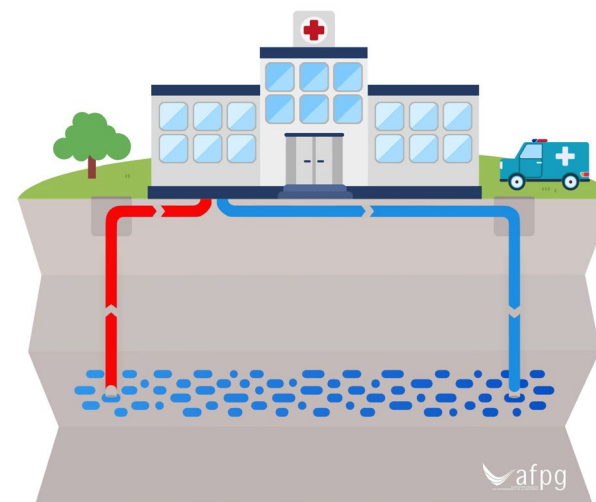




Webinaire 1 - Etude de faisabilité géothermie – Pourquoi et comment bien cadrer son projet ?



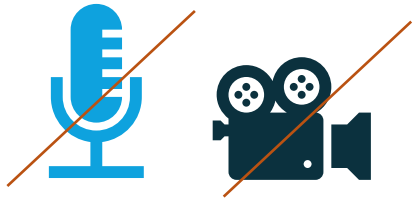
Partenaires :



22 mai 2026
10h00 à 12h00



Pour une visio conférence en toute sérénité...



Merci de **couper vos micros et vos caméras**



Poser vos questions directement **dans la conversation du Tchat** (onglet « converser ») pendant les interventions

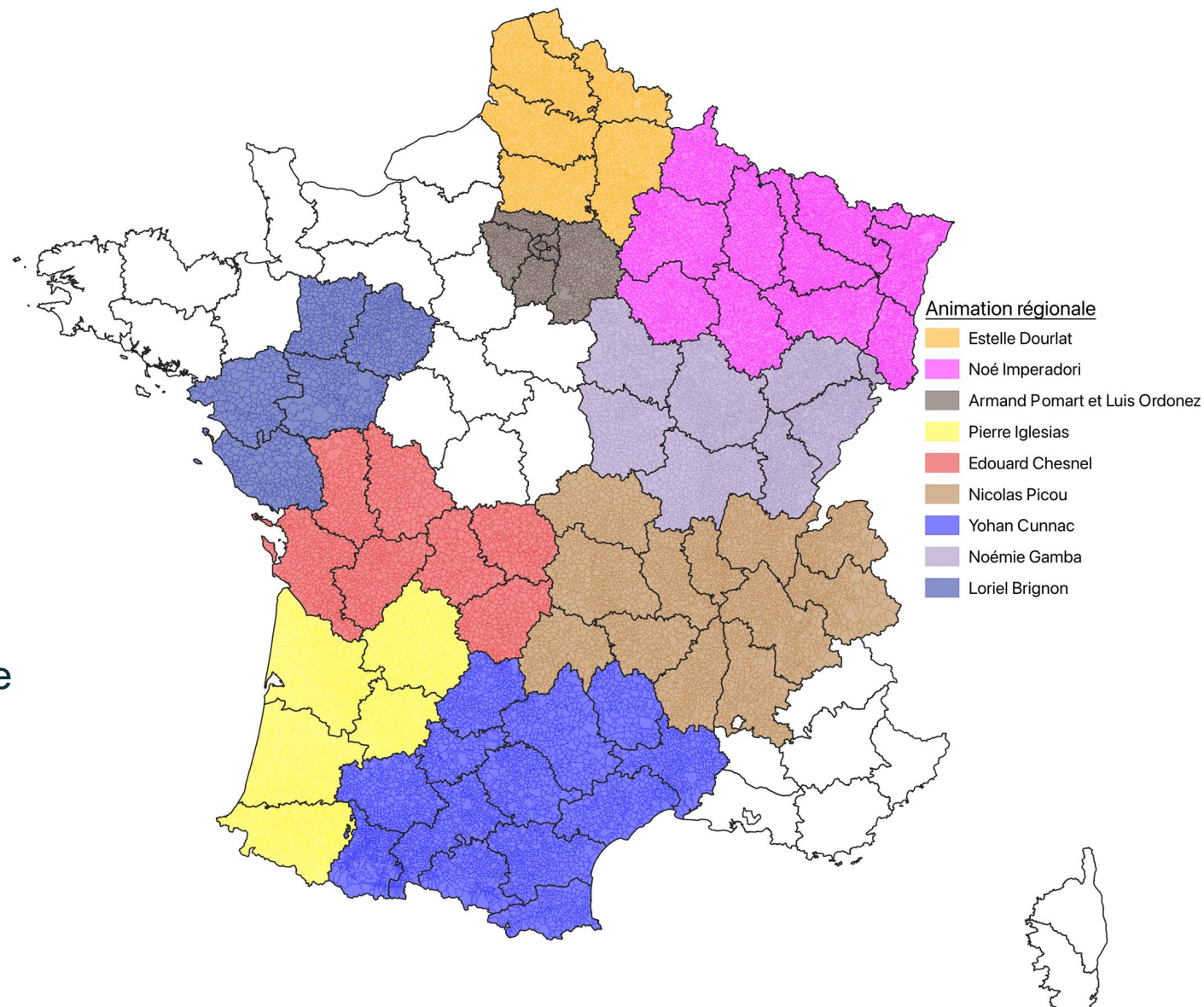


Un maximum de questions seront prises en séances



La visio sera **enregistrée**
Le replay en ligne dans quelques jours
Ainsi que le support de présentation

- A destination des **porteurs de projets publics et privés** (collectivités, entreprises, associations)
- **Centre de ressources**
- **Promotion** de la géothermie
- **Animation** de la filière professionnelle locale
- **Sensibilisation et accompagnement** des porteurs de **projets**



Identifiez votre animateur régional géothermie sur :
<https://www.afpg.asso.fr/les-animateurs-regionaux/>

Les webinaires du Réseau Animation Géothermie

- Cycle de webinaires annuel sur la géothermie
- Replays et supports des webinaires précédents disponibles sur le site de l'AFPG
>> <https://www.afpg.asso.fr/mediatheque/>

Webinaires 2026

Webinaire 1 - Etude de faisabilité géothermie – Pourquoi et comment bien cadrer son projet ?

Vendredi 22 mai 2026 – 10h00-12h00

Webinaire 2 - Les bonnes pratiques pour optimiser son installation de géothermie

Vendredi 29 mai 2026 – 10h00-12h15



Plan

- Introduction – Présentation Webinaire
- Géothermie : Les fondamentaux
- Le déroulé d'un projet de A à Z
- L'étude de faisabilité
- Les attendus du cahier des charges
- Les modalités de financement
- Questions-Réponses



Les fondamentaux



Estelle DOURLAT

Animatrice géothermie Hauts-de-France

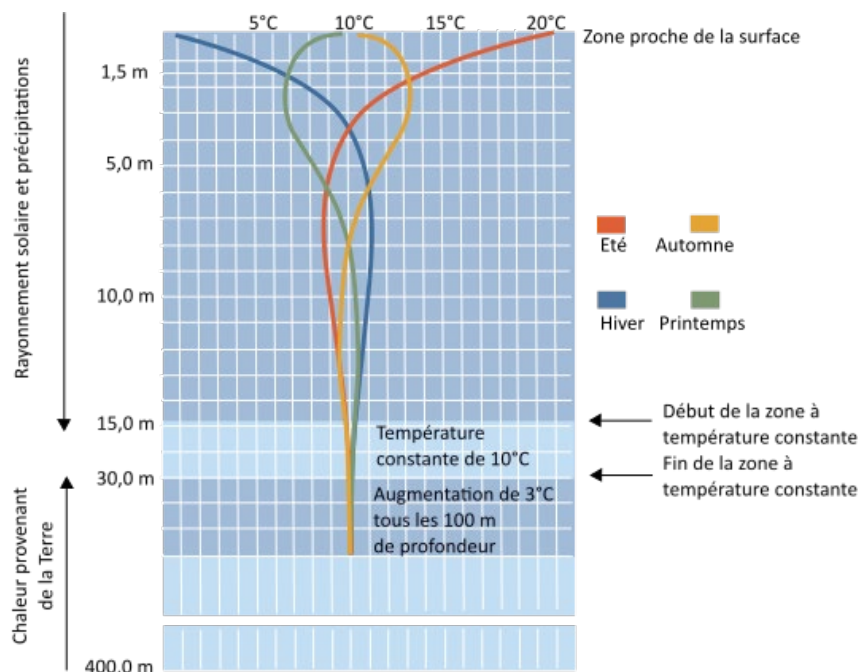


Origine de la géothermie

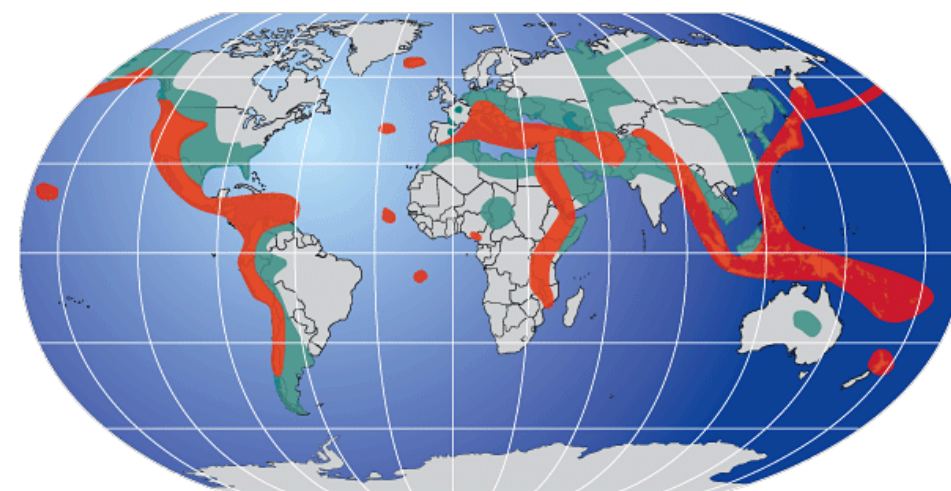
Origine de la chaleur dissipée par la Terre :

- 90% désintégration des éléments radioactifs naturels (U, Th, K, ...) présents dans les roches
- 10% refroidissement du noyau

Cette chaleur se dirige vers la surface par convection (flux) et réchauffe les nappes phréatiques



Influence climatique sur les variations de températures dans le sous-sol (www.asder.asso.fr)



Zones propices au développement de la géothermie haute énergie (Régions tectoniques et volcaniques actives émergées)

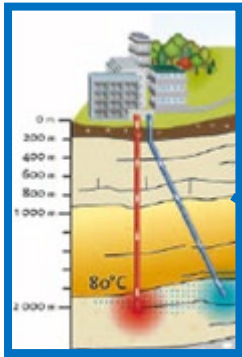
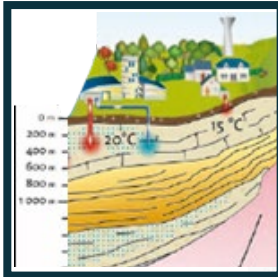
Zones favorables à la géothermie basse énergie (bassins sédimentaires)

Zones de socle cristallin réservées pour la très basse énergie

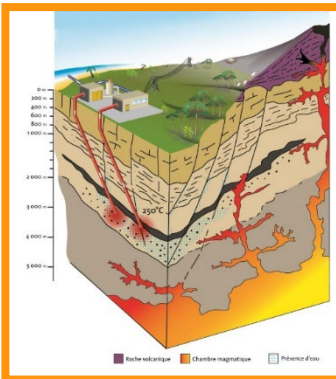
Quelle géothermie à quel endroit? (www.geothermies.fr)

Différents types de géothermies

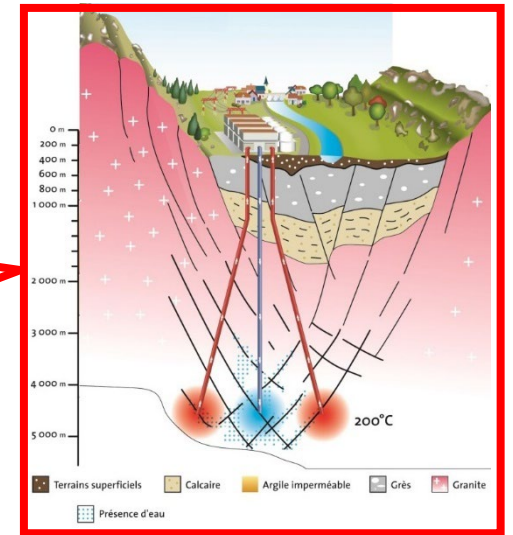
Surface (Très Basse Energie)



Profonde (Basse Energie)



Profonde (Haute Energie)



Profonde (Très Haute Energie)

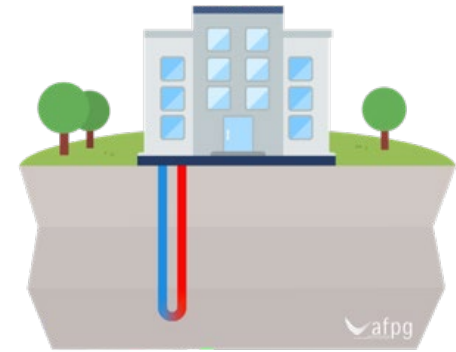
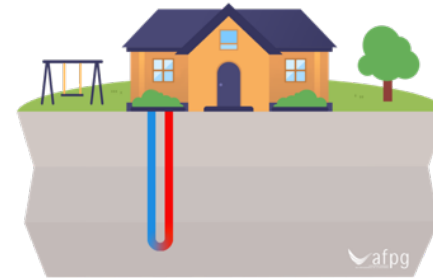
- Massifs cristallins : aquifères superficiels discontinus
- Chaînes récentes : aquifères superficiels discontinus
- Bassins sédimentaires peu profonds (aquifères continus)
- Bassins sédimentaires profonds (aquifères continus)
- Aquifères continus profonds, ressources prouvées ou probables (température > 70°C)
- Massifs volcaniques récents
- Site géothermique en cours d'étude
- Source thermique 25°C < T° < 80°C
- Gisement de vapeur

Ressources géothermiques en France (BRGM)

Les usages de l'énergie géothermique



Chauffage, rafraîchissement, climatisation
=> habitat individuel et collectif, bureaux, réseau ou BETEG



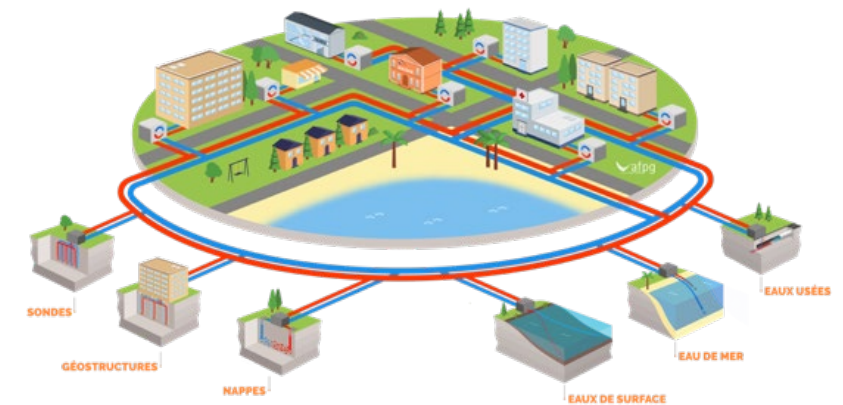
Production d'eau chaude sanitaire



Différents processus (industrie, agriculture, pisciculture, déshumidification piscines, ...)



