Centre Régional des Energies Renouvelables

Etude d'opportunité géothermie Aigondigné

Mairie-salle des fêtes et école maternelle de Mougon

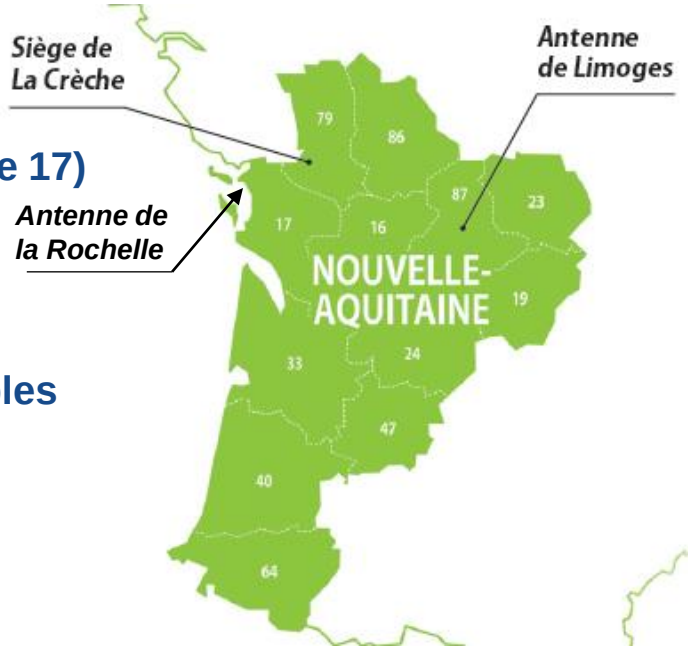
Référent géothermie : Edouard CHESNEL

edouard.chesnel@crer.info

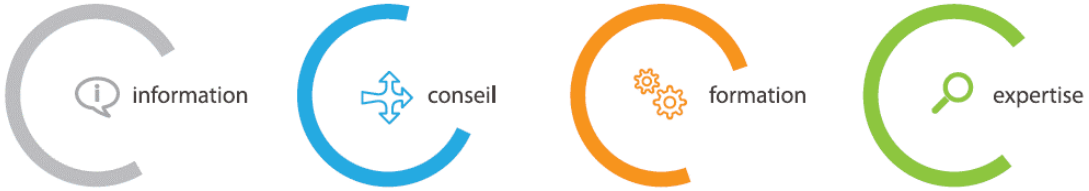
05 49 08 24 24

Centre Régional des Énergies Renouvelables

- **Association d'assistance technique fondée en 2001**
- **20 salariés**
- **3 implantations (La Crèche 79 et Limoges 87 et La Rochelle 17)**



- **Conseil Grand public**
- **Etude et accompagnement de projets énergies renouvelables**
- **Centre de Formation**
- **Missions d'expertises Énergies Renouvelables**



Géothermie de minime importance et géothermie profonde

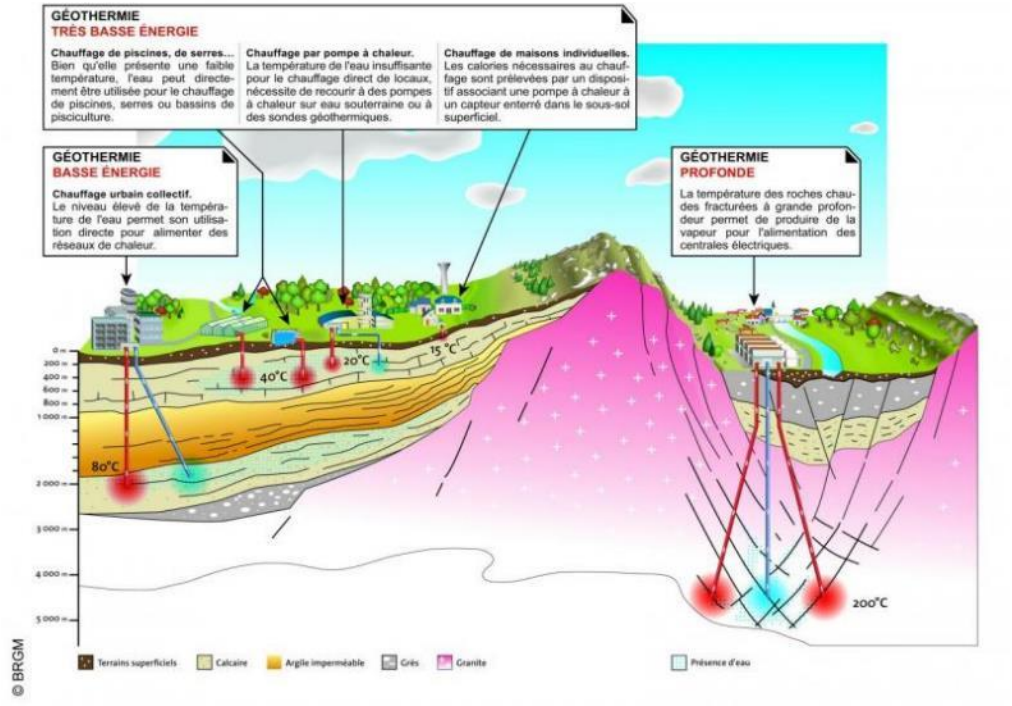
GEOTHERMIE PROFONDE

Géothermie Haute Energie:

