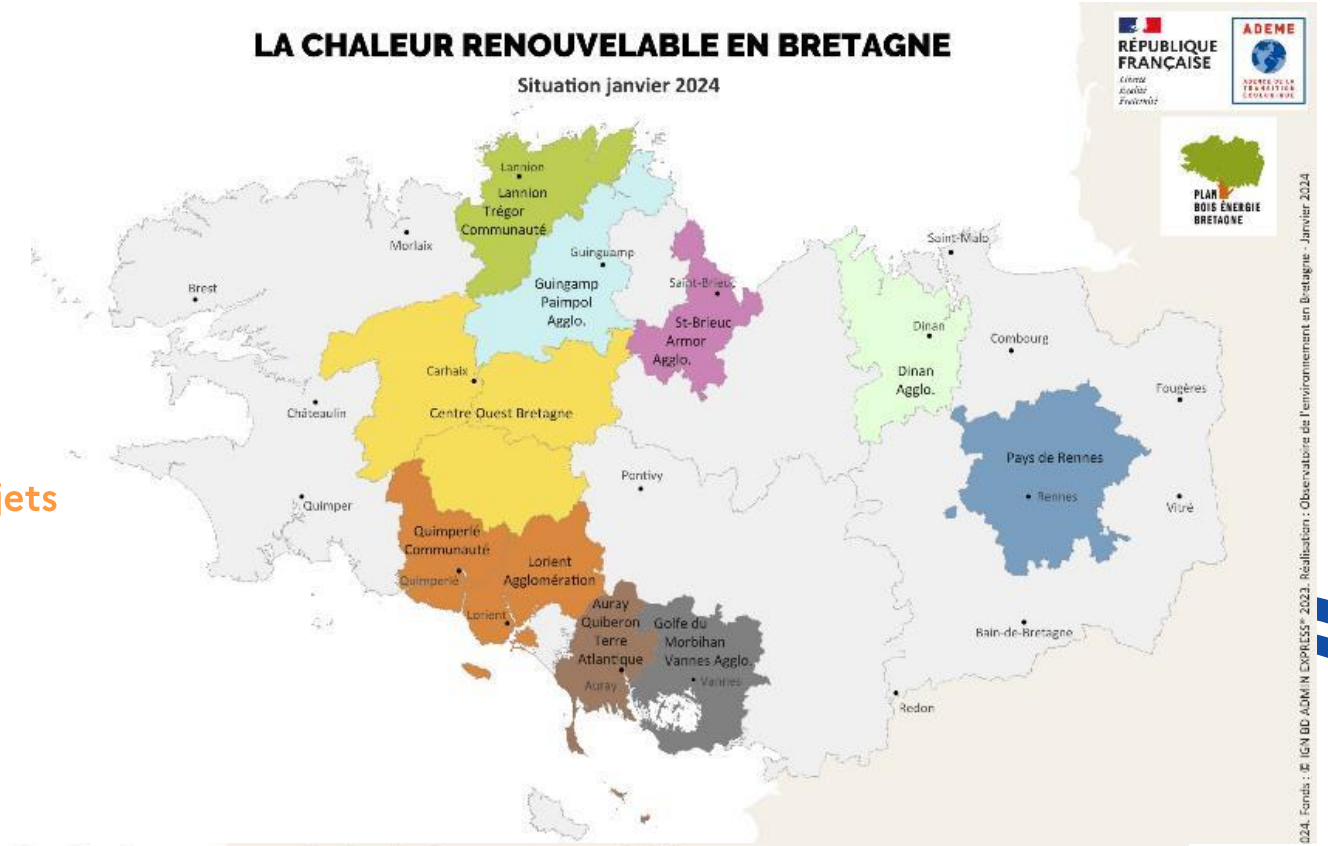
Eléments d'ouverture

Contacts en Bretagne

10 territoires engagés dans un
Contrat Chaleur Renouvelable territorial CCRt

Une expertise technique régionale
Pour accompagner les territoires et les porteurs de projets

Dans l'attente d'un relai régional **Géothermie** :
contact ADEME marie.milin-haulbert@ademe.fr



Structures porteuses de contrats de développement de la chaleur renouvelable

Centre Ouest Bretagne : ALECOB - Antoine QUÉRO - 02 98 99 27 80
Lannion Trégor Communauté : Anne-Christine PALUD - 02 96 05 09 05
Quimperlé Communauté et Lorient Agglomération : SPL - Lucie LEBRUN - 07 63 72 50 09
Saint-Brieuc Armor Agglomération : François KIRK - 02 96 68 23 51
Pays de Rennes : ALEC du Pays de Rennes - Sylvain LABICHE - 02 99 35 83 52