Production d'électricité



Potentiel de la géothermie

209 000

installations en géothermie de surface

4,82 TWh

de chaud et de froid issus de la géothermie de surface

dont **900** nouvelles installations en 2024

dont **500** installations dans le résidentiel individuel

400 installations dans les secteurs du résidentiel collectif, du tertiaire, de l'agriculture et de l'industrie

ce qui représente environ 800 nouvelles PAC installées pour ces marchés.

Géothermie de surface



Géothermie profonde

Production de chaleur

73 opérations

1 million

de personnes chauffées en France

2,28 TWh produits par géothermie profonde

Projets futurs

en Métropole

19 permis de recherche « géothermie »

7 permis de recherche « lithium »

Production d'électricité

2 centrales électrogènes

15,5 MW à Bouillante en Guadeloupe

1,7 MW à Soultz-sous-Forêts en Alsace

Lithium géothermal

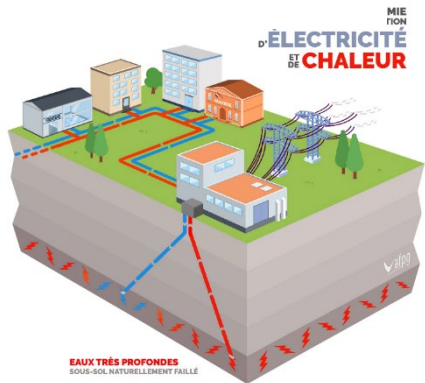
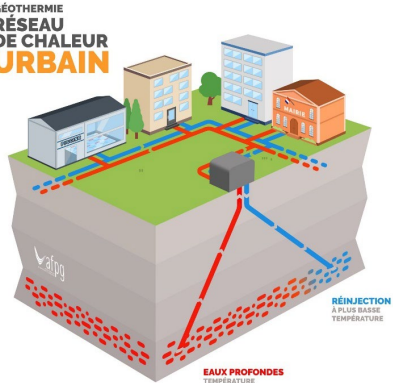
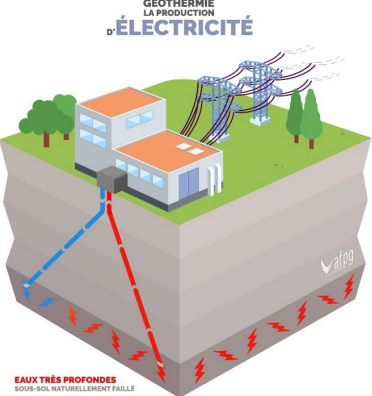
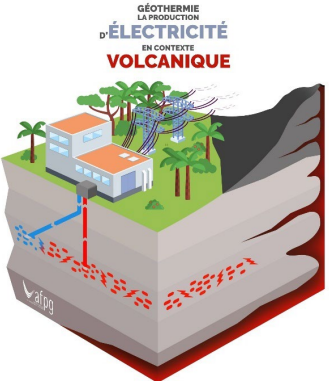
Un projet alsacien

production de **2 000 tonnes** de carbonate de lithium par an

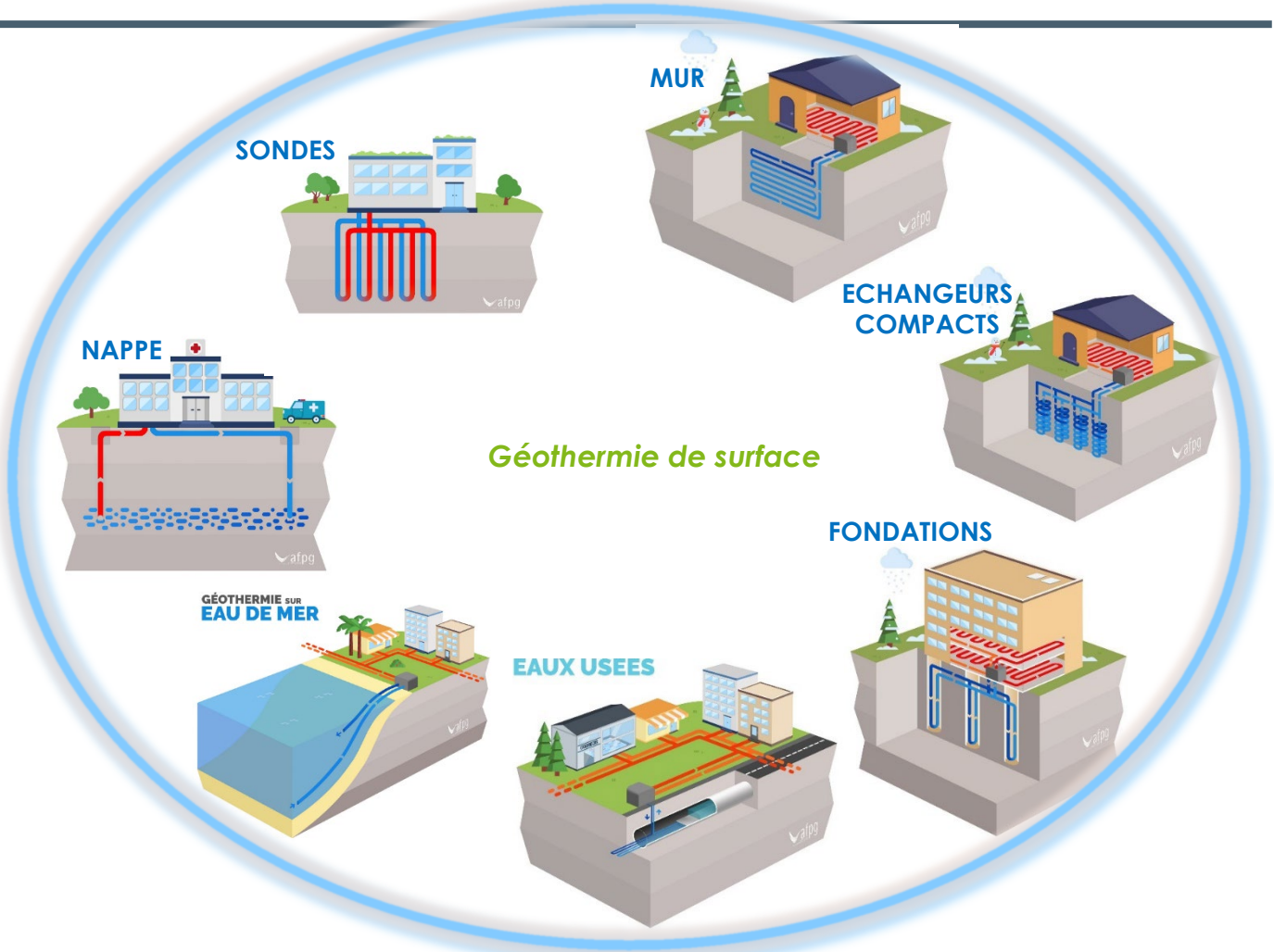
= **140 000** batteries de lithium

8 permis de recherche « géothermie » en France d'outre-mer

Les géothermies, vue d'ensemble

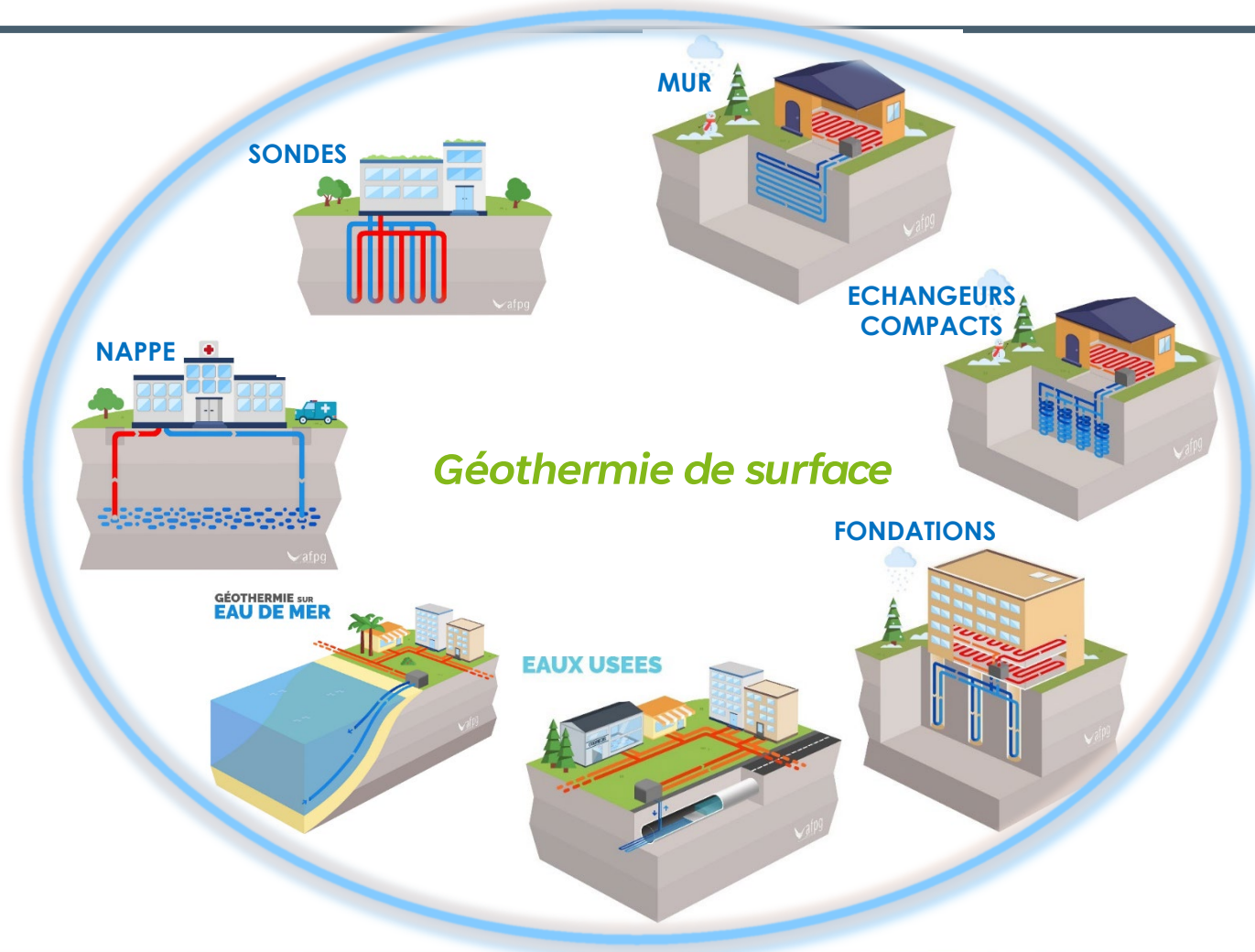


Géothermie profonde



Géothermie de surface

La géothermie de surface



Avantages de la géothermie

Maîtrise de la facture énergétique

- Coûts d'exploitation stables
- Indépendance énergétique
- TRI de 8 à 13 ans

Exemplarité environnementale

- CO2: rejet de 4 x moins que électricité, 5 x moins que gaz naturel et 7 x moins que fioul
- Plan de Relance de la géothermie en France

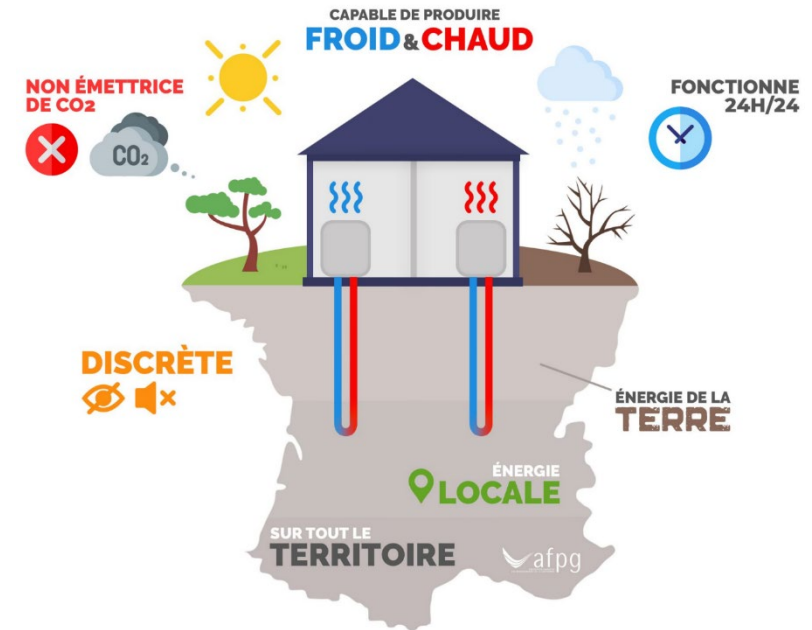
Technologies qui ont fait leurs preuves

- 209 000 PAC en France
- Professionnels qualifiés RGE
- Financements et garanties

Promotion des ressources locales

- Energie disponible en permanence partout
- Energie locale, sans transport ni stockage

[6 bonnes raisons de choisir la géothermie – Géothermie de surface](#)



Energie harmonieuse

- Discrète, invisible, bruit confiné en chaufferie

Energie adaptable aux futurs défis

- Production de froid quasi-gratuit : 1kWh élec pour 50 kWh de frais! Evite les îlots de chaleur
- Réseaux techniques et BETEG

Pour quels bâtiments ?