- **Températures importantes > 90 °C**
- **Forages profonds de plusieurs milliers de mètres**

Géothermie Basse Energie:

- **Température élevée > 50°C pour usage direct**
- **Profondeur pouvant être supérieure à 1000 m**



GEOTHERMIE DE SURFACE

- **Profondeur jusqu'à quelques centaines de mètres**

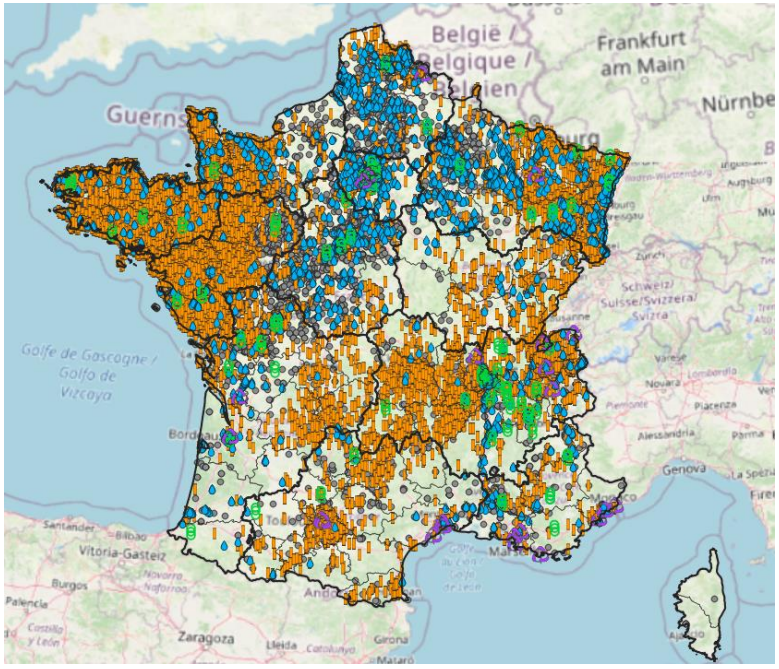
Géothermie de Minime Importance = GMI (Décret n°2015-15 du 8 janvier 2015)

-température < 25°C
-profondeur d'ouvrages < 200 m
-puissance thermique récupérée < 500 kW
-prélèvement et réinjection se font dans la même nappe
-hors périmètre de protection rapprochée

Contexte du marché de la géothermie

Objectifs de la PPE (Programmation pluriannuelle de l'Energie) sur la période 2023-2028 pour les chaleurs renouvelables :

Augmentation de la consommation de 25% en 2023 et de 40 à 60% en 2028 par rapport à 2017 (soit 196 TWh en 2023 et entre 218 et 247 TWh en 2028)



Installations géothermiques en France en 2022

Objectifs de consommation finale des filières de chaleur renouvelable

	2017	2023	2028 bas	2028 haut
Biomasse	120	145	157	169
PAC aérothermiques	23,5	35	39	45
PAC géothermiques	**3,14**	**4,6**	**5**	**7**
Géothermie profonde	2	3	4	5,2
Solaire thermique	1,18	1,75	1,85	2,5
Biogaz (dont biogaz injecté)	4	7	12	18
TOTAL	154	196	219	247

Géothermie de surface

Transfert des calories par une pompe à chaleur
Production de chaleur ou de froid

Consommation électrique (PAC électrique)