Golfe du Morbihan Vannes Agglomération : Corentin SÉLIGOUR - 02 97 68 14 24
Auray Quiberon Terre Atlantique : Vincent CANU - 06 20 11 71 79
Guingamp Paimpol Agglomération : enr@guingamp-paimpol.bzh
Dinan Agglomération : /

6

Conclusion et ouverture

Tour de table

6

Conclusion et ouverture

Mots de conclusion

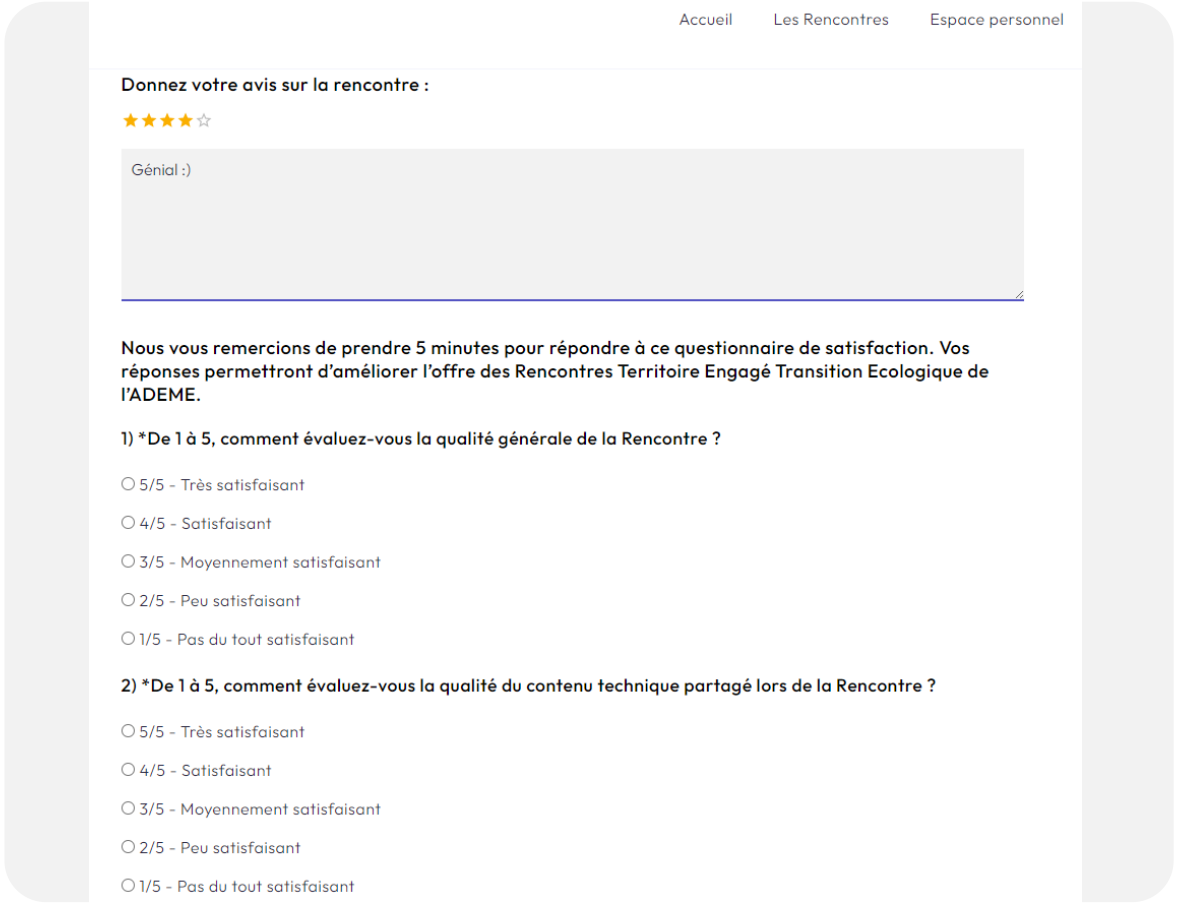
Déclusion – en 1 mot, cette Rencontre a été …



A la suite de cet atelier …

Le déroulé de la journée, ses apports, les points à améliorer, les compléments nécessaires, … nous sommes preneurs de vos retours !

- ✓ Retrouvez dès demain dans votre boîte mail le lien pour répondre au **questionnaire de satisfaction** (5 min)
- ✓ Retrouvez également des **ressources complémentaires dans votre Espace Personnel, sur le site TETE**
- ✓ **Parlez-en autour de vous !**



Accueil Les Rencontres Espace personnel

Donnez votre avis sur la rencontre :

★★★★☆

Génial :)

Nous vous remercions de prendre 5 minutes pour répondre à ce questionnaire de satisfaction. Vos réponses permettront d'améliorer l'offre des Rencontres Territoire Engagé Transition Ecologique de l'ADEME.

1) *De 1 à 5, comment évaluez-vous la qualité générale de la Rencontre ?