Usages : particuliers, collectifs, tertiaire

- Logements collectifs
- Secteur culturel et touristique
- Maison de retraite et établissements de santé
- Secteur tertiaire et bureaux
- Piscines et centres aqualudiques
- Etablissements scolaires et périscolaires
- Surfaces de distribution
- Serres horticoles et bâtiments d'élevage
- Secteur viticole
- Secteur industriel



Chantier sur nappe



Chantier sur sondes

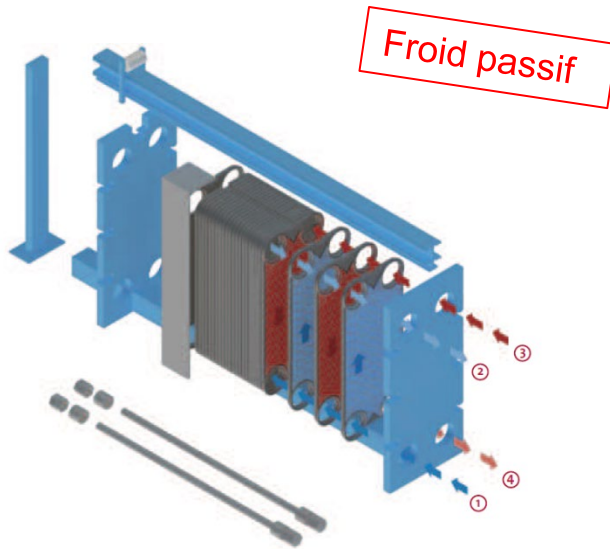


Pompe à chaleur

Pompe à chaleur et échangeur

Echangeur

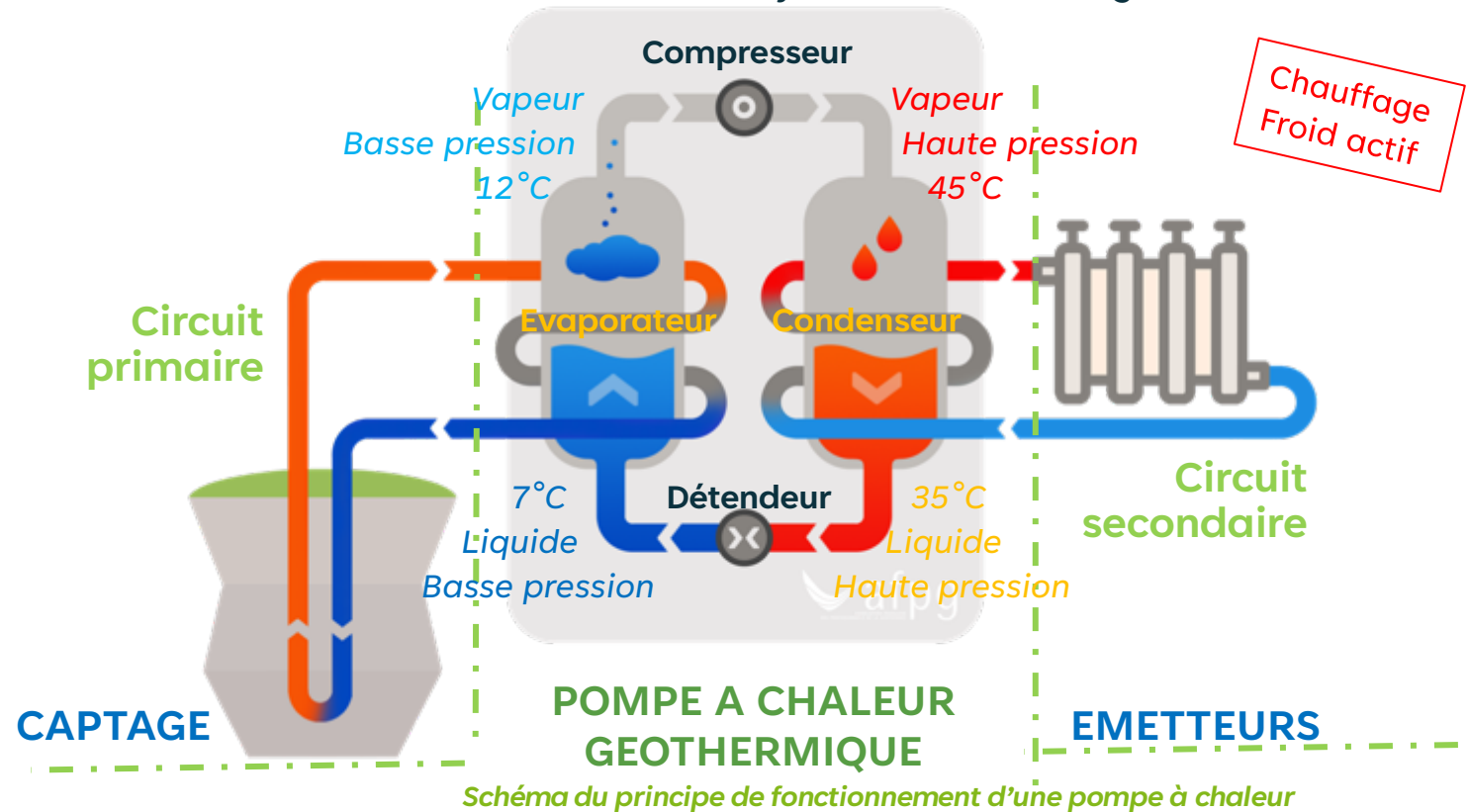
- Echange direct des calories



Echangeur à plaques (ADEME, BRGM)

PAC

- Calories extraites du sol via un **circuit primaire** connecté à la géothermie
- **Fluide caloporteur** circule en boucle fermée dans la pompe à chaleur
- **Circuit secondaire** raccordé au système de chauffage



Géothermie de surface : 2 solutions principales

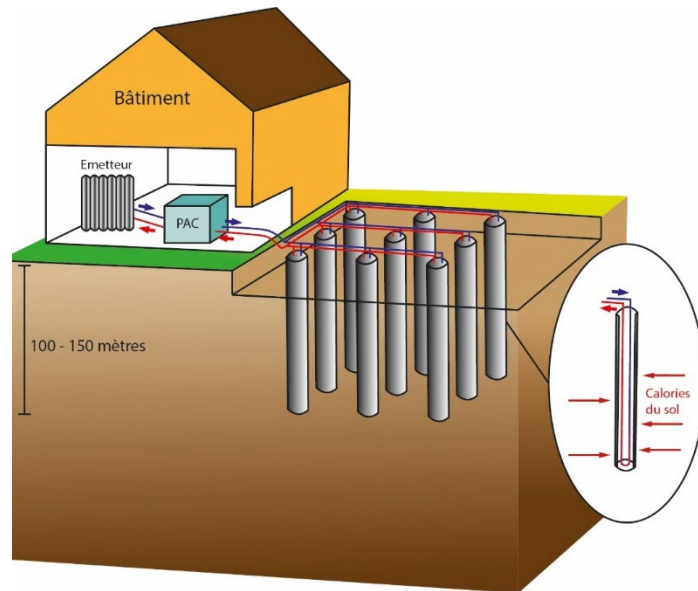


Schéma général d'un champ de sondes

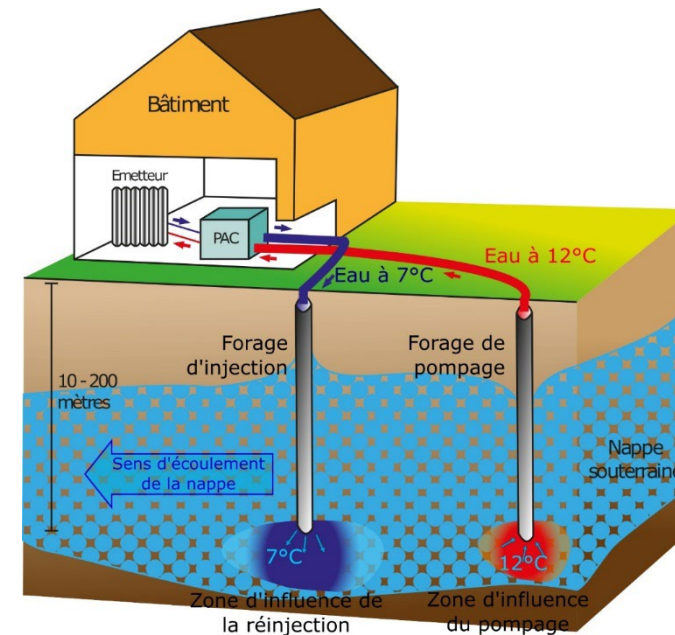


Schéma général de géothermie sur nappe

Géothermie sur sondes

Fonctionnement : circulation d'un fluide caloporteur dans une boucle fermée à l'intérieur de la sonde et prélèvement des calories du sol.
Plusieurs sondes => champ de sondes

Principaux avantages :

- Absence de ressource en eau suffisante
- Dimensionnement précis (Test de Réponse Thermique)
- Rendement énergétique stable
- Possibilité de rafraîchissement gratuit et direct par le sol (geocooling ou freecooling)
- Maintenance réduite

Conditions de réussite :

- Coût d'installation parfois élevé
- Forage par professionnel Certi'Forage
- Déclaration au titre du code minier

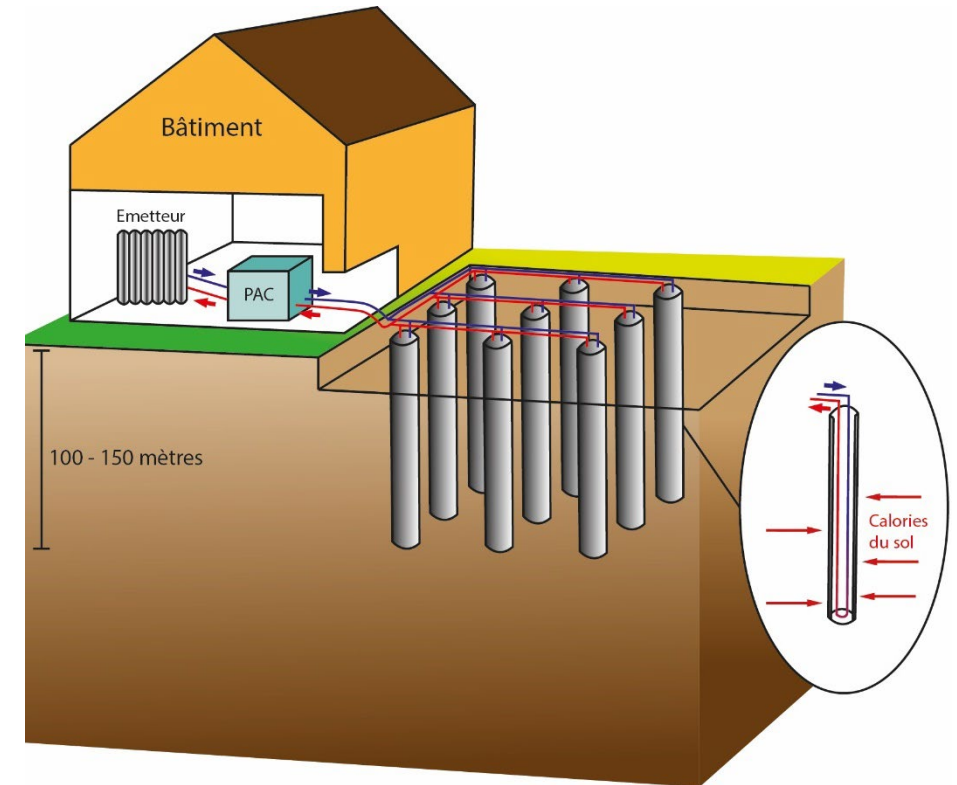


Schéma général d'un champ de sondes

Géothermie sur nappe

Fonctionnement : pompage de l'eau d'une nappe souterraine, prélèvement des calories, réinjection dans l'aquifère

Principaux avantages :

- Rendements stables, bonnes performances
- Possibilité rafraîchissement gratuit et direct par le sol

Conditions de réussite :

- Réglementation
- Contraintes hydrogéologiques du site
- Forage par professionnel Certi'Forage
- Déclaration au titre du code minier
- Maintenance des installations