Production d'Eau Chaude sanitaire

CAPTEURS extérieurs

Récupération des calories du sol

Production de chauffage

Régénération du sol

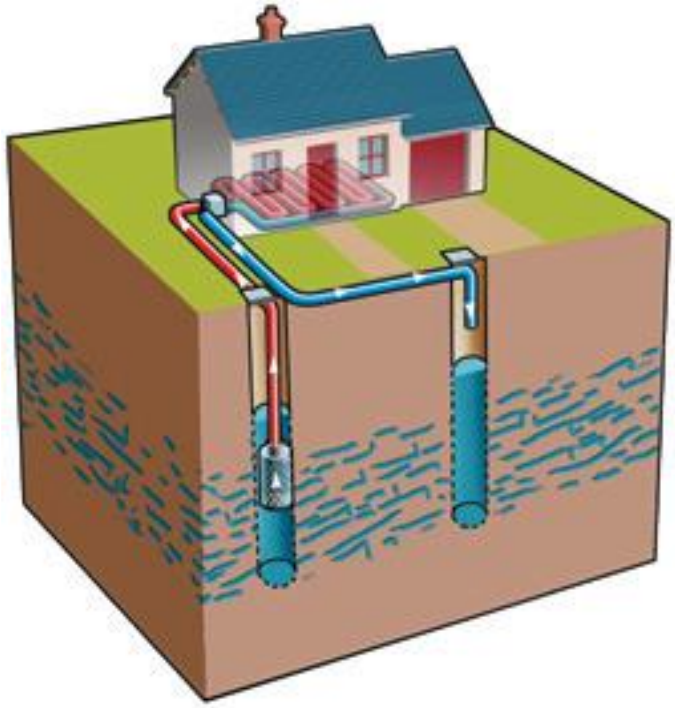
Rafraichissement

Rafraichissement par Geocooling

Principe de fonctionnement

Géothermie sur nappe

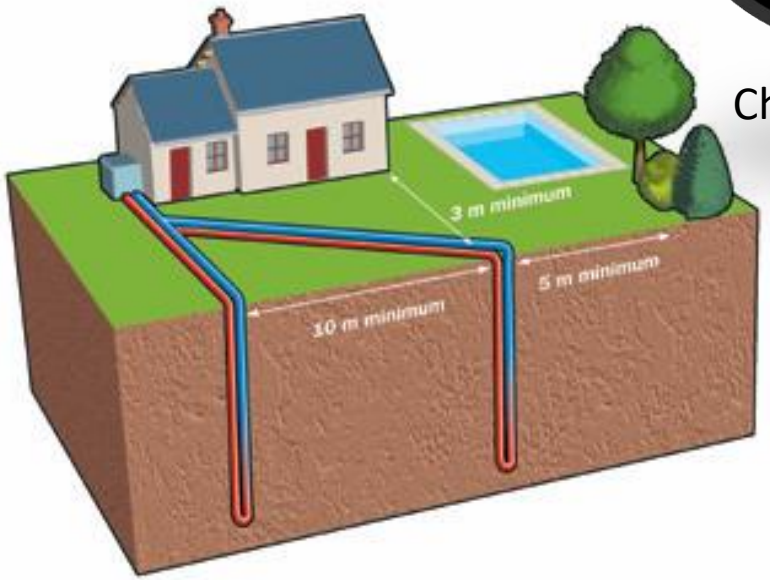
Prélèvement de l'énergie géothermique dans l'eau de nappe souterraine



Géothermie sur sondes géothermiques

Prélèvement de l'énergie géothermique par échanges thermiques avec le sous-sol

Champ de sondes



Principe de fonctionnement

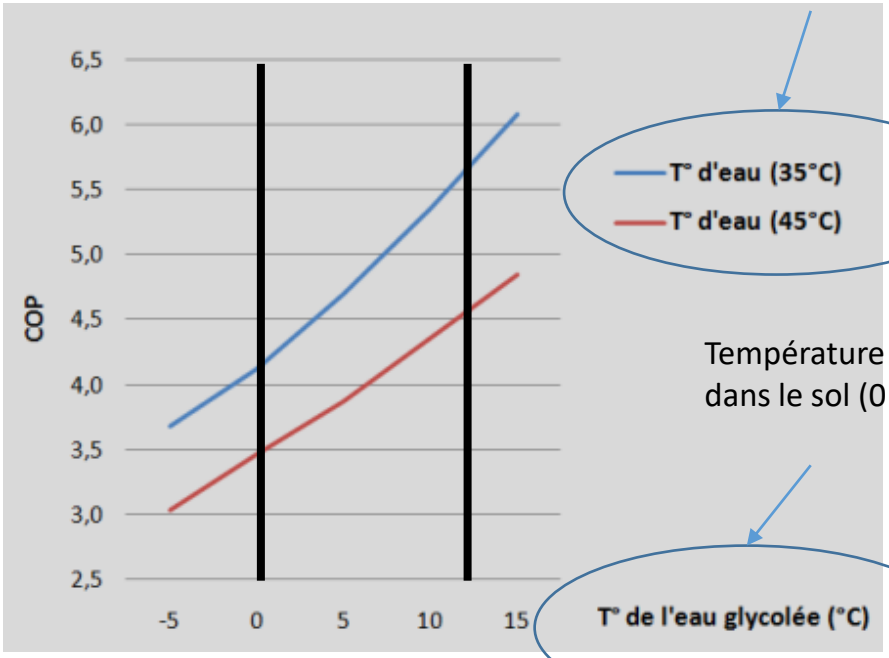
Réalisation d'un forage

Collecteur de sondes

Tête de puits

Optimiser les performances de la pompe à chaleur

COP = coefficient de performance de la PAC
Consommation divisée par 4 ou 5 dans de bonnes conditions!