- ○ 5/5 - Très satisfaisant
- ○ 4/5 - Satisfaisant
- ○ 3/5 - Moyennement satisfaisant
- ○ 2/5 - Peu satisfaisant
- ○ 1/5 - Pas du tout satisfaisant

2) *De 1 à 5, comment évaluez-vous la qualité du contenu technique partagé lors de la Rencontre ?

- ○ 5/5 - Très satisfaisant
- ○ 4/5 - Satisfaisant
- ○ 3/5 - Moyennement satisfaisant
- ○ 2/5 - Peu satisfaisant
- ○ 1/5 - Pas du tout satisfaisant

Merci !

Plateforme des Rencontres

N'hésitez pas à aller la plateforme des Rencontre Territoire Engagé pour retrouver les documents liés à cette formation et pour plus d'information sur les différentes Rencontres proposées dans votre région !

https://rencontres.territoiresentransitions.fr/

Pour toute question, vous pouvez contacter :

- ✓ **La coordinatrice des Rencontres Territoire Engagé : jeanne.tilly@ademe.fr**
- ✓ **Votre DR ADEME**

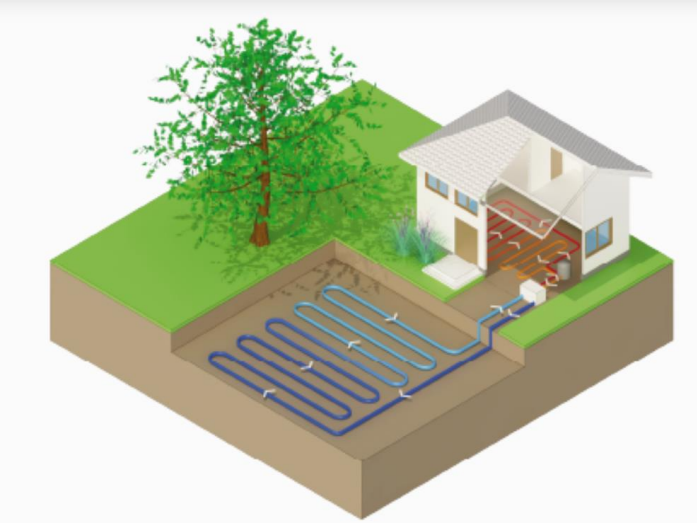
Annexe : pour aller plus loin

Les technologies de la géothermie de surface

Les échangeurs Horizontaux

Description

- Les échangeurs (ou capteurs horizontaux) sont constitués de tubes de polyéthylène installés en boucles enterrés horizontalement à faible profondeur (de 0,80 à 1,20 mètre).



Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Cout global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Absence de forage
- ✓ Démarches administratives ne relèvent pas du code minier
- ✓ Entretien très limité

Limites

- × Disponibilité foncière nécessaire : entre 1 à 2 fois la surface à chauffer/refroidir selon le climat et l'isolation du bâtiment
- × Performances globales limitées du fait de l'influence des variations saisonnières sur l 'échangeur

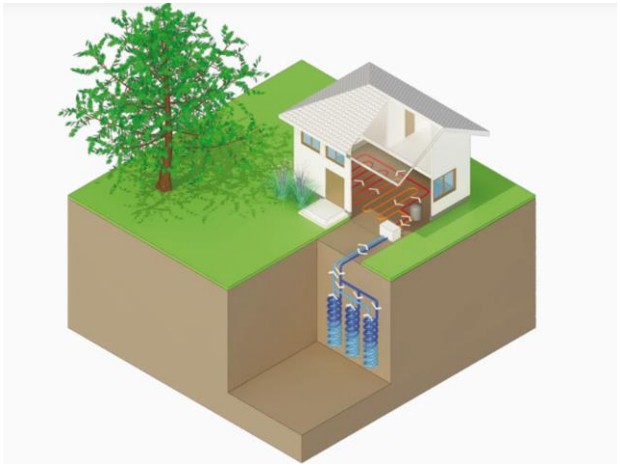
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Les technologies de la géothermie de surface

Corbeilles (échangeurs compacts)

Description

- Le système de pompe à chaleur (PAC) géothermique sur corbeilles, ou "échangeurs compacts", est constitué de tuyaux ayant une forme rappelant une corbeille.
- Le diamètre est compris entre 30 cm et 1,5m pour une hauteur entre 2 et 3 mètres. Il permet de mobiliser une puissance extractible de 500 à 1000 W suivant le type de corbeille
- L'énergie est acheminée jusqu'à la pompe à chaleur. La PAC transfère ensuite la chaleur vers le bâtiment ou l'injecte dans l'eau pour refroidissement.



Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Cout global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Absence de forage
- ✓ Démarches administratives ne relèvent pas du code minier
- ✓ Entretien très limité

Limites

- × Performances globales limitées du fait de l'influence des variations saisonnières sur l 'échangeur
- × Disponibilité foncière nécessaire

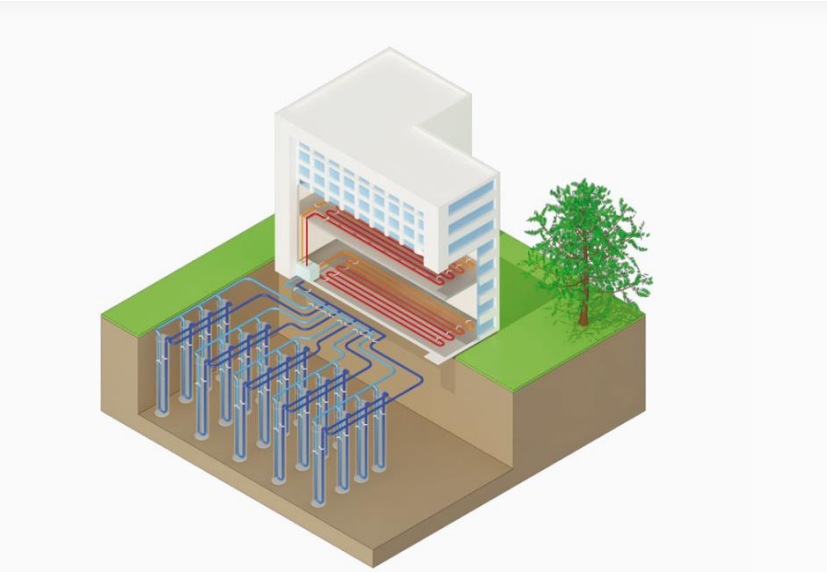
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Les technologies de la géothermie de surface

Sondes géothermiques Verticales

Description

- Un système de pompe à chaleur (PAC) sur sondes géothermiques verticales (SGV), ou sur champ de sondes, consiste à faire circuler, en circuit fermé, de l'eau souvent additionnée d'antigel, dans un réseau de tubes en polyéthylène disposés à la verticale dans des forages de 100 mètres de profondeur environ. Cela permet d'échanger de l'énergie par transfert de chaleur puis de l'acheminer jusqu'à la PAC géothermique.



Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Coût global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Fiabilité et performance : les REX montrent que pour 1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC jusqu'à 5 kWh sont restitués au bâtiment en mode chauffage
- ✓ Longévité du système
- ✓ Entretien très limité

Limites

- × Cout d'investissement
- × Dimensionnement des sondes avec des outils adaptés pour garantir les perfs énergétiques du système
- × Régime de déclaration ou d'autorisation administrative (selon la réglementation relative à la géothermie de minime importance selon la zone)

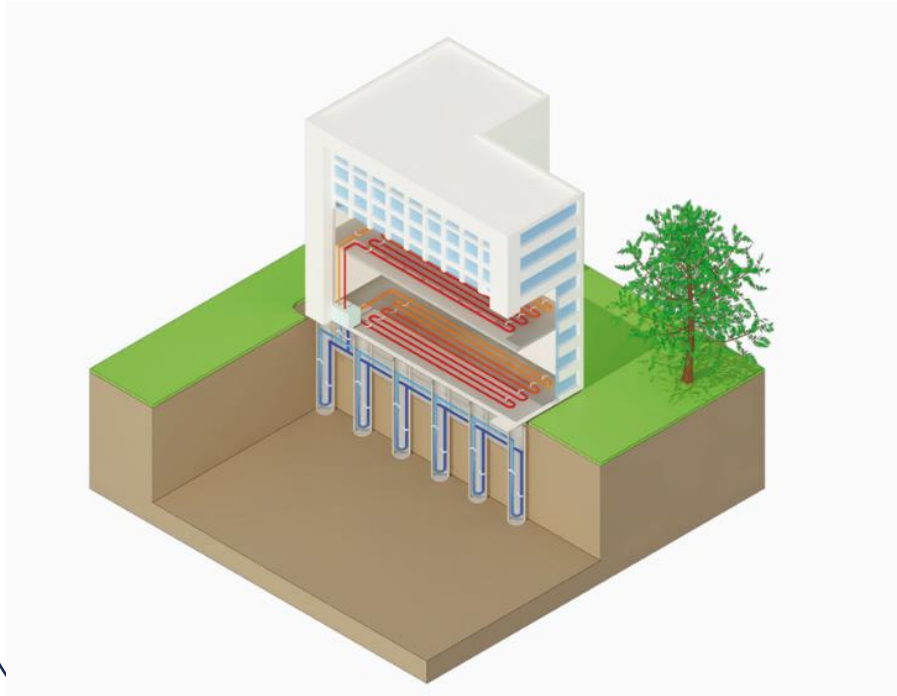
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Les technologies de la géothermie de surface

Fondations Thermoactives (géo-structures énergétiques)

Description

- Dans le cas des fondations thermoactives, le réseau de tubes en polyéthylène dans lequel circule le fluide caloporteur est directement intégré au béton armé des éléments de fondations (pieux, parois moulées, dalles, semelles ou autres



Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Cout global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Impact foncier nul
- ✓ Coût d'investissement réduit par la mutualisation avec le creusement des fondations
- ✓ Démarche administrative ne relèvent pas du code minier.