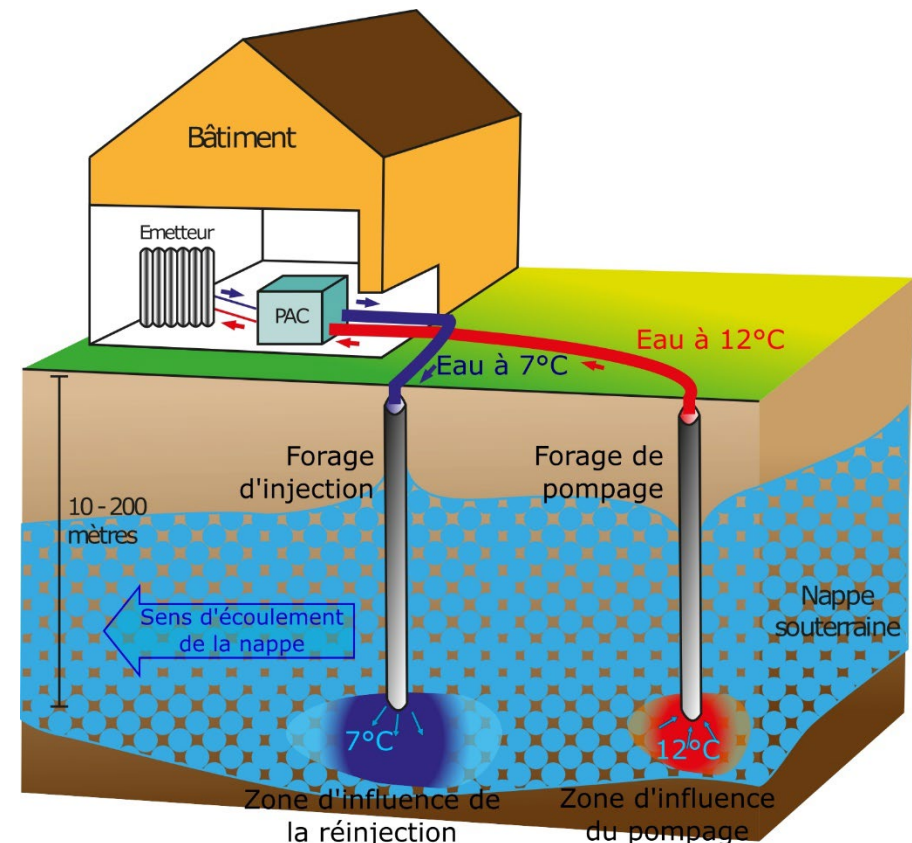


Schéma général de géothermie sur nappe



Le déroulé d'un projet de A à Z

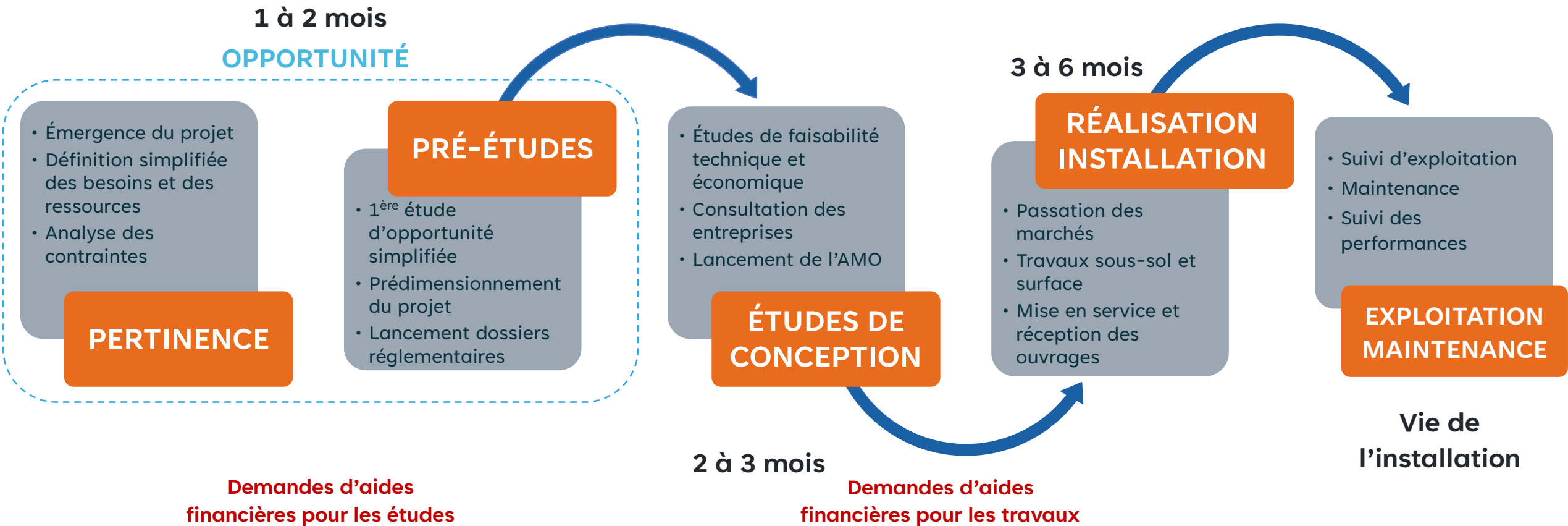


Noé IMPERADORI

Animateur géothermie Grand Est



Les étapes d'un projet de géothermie de surface



Les phases amont d'un projet de géothermie de surface



Grâce à cette phase de pertinence/opportunité, **le maître d'ouvrage (MO) déterminera très en amont du projet s'il est pertinent d'étudier un projet de géothermie.**

La phase 1 peut-être réalisée par un bureau d'études ou par votre chargé de mission multi-EnR / Animateur géothermie qui réalisera :

- Une **rapide analyse bibliographique** du secteur visé
- **Confrontera les besoins** (données déjà disponibles) **aux ressources** locales
- **Orientera en première approche** le type d'échangeur souterrain (nappe ou sondes)

À l'issue de cette 1^{ère} phase, le MO connaîtra les **avantages et les inconvénients de la solution géothermique** pour son projet.

C'est également à cette phase que **les dossiers de demande d'aide financière pour les phases d'études doivent être déposés.**

Les phases amont d'un projet de géothermie de surface



La phase de pré-études correspond à la phase d'**Avant-Projet Sommaire** (APS). À l'issue de cette dernière **le maître d'ouvrage aura une information plus détaillée de son projet** de géothermie via :

- Le **bureau d'études surface qualifié [OPQIBI 20.13](#)** qui affinera les **besoins thermiques du bâtiment** et réalisera une **première approche technico-économique multi-énergies** ([démarche EnR Choix de l'ADEME](#))
- Le **bureau d'études sous-sol qualifié [OPQIBI 10.07](#)** qui réalisera :
 - La mise en route des **dossiers réglementaires**
 - Un premier **dimensionnement des ouvrages** (via les données bibliographiques disponibles)
 - Une première **approche technico-économique de la solution**

Les phases amont d'un projet de géothermie de surface



La phase 3 permet au Maître d'ouvrage (MO) de **disposer de l'ensemble des éléments de son projet géothermique finalisé**. Avec les résultats de l'étude de faisabilité, le MO sera en capacité de rédiger le **Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)** ainsi que de **recruter une Maîtrise d'Œuvre** pour le lot géothermie.

- Le **bureau d'études sous-sol qualifié [OPQIBI 10.07](#)** réalisera :
 - Le **dimensionnement final des ouvrages** souterrains
 - **En cas d'incertitude**, il validera la disponibilité de la ressource via un **forage d'essai et un Test de Réponse thermique** (pour des sondes géothermiques verticales)
 - Finalisera l'**approche technico-économique du projet**.
- Le **bureau d'études surface qualifié [OPQIBI 20.13](#)** réalisera une étude détaillée des installations de surface et des liaisons avec la ressource sous-sol.

Phases Préalables		Conception	Chantier	Exploitation
Pertinence	Pré-études	Études	Réalisation	Vie de l'installation
Maîtrise d'Ouvrage				
		Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO)		
		Equipe de Maîtrise d'Œuvre (Comprenant un BET)		
		Entreprises / Exploitant		
Bureau d'Études Surface (Certifié OPQIBI 20.13)				
Bureau d'Études Sous-sol (Certifié OPQIBI 10.07)				
		Foreur		
		Chauffagiste / Frigoriste		
		Exploitant		
		Prestataires		
Chargé de mission multi-EnR local ou Animateur géothermie régional				

Les acteurs d'un projet de géothermie



Les acteurs d'un projet de construction « classique »



Les acteurs supplémentaires d'un projet de géothermie



L'étude de faisabilité

Pourquoi ? Comment ?



Yohan CUNNAC

Animateur géothermie Occitanie



À quoi sert l'étude de faisabilité ?

Objectifs clés pour la maîtrise d'ouvrage :

- Valider l'intérêt de la géothermie pour le bâtiment / site
- **Définir un dimensionnement cohérent** (besoins vs ressource) et **fiable** pour la maîtrise d'oeuvre
- Évaluer la **faisabilité technique et réglementaire**
- Établir un **pré-chiffrage fiable** (CAPEX/OPEX)
- **Réduire les risques** en phase consultation / marché
- Avoir une base solide pour les **demandes de financement** et **faciliter** le montage du dossier ADEME / Région / Contrat Chaleur Renouvelable territorial (CCRt)



L'EF sécurise le projet, réduit les aléas et évite les surcoûts ultérieurs.

Pourquoi l'étude de faisabilité est indispensable ?

Même si elle n'est pas réglementairement obligatoire, elle permet de :

- **Éviter les erreurs** structurelles (surdimensionnement, dimensionnement erroné, méconnaissance du sous-sol)
- Garantir une **cohérence** entre les **besoins du bâtiment** et la **ressource disponible**
- Anticiper les **contraintes réglementaires** (GMI, sondes, nappe...)
- Prévoir le niveau d'**essais** nécessaires (TRT / pompage éventuel)
- **Préparer** un cahier des charges robuste pour **la phase suivante**



Dans le cadre d'un **projet financé** par l'ADEME ou CEE → **Etude exigée**



L'étude de faisabilité

Les attendus du cahier des charges



Estelle DOURLAT

Animatrice géothermie Hauts-de-France



Sandra CARRO

Conseillère Mission Chaleur
Renouvelable 31



Les indispensables de l'étude de faisabilité

- Description générale de l'opération - EnR choix
 - Descriptif de la solution de référence
- Étude des besoins thermiques
- Caractérisation des ressources géothermiques
 - GMI
 - Sur nappe
 - Sur champs de sondes
- Adéquation des besoins en surface / ressources sous-sol
 - Descriptif de la solution de géothermie (et appoint)
 - Caractéristiques du champ de sondes géothermiques
 - Caractéristiques des forages sur nappe
 - Instrumentation et gestion de l'installation
 - Choix des émetteurs
- Bilan énergétique
- Bilan économique
- Bilan environnemental
- Conclusion

Description générale de l'opération

- Situation et coordonnées du maître d'ouvrage
- Responsable du projet
- Partenaires associés et intervenants
- Contexte du projet
- Type, nombre et année du/des bâtiments
- Localisation : adresse et plan de masse
- Description détaillée du ou des bâtiments :
 - Rénovation : travaux prévus / réalisés
 - Neuf : RE2020
- Surface et volume à chauffer / refroidir
- Description des équipements actuels :
 - Système actuel
 - Emetteurs : si électrique -> création de réseaux hydrauliques
- Planning de réalisation des travaux



Démarche EnR Choix ADEME

1- RÉDUIRE

LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

Limiter les consommations en changeant les comportements

« Régulation du système de chauffage »

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Diminuer les consommations à service rendu équivalent

« Isolation thermique du bâtiment »

2 - MUTUALISER

LES BESOINS ET LES MOYENS DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION DE CHALEUR

Se raccorder à un réseau de chaleur et/ou de froid existant > 50% EnR&R

sinon

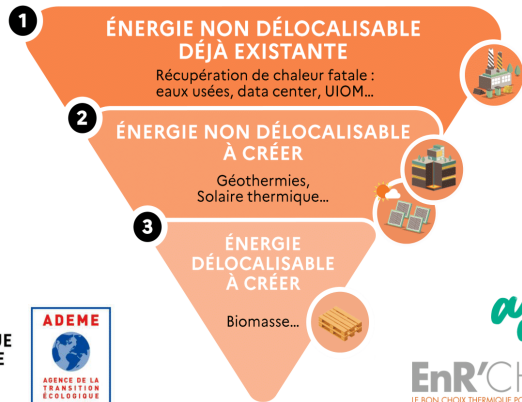
Créer un nouveau réseau de chaleur et/ou de froid > 50% EnR&R
Identifier les besoins à proximité et leur complémentarité temporelle en termes de chaud et de froid

sinon

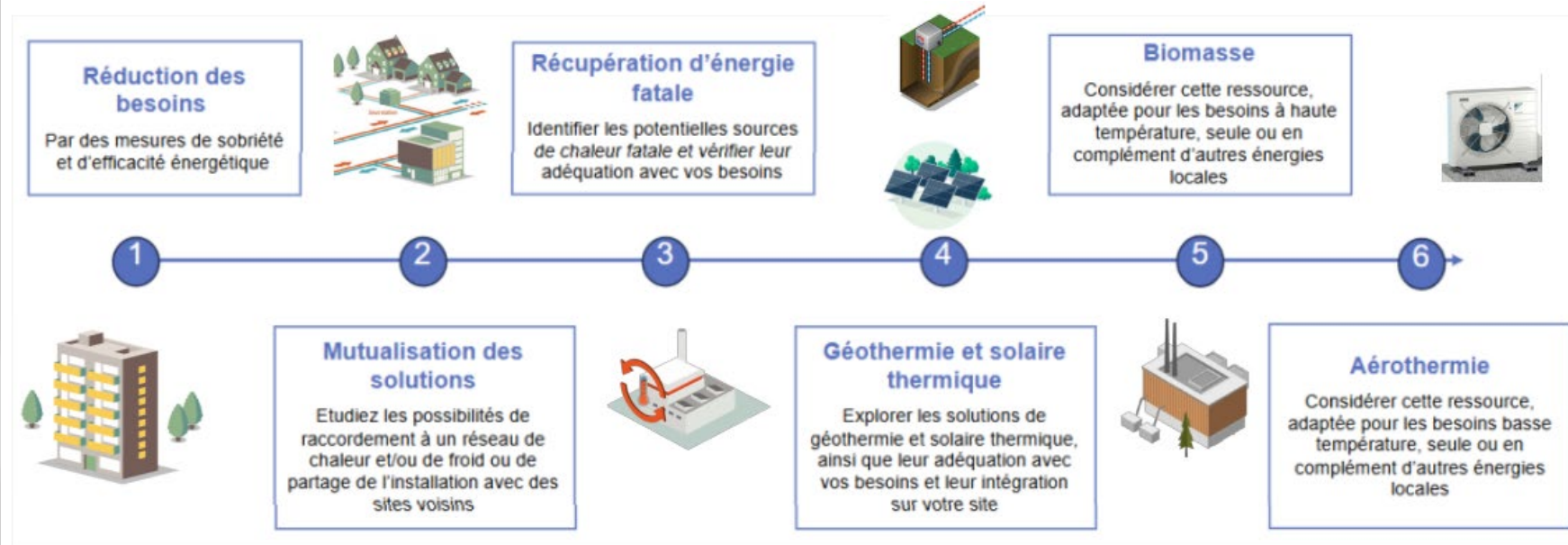
Choisir une solution EnR&R collective « pied d'immeuble »