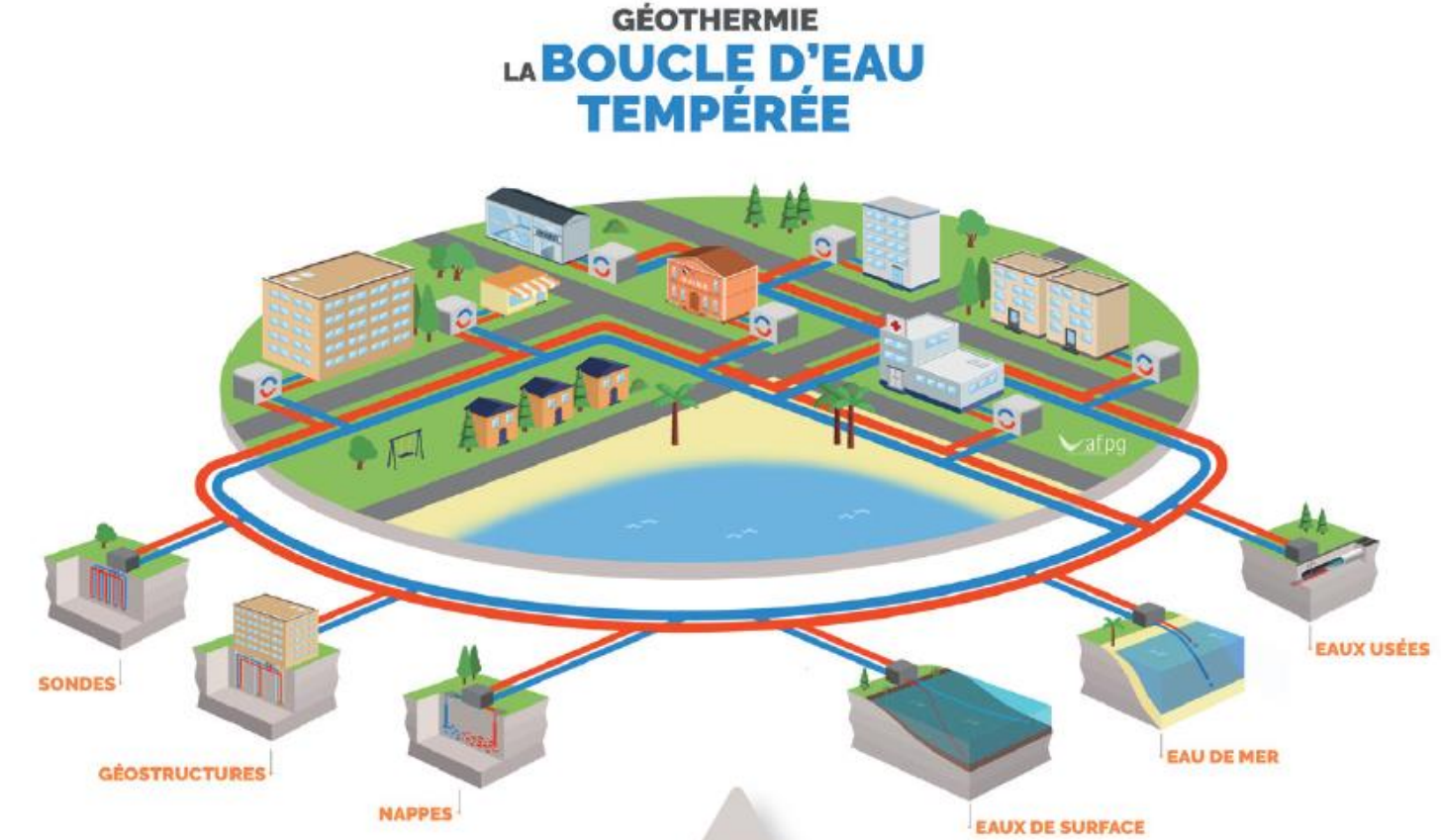
Exemple d'évolution du COP sur un PAC géothermique électrique selon la température de la source froide et la température d'émission

La performance de la PAC baisse quand la température des émetteurs augmente

➔ Pour optimiser le système :

- **Bien isoler le bâtiment**
- **Privilégier des émetteurs basse température**

Alimentation de plusieurs bâtiments : la boucle d'eau tempérée

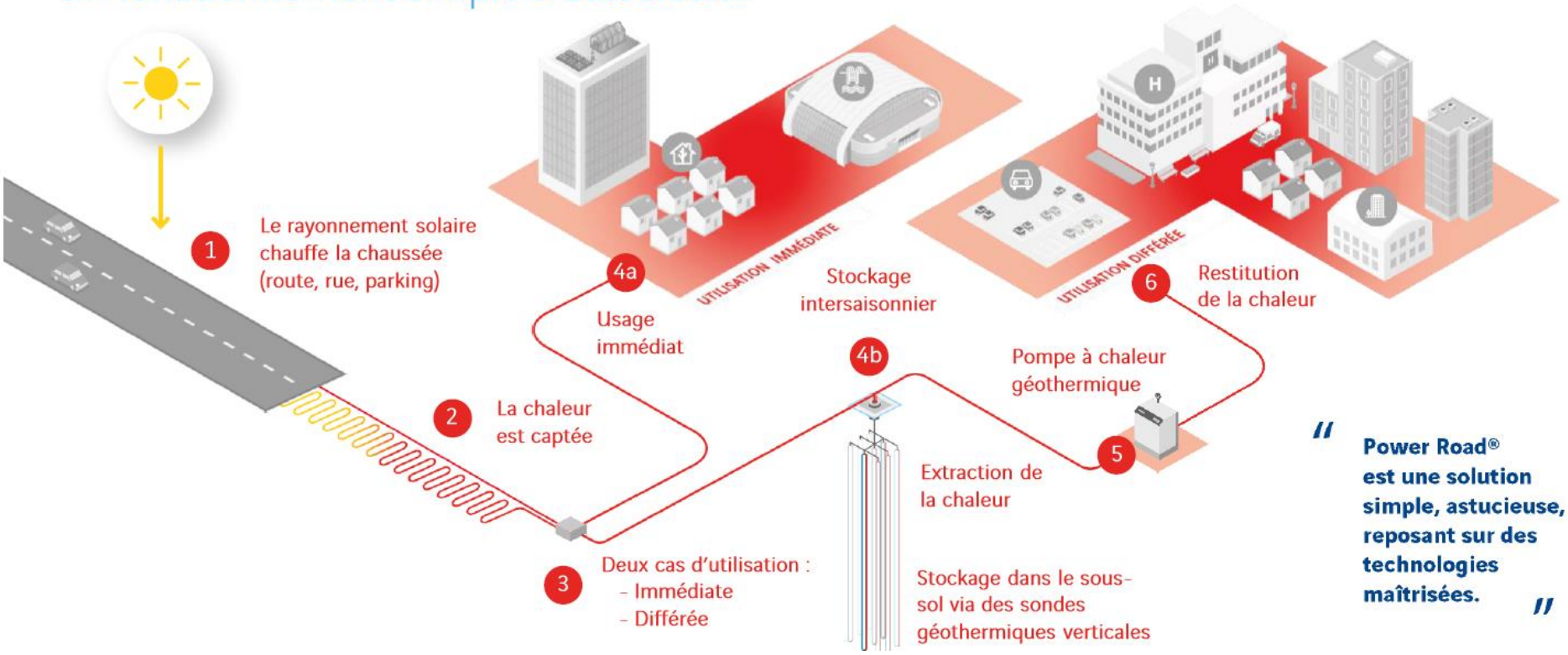


Principe d'une boucle d'eau tempérée géothermique

La chaussée thermoactive

POWER ROAD®

Un fonctionnement simple & astucieux...