Limites

- × Nombre réduit de professionnel qualifiés pour la conception et mise en œuvre
- × Coordination importante à prévoir entre les foreurs et l'entreprise chargée de l'installation des échangeurs géothermiques

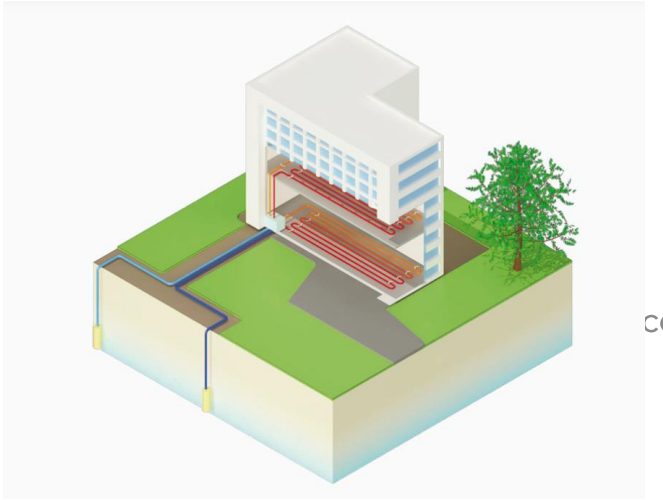
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Les technologies de la géothermie de surface

Captage sur nappe d'eau souterraine

Description

- Un système de PAC géothermique sur nappe, couramment appelée "pompe à chaleur géothermique sur aquifère" ou encore "pompe à chaleur géothermique sur eau souterraine", consiste à pomper de l'eau située dans le sous-sol pour valoriser son énergie.
- Un premier forage, dit de "production", permet d'acheminer le fluide via un échangeur jusqu'à la pompe à chaleur géothermique pour en prélever de la chaleur ou du froid. Un second forage, dit de "réinjection", permet de renvoyer l'eau dans le sous-sol.



Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Cout global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Performance du système : les Rexs montrent que pour1 kWh d'énergie électrique consommée par la pompe à chaleur géothermique sur nappe, jusqu'à 5,5 kWh sont restitués au bâtiment en mode chauffage
- ✓ Performances constantes tout au long de l'année

Limites

- × Hétérogénéité de la ressource en eau sur le territoire
- × Entretien régulier à assurer
- × Régime de déclaration administrative relevant de la réglementation de géothermie de minime importance
- × Disponibilité foncière nécessaire.

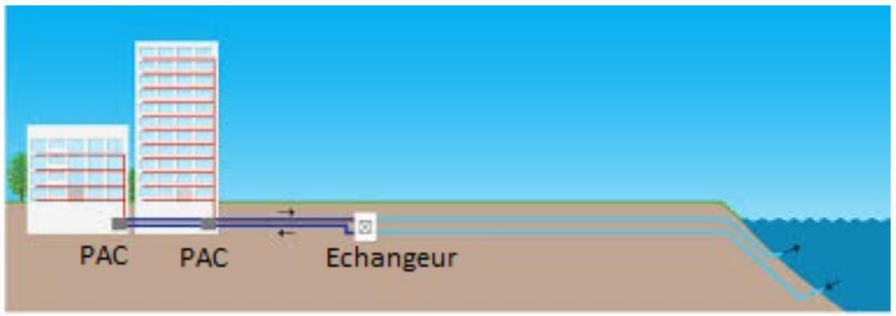
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Les technologies de la géothermie de surface

Captage sur nappe d'eau de mer

Description

- Les systèmes de pompes à chaleur sur eau de mer (PAC sur EDM, encore appelée thalassothermie) fonctionnent sur le même principe théorique que la PAC sur nappe. Elle valorise ainsi l'énergie calorifique des profondeurs marines pour chauffer et/ou refroidir un ou plusieurs bâtiments.
- Quelques exemples français existent déjà (Marseille, Cherbourg…), avec des puissances thermiques allant de quelques dizaines de kW à plusieurs MW



Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME

Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Cout global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Stabilité en température de la ressource prélevée
- ✓ Potentiel de développement élevé

Limites

- × Démarches administratives à prévoir auprès des services instructeurs de l'état.
- × Nécessité d'espacer les points de captage et de rejet de l'eau de mer pour éviter de réchauffer ou refroidir la source
- × Maintenance adaptée à prévoir

Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Autres ressources stables à exploiter via une PAC

Cloacothermie : captage de l'énergie des eaux usées"

Description

Principe : Un **échangeur de chaleur** peut être placé directement dans la **canalisation d'eaux usées** ou mis en place de manière déportée.