3 - OPTIMISER ET PRIORISER

LES RECOURS AUX ÉNERGIES DE RÉCUPÉRATION ET RENOUVELABLES



<http://www.enrchoix.idf.ademe.fr/>



Étude des besoins thermiques

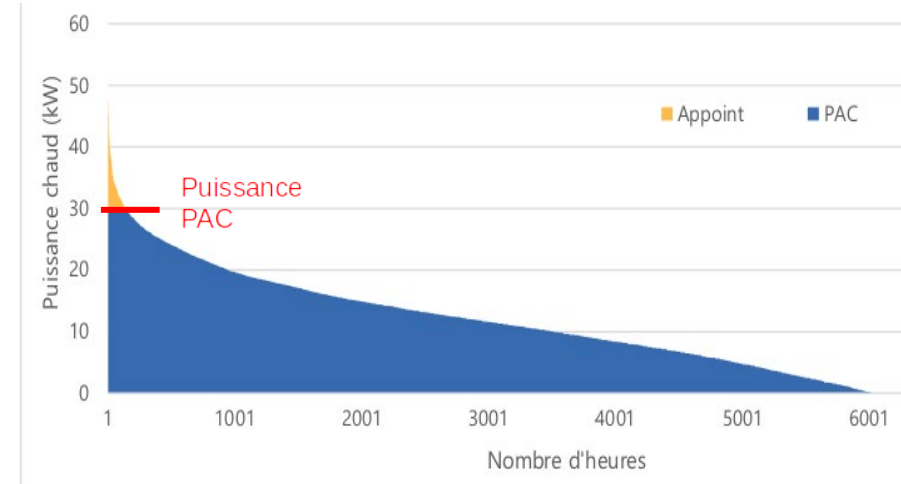
Étudiés selon les règles de l'art inscrites dans les normes NF DTU (Document technique unifié)

Besoins des bâtiments en chaud et en froid (kWh/an) fournis :

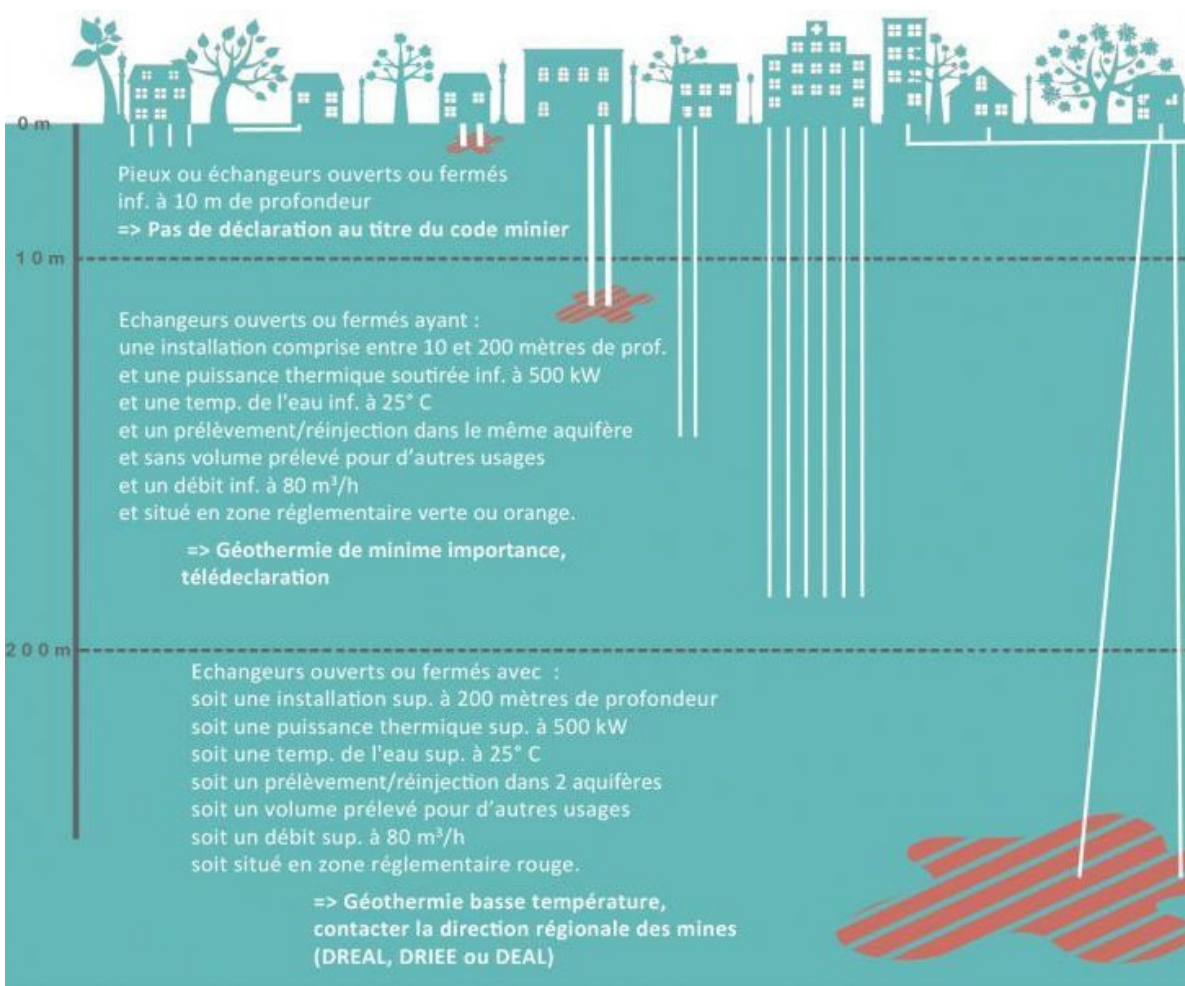
- Soit sur **observation et analyse des factures** pour l'existant
- Soit par **Simulation Thermique Dynamique**

--> **Monotone de puissance**

	Chaud		Froid
	Chauffage	ECS	Refroidissement
Besoins Annuels			
Puissance			



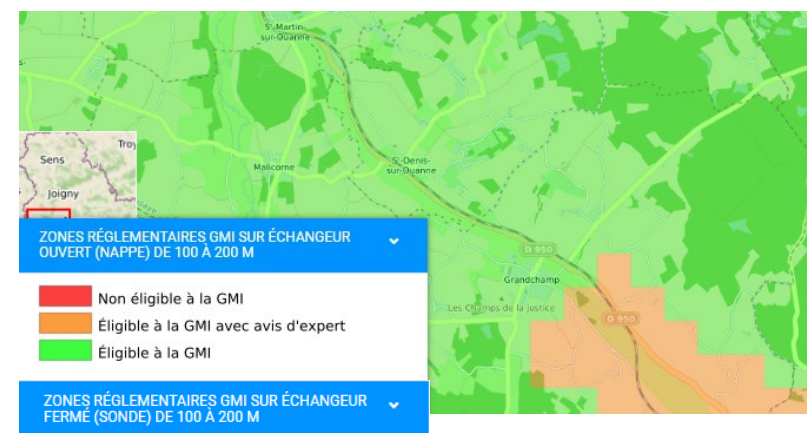
Caractérisation des ressources géothermiques : GMI



Réglementation géothermie BRGM (Geothermies.fr)

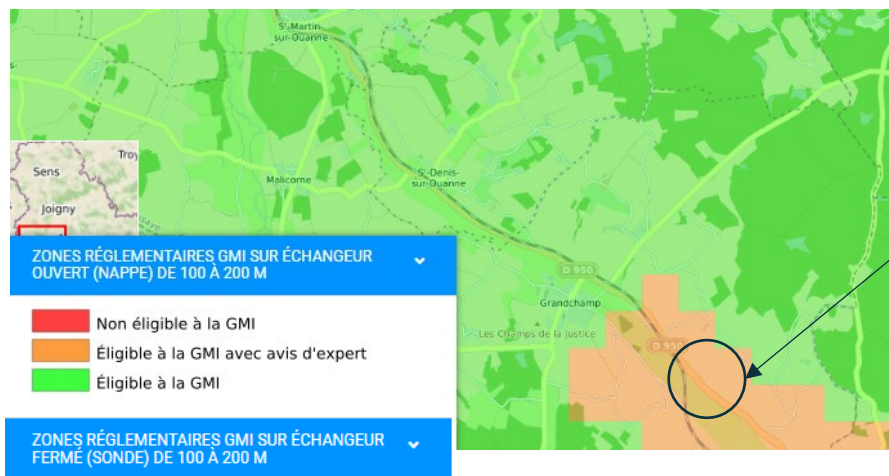
Rappels sur la GMI

- Respect des critères + **maille verte** : télédéclaration des ouvrages
- Respects des critères + **maille orange** : télédéclaration suite à avis d'expert agréé
- Non respect des critères **OU maille rouge** : demande d'autorisation



Carte GMI sondes et nappe (Geothermies.fr)

Caractérisation des ressources géothermiques : GMI



Carte GMI sondes et nappe (Geothermies.fr)

En cas de zone orange :

- Expert GMI (justifie de compétences équivalentes à l'OPQIBI 10.07).
- Liste sur l'[Arrêté du 4 septembre 2015 portant agrément des experts en matière de géothermie de minime importance – Légifrance](#)

A savoir :

- Expert GMI : peut faire **directement l'étude de faisabilité sous-sol avec l'expertise incluse**
- Expert peut être **en complément** du BE sous-sol



Attention : expertise n'est pas une dépense éligible au Fonds Chaleur

Caractérisation des ressources géothermiques sur nappe

Etudes hydrogéologiques et géologiques réalisées par un bureau d'études ayant des compétences sous-sol : RGE études (OPQIBI 20.13 et 10.07) ou justifiant de compétences équivalentes

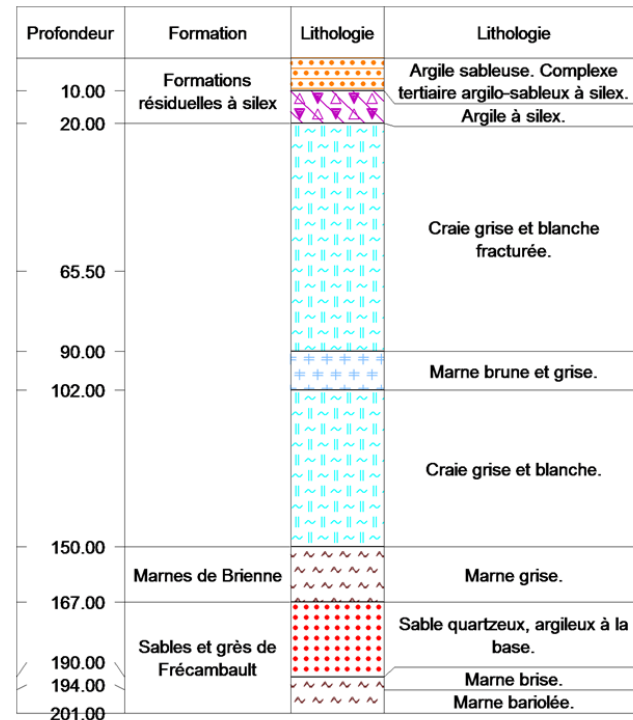
- A ce stade, étude bibliographique sans forage d'essai
- En l'absence de comparaison technico-économique nappe /sondes : justifier le choix

Géothermie de surface et PAC air/eau	Assistance à la maîtrise d'ouvrage pour la mise en place d'une installation de géothermie de surface	RGE études (OPQIBI 20.13) ou justifiant de compétences équivalentes
	Étude de faisabilité pour la mise en place d'une PAC sur nappe ou sur champ de sondes	Nappe : RGE études (OPQIBI 20.13 <u>et</u> 10.07) ou justifiant de compétences équivalentes Sondes : compétences sur le volet sous-sol <u>et</u> surface et a minima RGE études (OPQIBI 20.13 <u>ou</u> 10.07)
	Etude des ressources géothermiques (TRT, forage de reconnaissance)	RGE études (OPQIBI 10.07) ou justifiant de compétences équivalentes
		RGE études (OPQIBI 20.13) ou

Caractérisation des ressources géothermiques sur nappe

Eléments attendus pour la nappe:

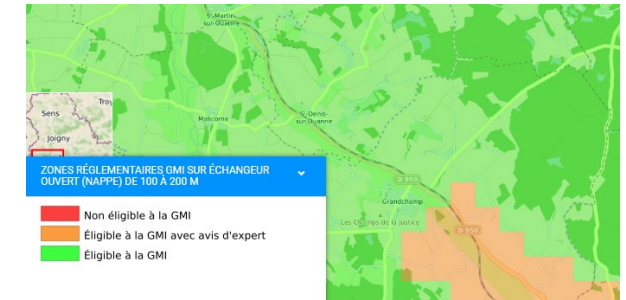
- Contexte réglementaire sous-sol (GMI)
- Compatibilité du projet avec les autres réglementations applicables localement
- Analyse du contexte géologique
- Recensement des sites de forages potentiels
- Choix de l'aquifère,
- Coupe géologique prévisionnelle
- Caractéristiques hydrogéologiques du réservoir
- Caractéristiques hydrochimiques et qualité physico-chimique de la nappe
- Implantation et écartement des puits de forage sans recyclage thermique