" Power Road® est une solution simple, astucieuse, reposant sur des technologies maîtrisées. "

Principe de fonctionnement du système étudié dans l'étude

L'intérêt de la géothermie

Une énergie renouvelable adapté à la transition énergétique

Possibilité de production de chaleur et de froid

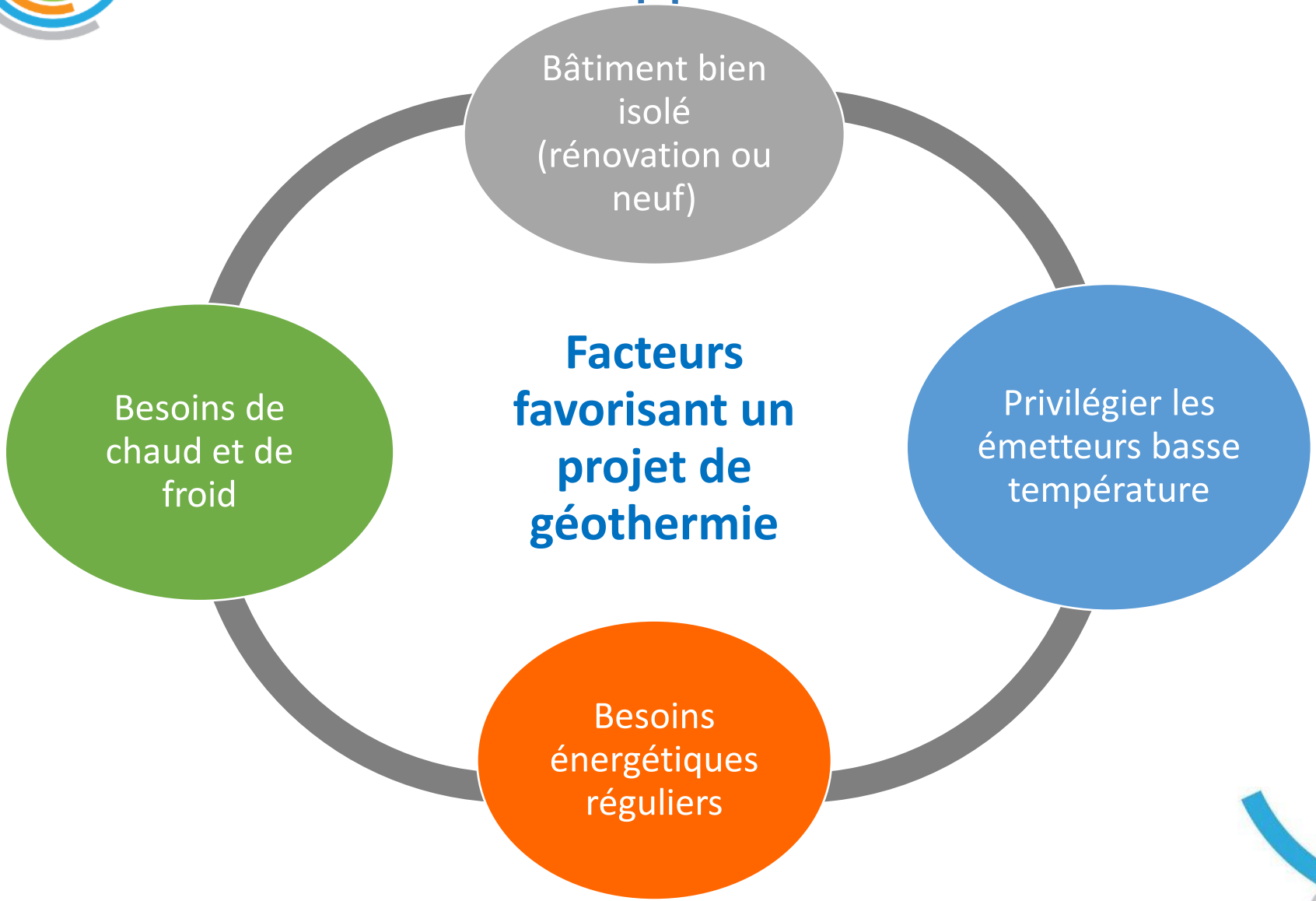
Une énergie locale non délocalisable et permanente

Une énergie sans impact visuel, sans rejet dans l'atmosphère et sans pollution sonore

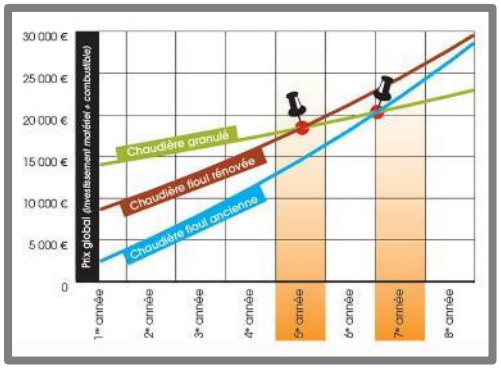
Une technologie mature et performante, simple d'exploitation