Différentes technologies de cloacothermie éprouvées existent :

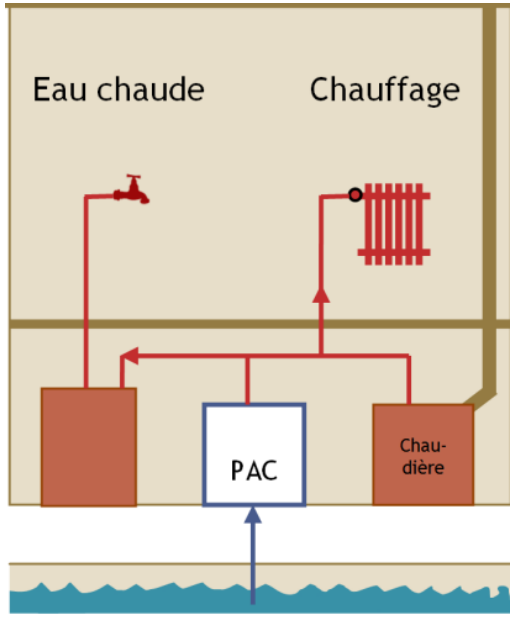
- Au **pied d'un immeuble**
- Sur le **réseau d'assainissement** public
- En **fin de parcours** sur la **station d'épuration**

Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de **chauffage** et/ou de **refroidissement** et/ou **d'eau chaude sanitaire** avec une énergie durable
- ✓ **Adaptabilité** des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « **géocooling** »
- ✓ **Coût global avantageux** grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée
- ✓ Valorisation d'une source importante **d'énergie renouvelable et de récupération** en milieu urbain
- ✓ Pas de réglementation spécifique

Limites

× La **pertinence technico-économique** de l'opération dépend de la **taille et du contexte du projet**.



Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Autres ressources stables à exploiter via une PAC

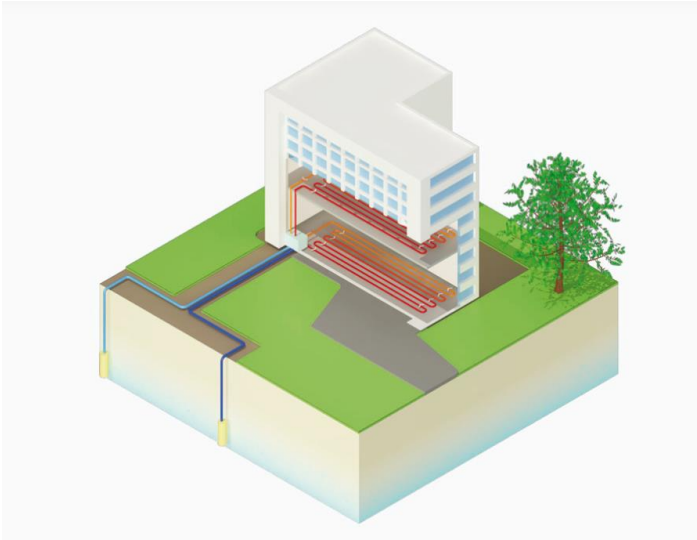
Thalassothermie et captage sur eaux de surface

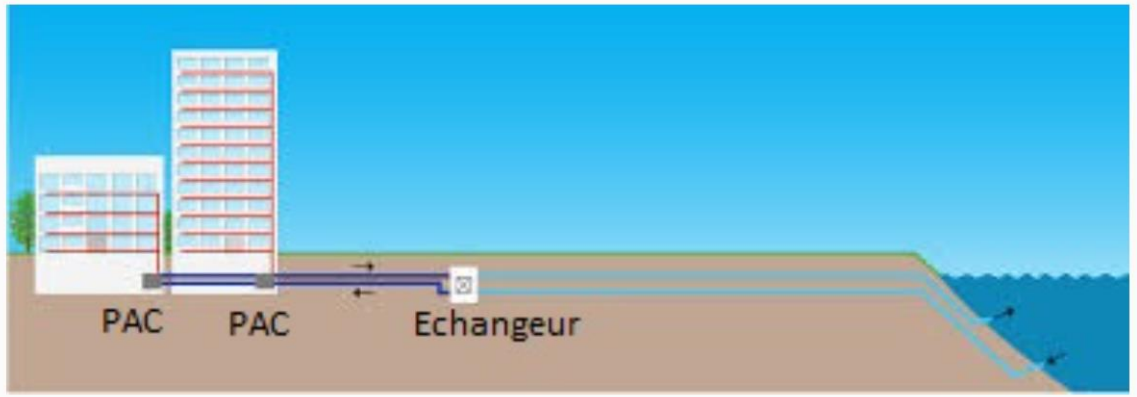
Description

Un système géothermique en boucle ouverte valorise l'énergie de l'eau souterraine et nécessite généralement deux forages (doublet).