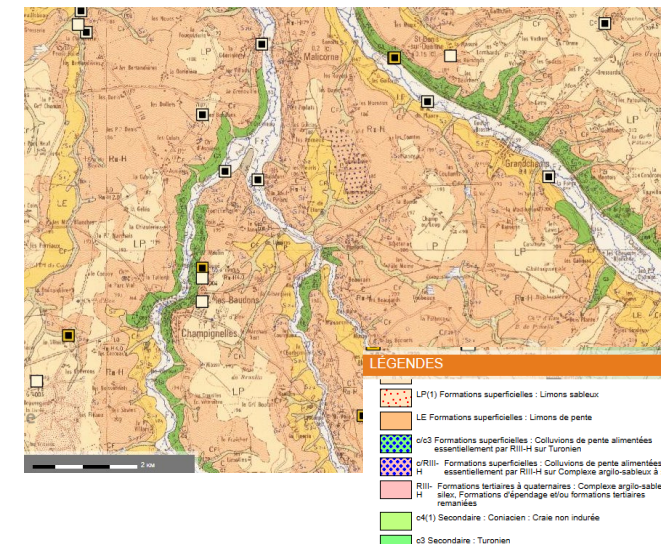
Log géologique (Infoterre)

Profondeur	20 à 30 m
Gradient hydraulique	Très faible
Épaisseur noyée	30 m environ
Transmissivité	1.10^{-2} à $7.7.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ (moyenne : $2.4.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ sur 5 valeurs)
Perméabilité	5.10^{-4} à 3.10^{-2} m/s

Caractéristiques hydrogéologiques (Infoterre)



Carte GMI nappe (Geothermies.fr)



Carte géologique (Infoterre)



Caractérisation des ressources géothermiques sur sondes

Etudes géologiques réalisées par un bureau d'études ayant des compétences sous-sol : RGE études (OPQIBI 20.13 et 10.07) ou justifiant de compétences équivalentes

- A ce stade, étude bibliographique sans forage d'essai
- En l'absence de comparaison technico-économique nappe /sondes : justifier le choix

Géothermie de surface et PAC air/eau	Assistance à la maîtrise d'ouvrage pour la mise en place d'une installation de géothermie de surface	RGE études (OPQIBI 20.13) ou justifiant de compétences équivalentes
	Étude de faisabilité pour la mise en place d'une PAC sur nappe ou sur champ de sondes	Nappe : RGE études (OPQIBI 20.13 <u>et</u> 10.07) ou justifiant de compétences équivalentes Sondes : compétences sur le volet sous-sol <u>et</u> surface et a minima RGE études (OPQIBI 20.13 <u>ou</u> 10.07)
	Etude des ressources géothermiques (TRT, forage de reconnaissance)	RGE études (OPQIBI 10.07) ou justifiant de compétences équivalentes RGE études (OPQIBI 20.13) ou

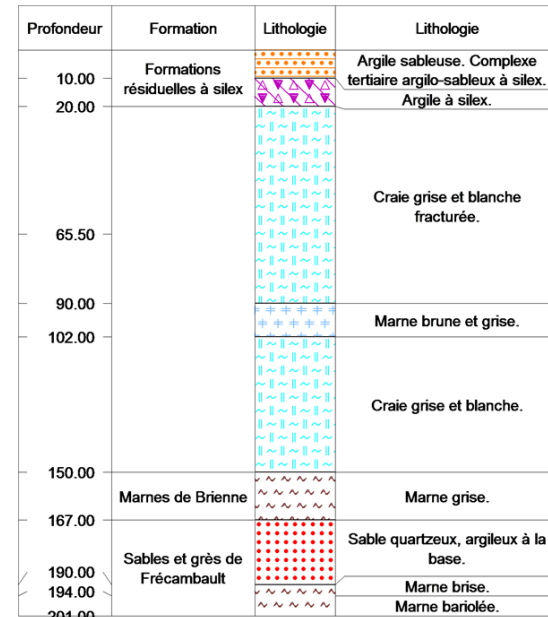
Caractérisation des ressources géothermiques sur sondes

Éléments attendus pour la sonde:

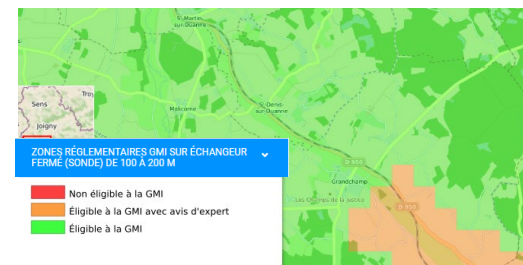
- Contexte réglementaire sous-sol (GMI)
- Compatibilité du projet avec les réglementations locales
- Analyse du contexte géologique
- Recensement des sites de forages potentiels
- Coupe géologique prévisionnelle
- Caractéristiques thermiques estimées du sous-sol

Points de vigilance :

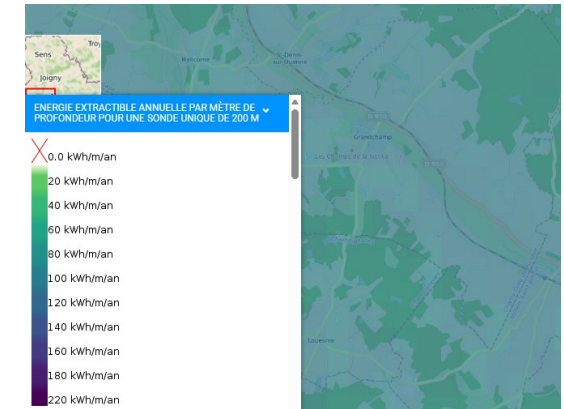
- Zones karstiques
- Zones présentant des risques de dissolution
- Zones de retrait-gonflement
- Présence de failles au droit du site
- Qualité de cimentation et l'isolation des aquifères traversés



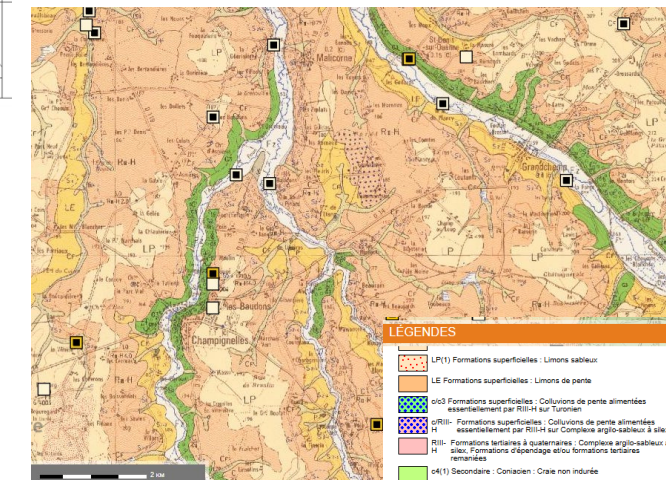
Log géologique (Infoterre)



Carte GMI sondes (Geothermies.fr)



Caractéristiques thermiques (Geothermies.fr)



Carte géologique (Infoterre)

Adéquation des besoins en surface / ressources sous-sol

Descriptif de la solution de géothermie (et appoint) :

- PAC (marque et modèle)
 - COP norme EN 14511-2*
 - COP projet (chauffage, ECS, global)
- Taille du ballon tampon (litres)
- Taille ballon ECS (litres)
- Schémas de conception
- Emplacement et taille de la chaufferie
- Production en chaud et en froid en sortie chaufferie
- Consommation des auxiliaires
- Appoint
 - Production en chaud et froid

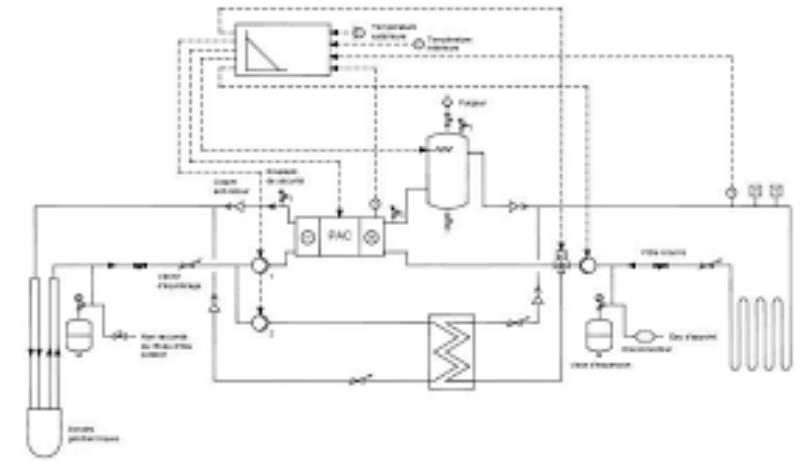


Schéma hydraulique

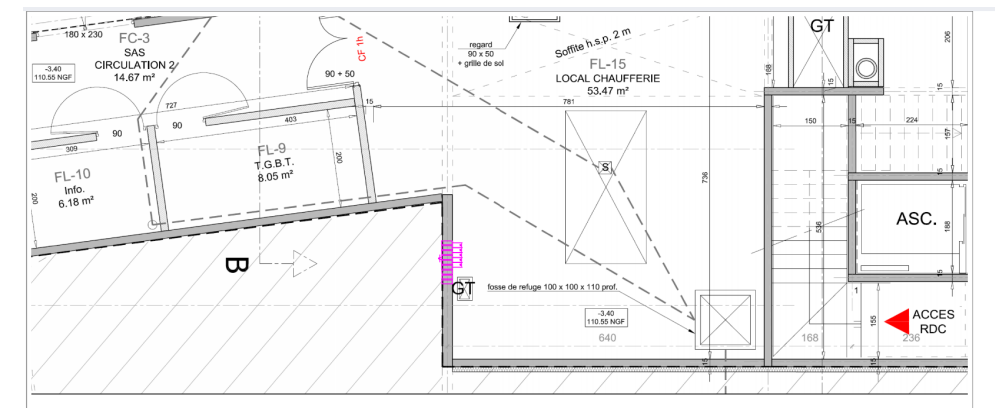


Schéma chaufferie

* EN 14511-2 – COP 0/-3°C et 30/35°C – EER 12/7°C à l'évaporateur et 30/35°C au condensateur

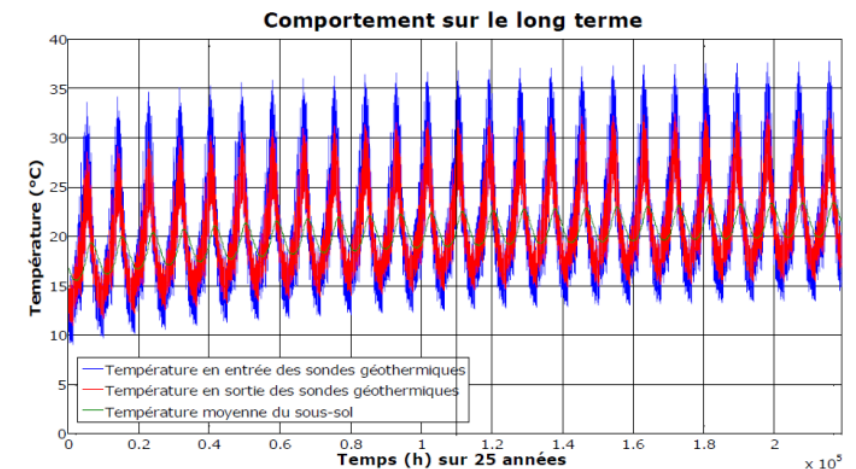
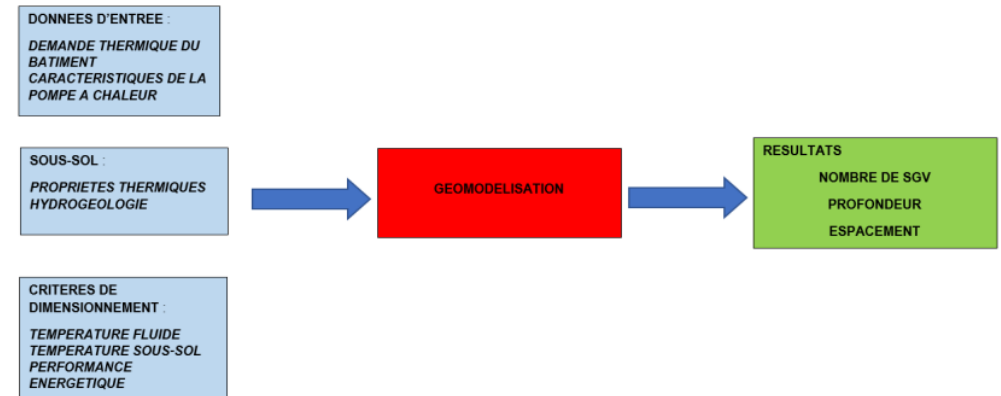
Caractéristiques du champ de sondes géothermiques

Géomodélisation : permet le dimensionnement d'un projet de champ de sondes géothermiques (nombre de sondes géothermiques, profondeur, espacement).

Logiciels acceptés :

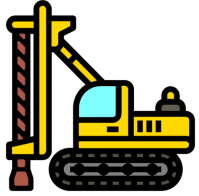
- EED : Simulation des champs de sondes géothermiques. Prédimensionnement fiable, le plus facile à mettre en œuvre.
- TRNSYS : Simulation du champ de sondes, de la pompe à chaleur et du bâtiment. Nécessité de disposer d'une simulation thermique dynamique du bâtiment.
- FEFLOW : Simulation dynamique des champs de sondes, modélisation des écoulements souterrains. Nécessité de connaître débit et température horaire.
- Plateforme digitale de dimensionnement ADEME-BRGM

L'utilisation de modèles est une affaire de spécialistes et nécessite pour les logiciels les plus sophistiqués la connaissance de nombreux paramètres qui ne sont pas toujours accessibles.