RGE

Les facteurs d'opportunité



Optimiser la rentabilité



- Réduction de la consommation énergétique (facteur 4 à 5)
- Penser à long terme : amortissement long pour les forages et éventuellement le plancher chauffant (durée de vie > 30 ans)
- Penser au rafraichissement par geocooling
- Aides financières à solliciter (Fonds Chaleur de l'Ademe) sur les études et l'investissement

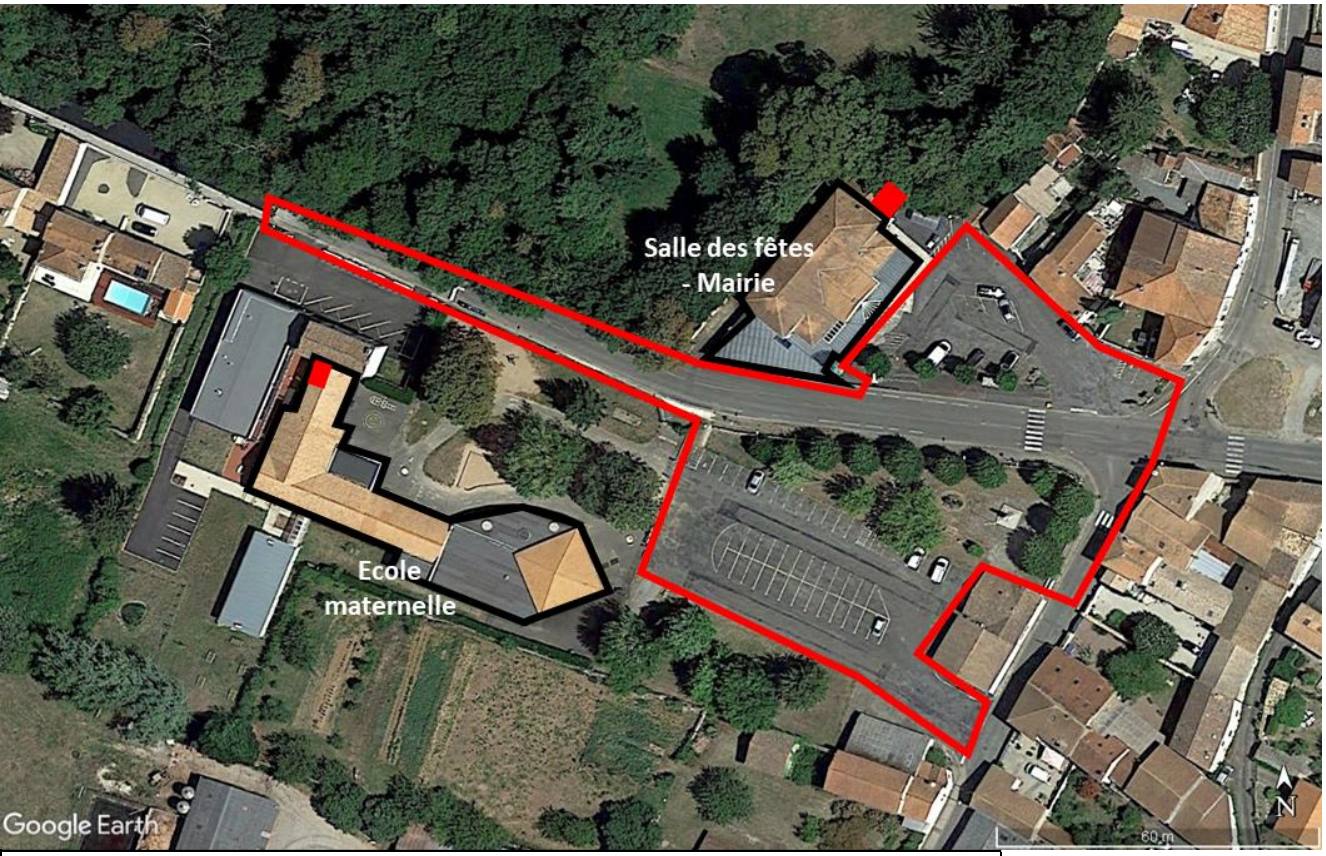
https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/recherche?aap%5B0%5D=vous_etes%3ACollectivit%C3%A9%20/%20Administration&aap%5B1%5D=theme%3A263

Le Fonds chaleur Ademe

1. Aides aux études de faisabilité
   - Jusqu'à 70% du coût
   - Inclus étude bibliographique hydrogéologique et thermique
   - Inclus Test de réponse thermique ou essai de nappe
2. Aides à l'investissement

Technologie	Aide en €/MWh EnR/an (sur 20 ans)
Pompe à chaleur sur eau de nappe	25 €/MWh EnR
Pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales	50 €/MWh EnR
Géocooling	13 €/MWh EnR

Le site étudié



Légende :

- Chaufferie
- Limite du bâtiment
- zone susceptible d'accueillir des forages et la chaussée thermoactive