D'autres situations peuvent être qualifiées de « thalassothermie » :

- Captages sur eaux de surface (rivières, lacs, …) ;
- Captages sur eau de mer ;
- Captage sur exhaures de mines (anecdotique)





Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME

Opportunités

- ✓ Couverture des besoins de chauffage et/ou de refroidissement et/ou d'eau chaude sanitaire avec une énergie durable
- ✓ Adaptabilité des solutions
- ✓ Possibilité de produire du frais avec le « géocooling »
- ✓ Cout global avantageux grâce à des performances énergétiques élevées
- ✓ Importance de la mise en œuvre d'une maintenance qualifiée

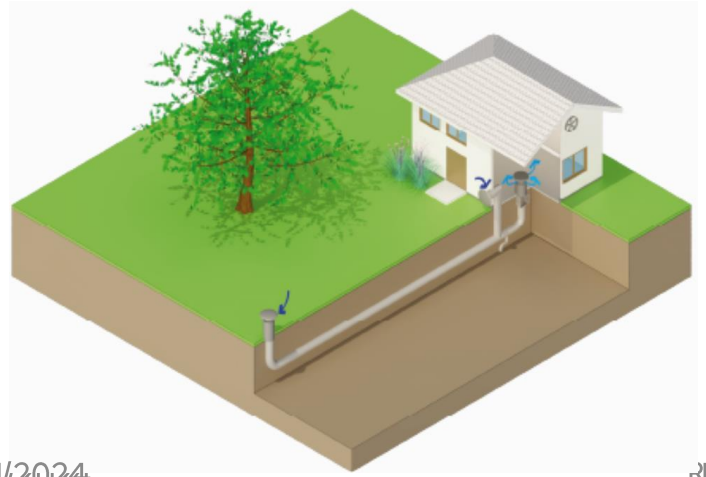
Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Les technologies de la géothermie de surface

Le captage de la ressource : les puits climatiques

Description

- Le puit climatique fait cir**culer l'air extérieur dans des tubes enterrés à une profondeur stable pour échanger de la chaleur avec le sol,** rafraîchissant l'air en été et le réchauffant en hiver.
- Système qui **utilise la température constante du sol** pour tempérer l'air avant qu'il ne pénètre dans l'habitat via un système de ventilation.



Opportunités

- ✓ **Dispense de l'installation d'un système de refroidissement**, sous les climats chauds et en été, quand les autres paramètres (vitrages, protections solaires, …) ont été optimisés et que le climat (ou la température du sol) le permet ;
- ✓ En hiver et sous des climats froids, **préchauffage de l'air neuf, qui réduit la consommation de chauffage**.

Limites

- × **Soin à apporter dans la mise en œuvre du puits** qui doit présenter une pente minimale afin de permettre **l'écoulement** des condensats.
- × Le revêtement du puits doit être adapté afin d'éviter une **prolifération bactérienne** et la **pollution de l'air intérieur ;**
- × **Température "de consigne" pas toujours atteignables en fonctionnement estival**