BOITE A OUTILS TECHNIQUES - GEOTHERMIE DE SURFACE - NOTICE DESCRIPTIVE - 2019

Caractéristiques du champ de sondes géothermiques



Les **forages sur sondes** doivent être réalisés selon les **normes en vigueur** :
NFX 10-960-1, NFX 10-960-2, NFX 10-960-3, NFX 10-960-4 et NFX 10-970

Test de Réponse Thermique :

Si **plus de 1000 mètres linéaires** prévus, forage d'essai demandé :

- Sonde test
- Test de réponse thermique (TRT)
- Simulation thermique dynamique sous-sol et surface (géomodélisation)

Sert à **optimiser le dimensionnement** du champ de sondes et **valider le maintien des performances énergétiques** dans le temps

Si moins de 1000 mètres linéaires prévus ou sous 100 MWh ENR:

- TRT peut être conseillé en fonction du contexte sous-sol
- Géomodélisation possible sur TRT de référence

Le saviez-vous?



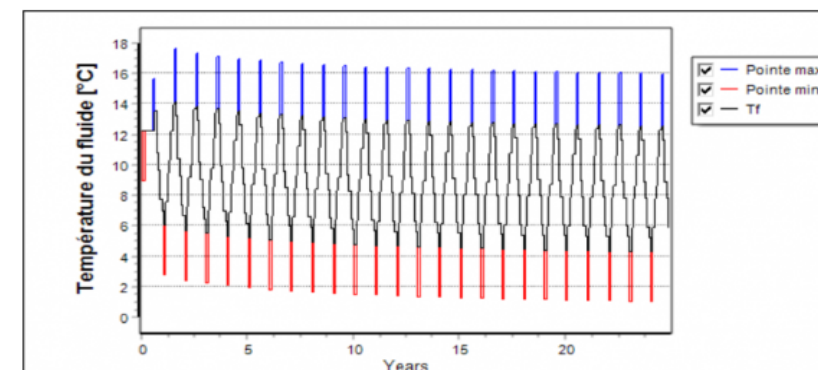
Sonde test + TRT subventionnables, se rapprocher de votre DR ADEME.

En cas de poursuite du projet, elle sera connectée au reste du champ de sondes.

Caractéristiques du champ de sondes géothermiques

Liste des caractéristiques :

- Longueur totale forée : nombre de sondes géothermiques et profondeur des sondes
- Type de sonde et diamètre extérieur des tuyaux
- Espacement moyen entre sondes et disposition
- Puissance prélevée - prévision de sol rencontré - ratio de puissance prélevée en W/ml de sonde
- Nombre d'heures de fonctionnement du champ de sondes (nombre d'heures équivalentes)
- Schéma d'implantation des sondes avec sens d'écoulement de la nappe



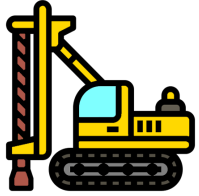
Modélisation de l'évolution de la température du fluide circulant dans le champ de sondes verticales sur 25 ans au niveau de la sortie de l'échangeur.

EGEE Développement 2019



Projet Castanet – BET Technisphère
Schéma d'implantation des sondes

Caractéristiques des forages sur nappe



Les **forages sur nappe** doivent être réalisés selon les **normes en vigueur** : forages d'eau (NFX 10-999)

AQUAPAC

S'il le souhaite, le maître d'ouvrage aura la possibilité de souscrire à la garantie « Recherche » AQUAPAC gérée par la SAF-Environnement : assurance qui couvre les risques géologiques liés à la possibilité d'exploitation énergétique d'une ressource aquifère située en général à **moins de 200 m** de profondeur et utilisant des pompes à chaleur d'une puissance thermique **supérieure à 30 kW**

- **Garantie de recherche** : couvre le risque d'échec consécutif à la découverte d'une **ressource en eau souterraine insuffisante** pour le fonctionnement des installations tel qu'il avait été prévu
- **Garantie de pérennité** : couvre le **risque de diminution** ou de **détérioration** de la ressource, en cours d'exploitation pendant 10 ans

Le saviez-vous?



Le forage d'essai subventionnable, se rapprocher de votre DR ADEME.

En fonction du projet, il sera directement dimensionné pour être un forage d'exploitation.

Caractéristiques des forages sur nappe

Liste des caractéristiques :

- Liste des caractéristiques prévisionnelles d'exploitation :
- Débits prévisionnels - courbe débit avec pompage
- Puissance et énergie des auxiliaires
- Niveau statique,
- Puissance de la pompe immergée de forage,
- Température fond de puits et tête de puits
- Pression en tête et pression de réinjection
- Caractéristiques de l'échangeur de barrage (placé entre la nappe et la PAC) ou autres précautions prises pour ne pas altérer la nappe par le fluide frigorigène de la PAC
- Schéma d'implantation des puits de forage sur nappe et sens d'écoulement de la nappe

Les pompages d'essai sont réalisés avant la mise en exploitation des forages :

- Essai par palier : définir les caractéristiques hydrauliques du forage
- Essai de longue durée : déterminer les caractéristiques hydrauliques

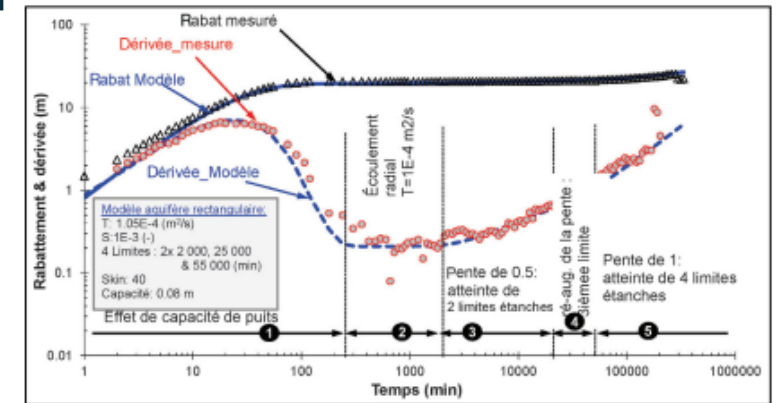
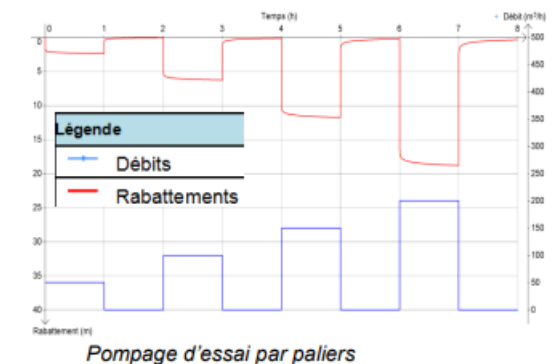


Figure 4. Exemple de diagnostic et de modélisation d'un essai par pompage de longue durée - 232 j. (Source : Formation BRGM : « Interprétation et valorisation des données issues des pompages d'essai »).

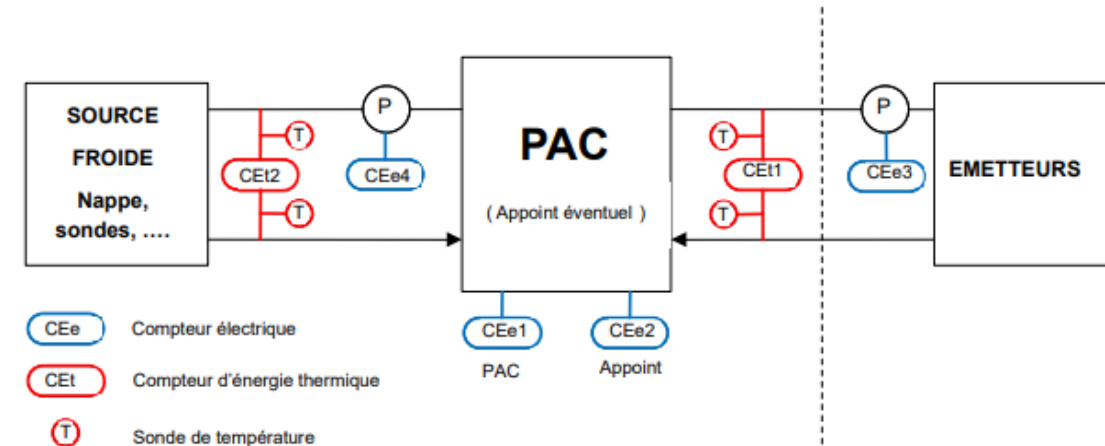
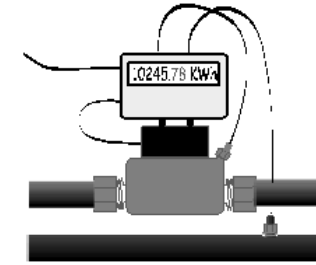


BRGM/ RP-65683-FR de 2016

Instrumentation et gestion de l'installation

Respect des schémas de comptage ADEME

- **Production d'énergie géothermale (kWh)**
 - Compteur en amont de la PAC
- **Production utile sortie PAC (kWh)**
 - Compteur en aval de la PAC
- **Consommations d'électricité de la PAC (kWh)**
 - Compteur électrique spécifique à la PAC
- **Consommations électriques des auxiliaires (kWh)**
- **Consommations d'énergie finale d'appoint (kWh)**
 - Compteur après la chaudière l'appoint



! *EnR prise en compte par l'ADEME = EnR entrée PAC*

Choix des émetteurs

Description :

- Type d'émetteurs choisis (plancher, radiateur, ventilo-convecteur, plafonniers, murs...)
- Régime de température en chaud et en froid

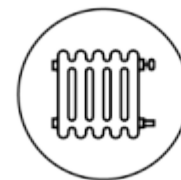
Rénovation : vérifier que les températures de distribution et que la performance des émetteurs actuels soient compatibles avec la géothermie

Test possiblement éligible :

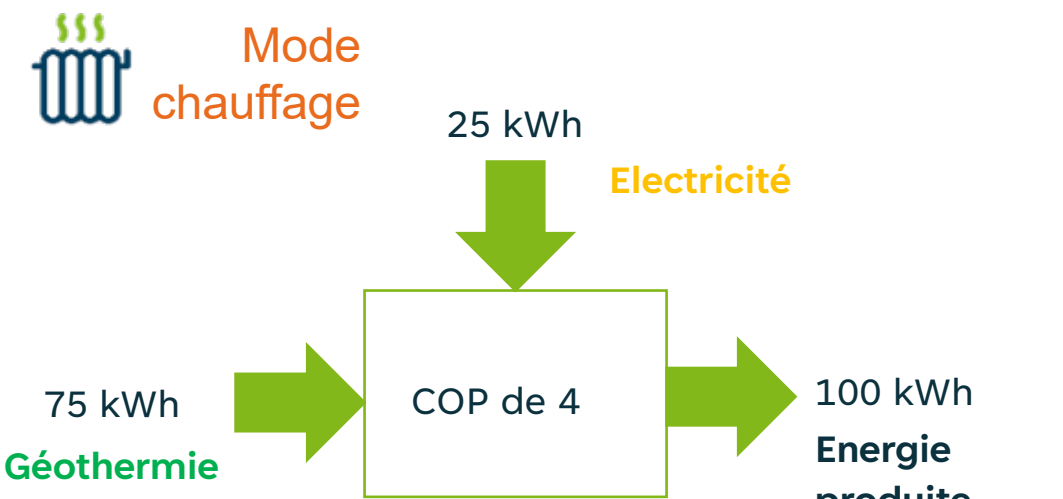
Campagne de mesures aux différentes conditions de températures extérieures
Analyse technique des émetteurs actuels



Si besoin de froid --> vérifier l'adaptabilité des émetteurs



Bilan énergétique



Mode chauffage

25 kWh **Electricité**

75 kWh **Géothermie**

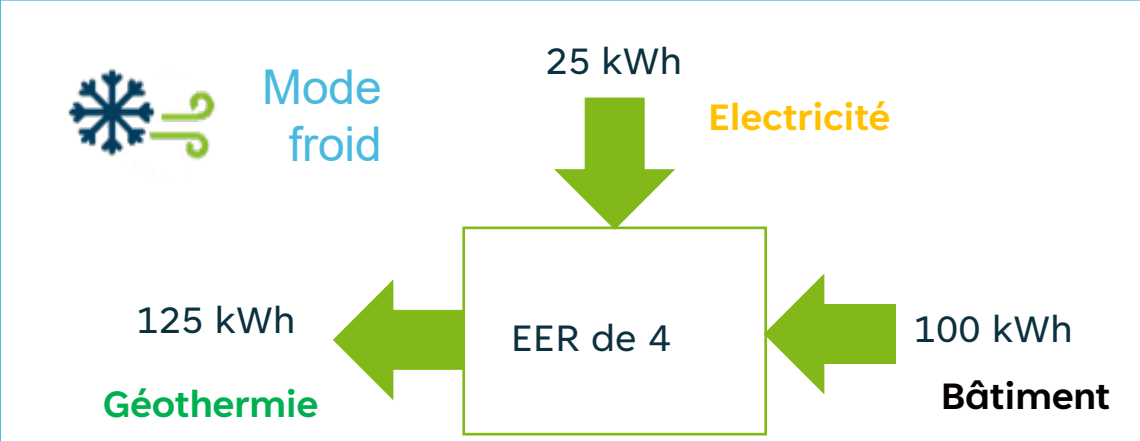
COP de 4

100 kWh **Energie produite**

Schéma du principe du calcul du COP en mode chauffage

$$\text{COP} = \frac{\text{Energie produite}}{\text{Energie électrique utilisée}} = \frac{100}{25} = 4$$

SCOP = prise en compte du COP machine et du fonctionnement des pompes de circulation



Mode froid

25 kWh **Electricité**


125 kWh **Géothermie**

EER de 4

100 kWh **Bâtiment**

Schéma du principe du calcul du EER en mode froid actif

$$\text{EER} = \frac{\text{Energie produite froid}}{\text{Energie électrique utilisée}} = \frac{100}{25} = 4$$



100 kWh **Géothermie**

EER de 1

100 kWh **Bâtiment**

Schéma du principe en mode froid passif

SEER = prise en compte du EER machine et du fonctionnement des pompes de circulation

Bilan économique

Tableau d'investissement :

- Par **postes de dépenses** (Forages, PAC, Panoplie hydraulique, GTC, local technique...) [sans études]