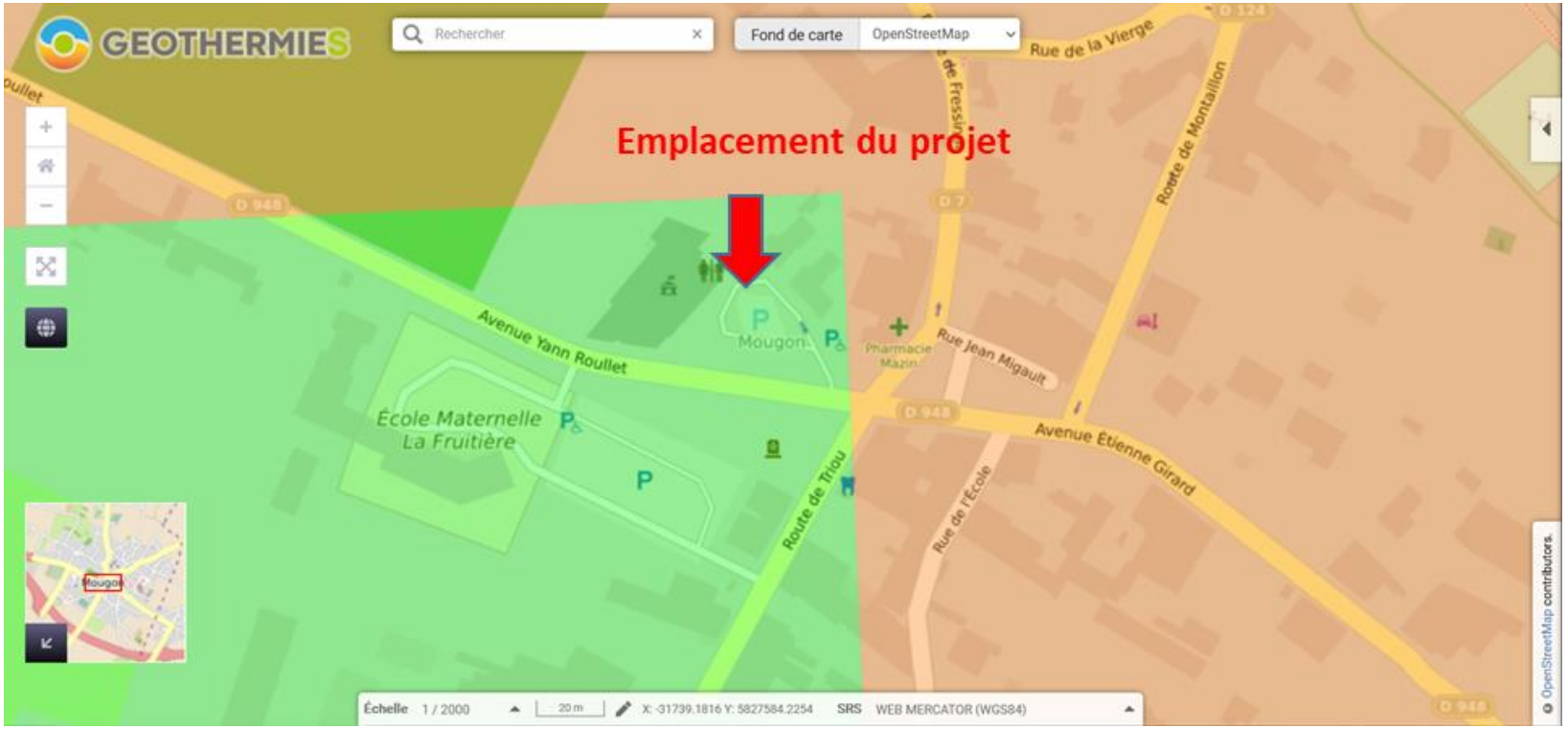
Besoins identifiés : chauffage des bâtiments (rafraichissement et ECS non pris en compte)