Source : Les technologies de géothermie de surface | Geothermies

Comparatif des technologies captant la chaleur du sol

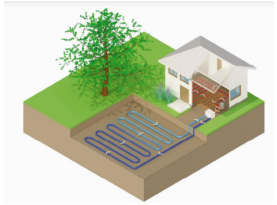
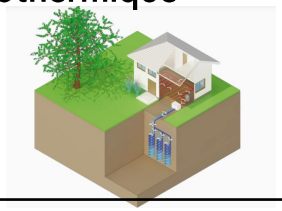
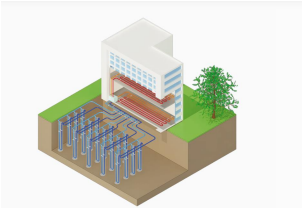
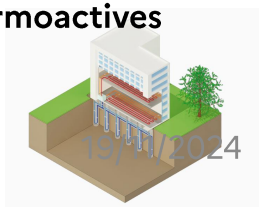
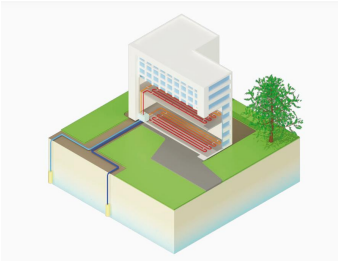
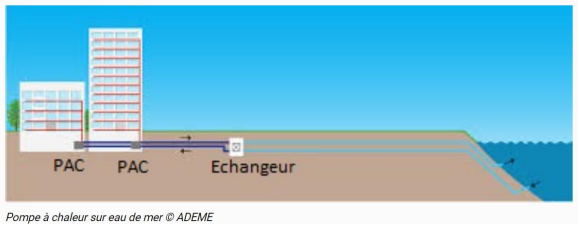
Nom de la technologie	Description	Opportunités spécifiques	Limites
Echangeurs horizontaux 	Système de boucles de tubes en polyéthylène enterrées à faible profondeur entre 0,80 et 1,20 mètre.	✓ Absence de forage ✓ Démarches administratives ne relèvent pas du code minier	× Disponibilité foncière nécessaire : entre 1 à 2 fois la surface à chauffer/refroidir selon le climat et l'isolation du bâtiment × Performances globales limitées du fait de l'influence des variations saisonnières sur l 'échangeur
Corbeilles / murs géothermique 	Système qui utilise des tuyaux en forme de corbeille pour mobiliser une puissance de 500 à 1000 W.		× Performances globales limitées du fait de l'influence des variations saisonnières sur l 'échangeur × Disponibilité foncière nécessaire
Sondes géothermiques verticales 	Système qui utilise un réseau de tubes en polyéthylène verticaux dans des forages jusqu'à 200 mètres de profondeur.	✓ Fiabilité et performance : les REX montrent que pour 1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC jusqu'à 5 kWh sont restitués au bâtiment en mode chauffage ✓ Longévité du système	× Cout d'investissement × Dimensionnement des sondes avec des outils adaptés pour garantir les perfs énergétiques du système × Régime de déclaration ou d'autorisation administrative (selon la réglementation relative à la géothermie de minime importance selon la zone)
Fondations Thermoactives 	Système de réseau de tubes en polyéthylène transportant le fluide caloporteur intégré directement dans le béton armé des fondations en contact avec le sol.	✓ Impact foncier nul ✓ Coût d'investissement réduit par la mutualisation avec le creusement des fondations ✓ Démarche administrative ne relèvent pas du code minier.	× Nombre réduit de professionnel qualifiés pour la conception et mise en œuvre × Coordination importante à prévoir entre les foreurs et l'entreprise chargée de l'installation des échangeurs géothermiques

Tableau comparatif entre captage sur nappe d'eau souterraine et sur eau de mer

Nom de la technologie	Description	Opportunités spécifiques	Limites
Captage sur nappe d'eau souterraine 	Pompage de **l'eau située dans le sous-sol** pour valoriser son énergie. Fonctionne avec une PAC	✓Performance du système : les Rexs montrent que pour 1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC géothermique sur nappe, jusqu'à 5,5 kWh sont restitués au bâtiment en mode chauffage ✓Performances constantes tout au long de l'année	× Hétérogénéité de la ressource en eau sur le territoire × Entretien régulier à assurer × Régime de déclaration administrative relevant de la réglementation de géothermie de minime importance × Disponibilité foncière nécessaire.
Captage sur eau de mer  *Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME*	Valorisation de **l'énergie calorifique des profondeurs marines** pour chauffer et/ou refroidir un ou plusieurs bâtiments. Fonctionne avec une PAC	✓Potentiel de développement élevé	× Démarches administratives à prévoir auprès des services instructeurs de l'état. × Nécessité d'espacer les points de captage et de rejet de l'eau de mer pour éviter de réchauffer ou refroidir la source × Maintenance adaptée à prévoir

Mesurer la performance des PAC

Pompe à chaleur géothermique

Pour sélectionner une pompe à chaleur, plusieurs indicateurs permettent de définir son efficacité:

	En mode chaud		En mode froid	
	COP (coefficient de performance)	**SCOP (seasonal coefficient of performance)**	**EER (energy efficiency ratio)**	**SEER (seasonal energy efficiency ratio)**
Définitions	$\mathbf{COP} = \frac{\mathbf{E_{produite}}}{\mathbf{E_{consommée}}}$	• Efficacité saisonnière • Prend en compte les variations de température extérieure au cours de la saison de chauffage.	$\mathbf{EER} = \frac{\mathbf{E_{extraite\ du\ bât}}}{\mathbf{E_{consommée}}}$	• Efficacité saisonnière (mode climatisation) • Prend en compte les variations de température au cours de la saison estivale.
Valeurs typiques	**3 < COP < 5** Pour 1 kWh d'électricité consommé, 3 à 5 kWh de chaleur sont produits.	**2,5 < SCOP < 4,5** selon le climat et la qualité de l'installation.	**3 < EER < 5** similaire au COP mais pour le mode froid.	**3 < SEER < 5** selon les conditions climatiques et le niveau de sollicitation de la PAC.

Le SCOP est souvent inférieur au COP constructeur car il **reflète les performances dans des conditions variées, y compris les températures extrêmes.**

Source : ADEME