Économie exploitation = **E2** – **E1**

Surcoût = Investissement **Géo** – Investissement **Réf** – Aides financières

Projection sur **20 ans** (recommandée) avec **variations des coûts d'exploitations**

- Tableau de synthèse économique avec **temps de retour sur investissement**

€/ an	Géothermie	Référence
P1 – Conso énergie		
P1 – Conso appoint		
P1' – Conso auxiliaire		
P2 – Entretien et petit matériel		
P3 – Provision pour gros matériel		
	E1	E2
P4 – Coût annuel de l'investissement		
Coût de fonctionnement		

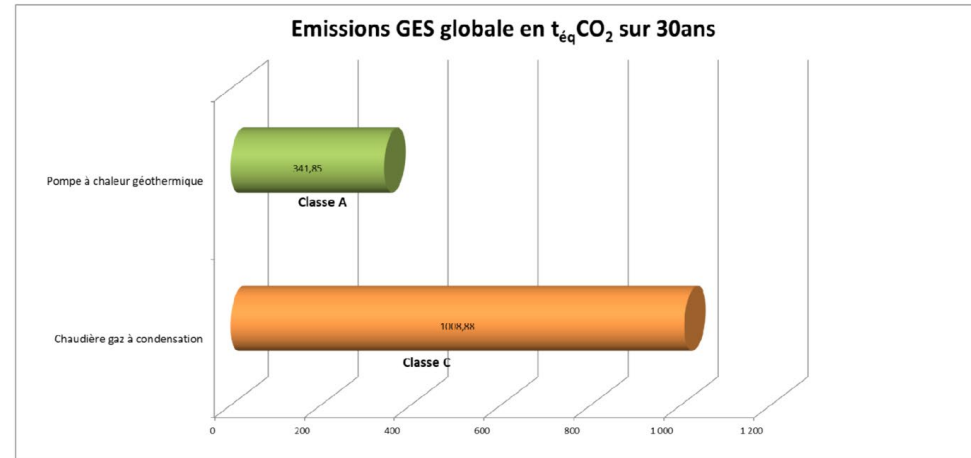
$$TRI = \frac{\text{Investissements géothermie} - \text{Investissements solution de référence} - \text{Aides financières}}{\text{Coûts de fonctionnement solution de référence} - \text{Coûts de fonctionnement géothermie}}$$

Temps de Retour sur Investissement
 TRI = 10 à 15 ans sans aides
 TRI = 7 à 10 ans avec aides

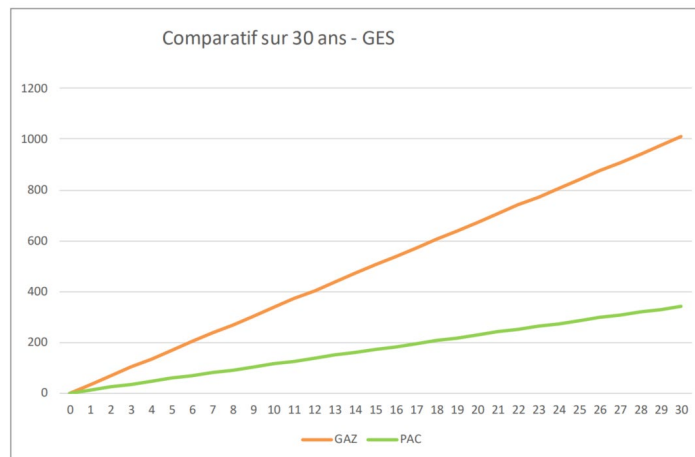
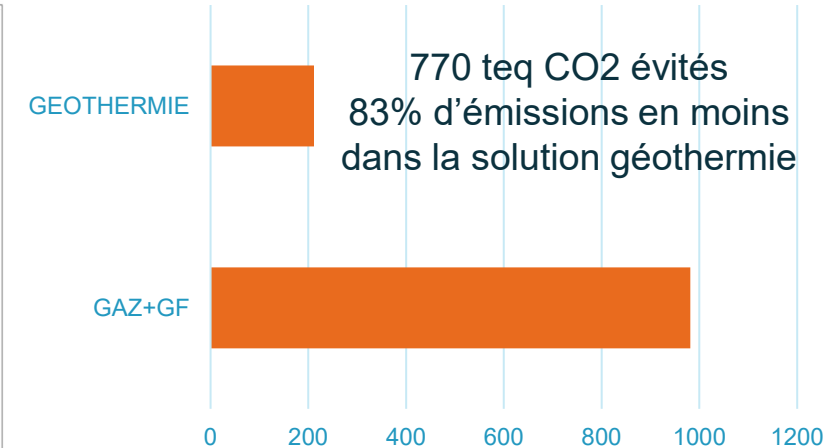
Bilan environnemental

Bilan carbone :

- Histogrammes
- Graphiques
- Pourcentages
- Conversion en km parcourus évités par an ou hectares de forêt



GES sur 30 ans



Exemple de bilan environnemental

83% des émissions de gaz à effet de serre évitées par rapport à la solution de référence

En 1 an : 25,7 tonnes équivalent CO₂ évitées

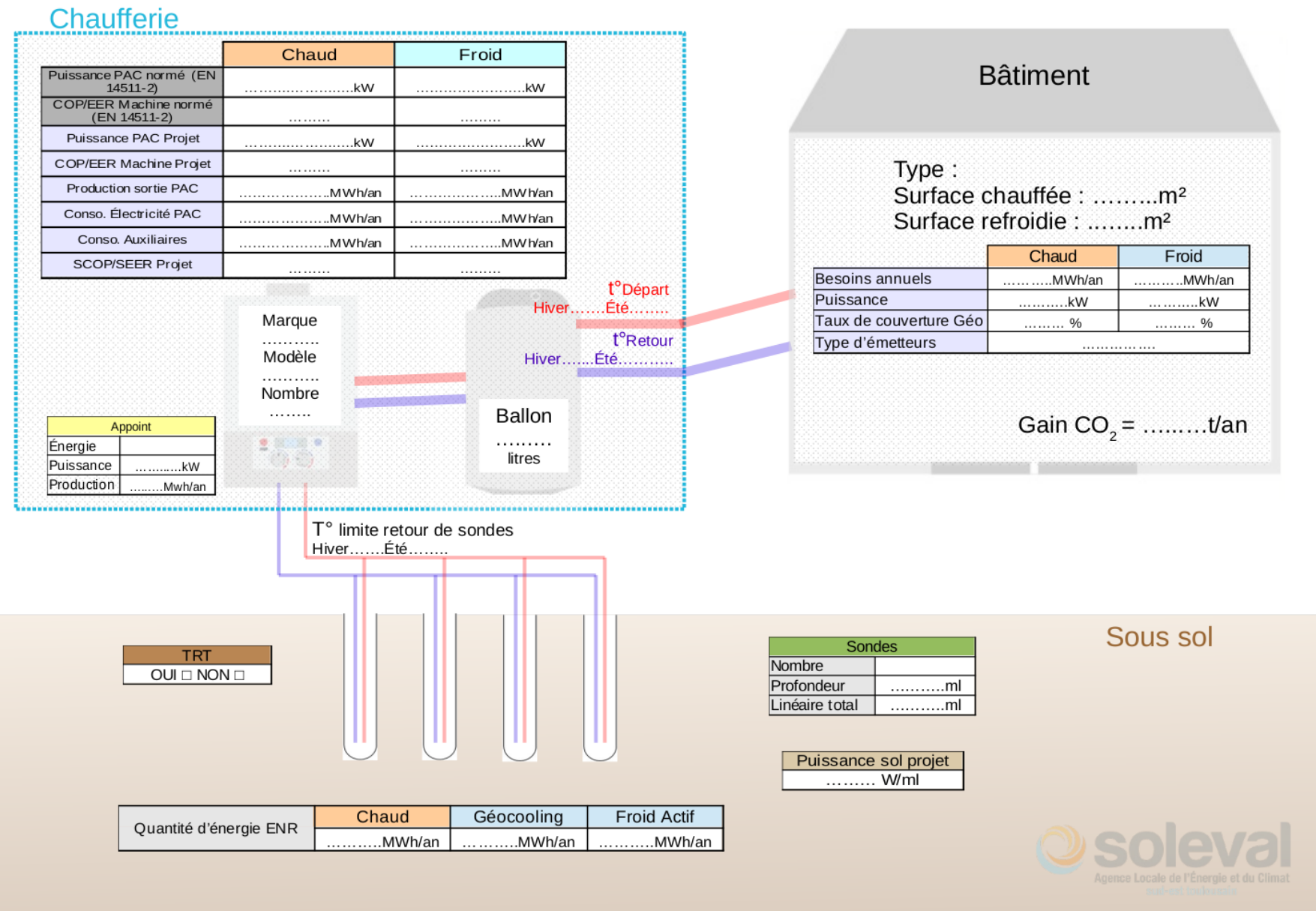


Soit 133 240 km en voiture non parcourus



En 30 ans : 150 hectares ou 1,5 km²

Conclusion





Les modalités de financement



Astrid CARDONA-MAESTRO

Référente nationale géothermie de surface



Les modalités de financement (études)

FONDS
CHALEUR

Aides à la décision Fonds chaleur

- **Périmètre** : étude de faisabilité, études des ressources géothermiques (potentiel géothermique, réalisation d'un Test de Réponse Thermique de Terrain, réalisation d'un forage d'essais sur nappe, mission d'AMO ...)
- **Critères** :
 - recours à un **Bureau d'étude qualifié RGE Géothermie** (ou en cours de qualification) (hors études sur eaux usées et sur eau de mer) : **qualifications 20.13 (Ingénierie des installations de production) et 10.07 (Ressources géothermie) de l'OPQIBI** ou équivalent
 - Base de missions **conforme aux Cahiers des Charges** de l'ADEME dispo sur la plateforme [agirpoulatransition](https://agirpoulatransition.ademe.fr)
- **Taux d'aide maxi** : **60% à 80% des dépenses** selon la nature du bénéficiaire activité économique/non économique (non concurrentiel) : **taux d'aide moyen : 50%**

<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/catalogue/2026/etude-daide-la-decision-pour-les-projets-de-geothermie-de-surface-daerothermie-ou-de-thalassotheimie>

Les modalités de financement (Travaux)

Aides aux investissements



Critères d'éligibilité, critères de sélection et niveaux d'aide définis dans les **fiches Conditions d'éligibilité et de financement** « géothermie de surface », « boucle d'eau tempérée géothermique », notamment pour la géothermie de surface :

- **Réalisation d'une étude de faisabilité au préalable**
- COP système supérieur à 3 (en mode chauffage) et 2,8 (en mode ECS)
- COP machine supérieur à 4,5 (4 pour les sondes) selon conditions d'essai de la norme
- Mise en place d'une instrumentation permettant le suivi de l'installation et de la production des ENR

Aides aux investissements déterminées selon les technologies :

- **Aide forfaitaire en fonction des MWh produits/an (chaleur renouvelable) : par ex forfait de 50 €/MWh EnR chaud/an (20 ans) pour les PAC géothermiques sur sondes**
- Dans le respect des règles de l'encadrement communautaire des aides publiques
- Cumulables avec d'autres aides (conseil régional, FEDER, ...)

<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/catalogue/2026/installations-de-production-de-chaleur-et-de-froid-renouvelable-partir-de-geothermie-de-surface-daerothermie-ou-de-thalassothermie>

Certificats d'Economie d'Energie



Dans l'existant, possibilité de mobiliser les CEE (fiches systèmes géothermiques tertiaire et collectif, fiches PAC eau/eau et eau glycolée/eau tertiaire et collectif)

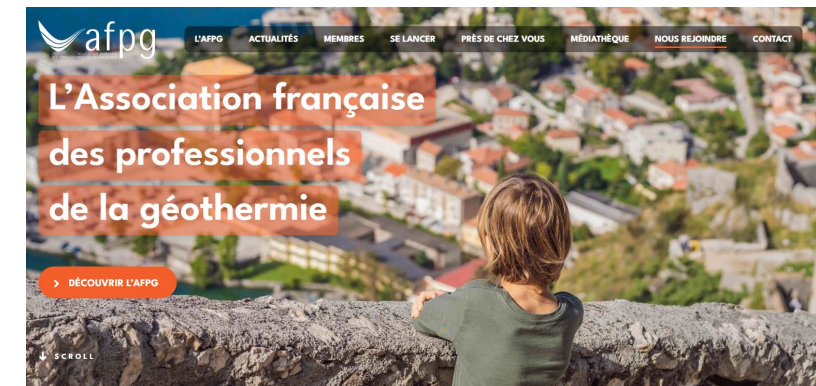
Liens utiles

Le site <https://www.geothermies.fr/>

- La boîte à outils géothermie assistée par pompes à chaleur : <https://www.geothermies.fr/outils/guides/boite-outils-la-geothermie-assistee-par-pompe-chaaleur-ademe-afpg>
- La boîte à outils technique de l'ADEME : <https://www.geothermies.fr/actualites/news/une-nouvelle-boite-outils-techniques-de-lademe-pour-la-geothermie-de-surface-dans>

Le site <http://www.afpg.asso.fr/>

- Guide méthodologique sur la géothermie de surface : https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2022/11/APFG_GUIDE_METHO_GS_web.pdf
- Étude sur la durée de vie des installations de géothermie de surface: https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2024/10/Etude-duree-de-vie-PAC_AFPG_2024-nouvelle-version_compressed_compressed.pdf
- La FAQ de l'AFPG : <http://www.afpg.asso.fr/faq-geothermie-de-surface/>
- Étude de filière 2025 : https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2025/12/Etude-de-filiere-2025_Version-web.pdf



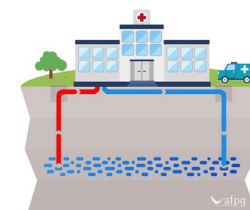


Pour aller plus loin



Webinaire 2 - Les bonnes pratiques pour optimiser son installation de géothermie

Vendredi 29 mai 2026 – 10h00-12h15



Partenaires :





22/05/2026

Merci pour votre attention

À vos questions

Partenaires :