Niveau isolation : équivalent RT2000

Besoin énergétique annuel : 172 000 kWh

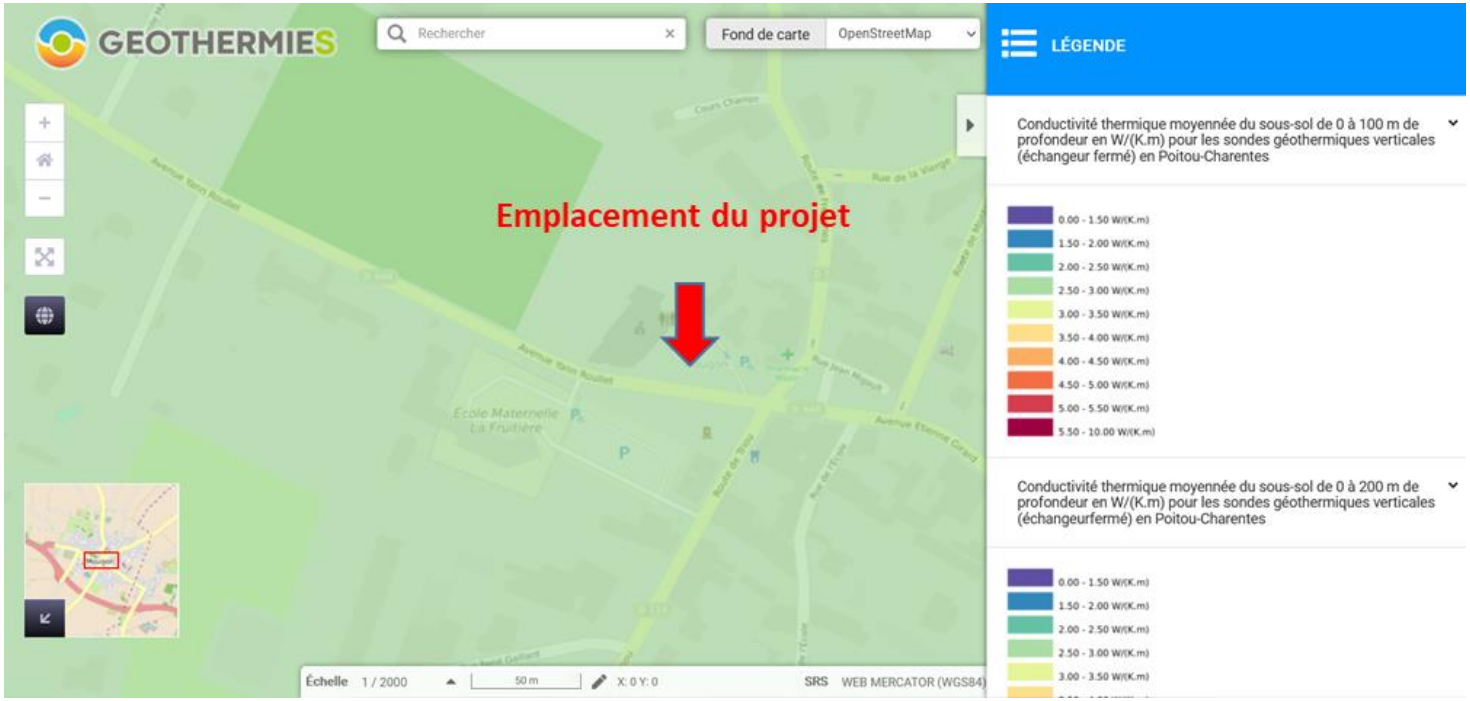
Puissance nécessaire : 160 kW

Contexte règlementaire



Le projet est situé en zone verte de 0 à 200m de profondeur. Dans les zones vertes, les projets de GMI sont autorisés sous simple déclaration.

Potentiel géothermique



Selon les données cartographiques issues du site geothermies.fr, la conductivité thermique moyenne sur 100 m est évaluée à 2,83 W/mK et à 2,91 W/m.K sur 200 m, ce qui constitue une valeur intéressante.

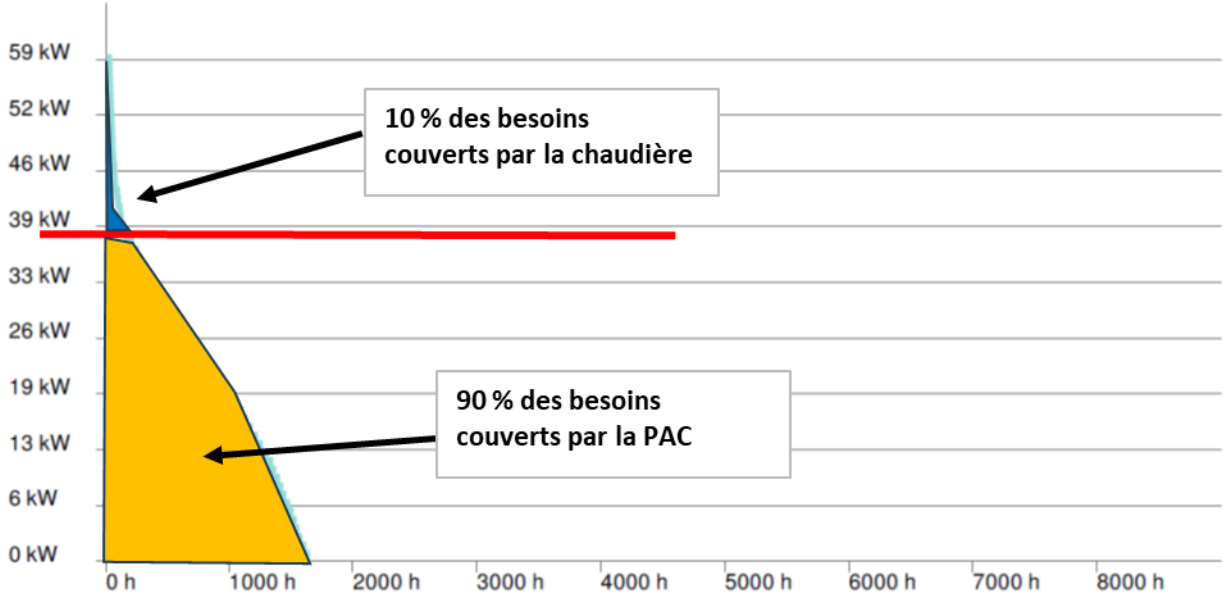
Pour une installation sur sondes géothermiques verticales sans chaussée thermoactive, on peut considérer en première approche un ratio de puissance extractible de 50W/ml de sonde. Cette valeur est modulée en fonction de l'énergie prélevée.

Dans le cas de l'utilisation d'une chaussée thermoactive, celle-ci apporte de l'énergie complémentaire au champ de sondes. Cela permet de recharger le sous-sol en été pour une utilisation optimale en hiver. La puissance extractible par mètre linéaire de sondes s'en voit donc améliorée. On peut considérer en première approche qu'on économise 1,5 ml de sondes par m² de chaussée thermoactive.

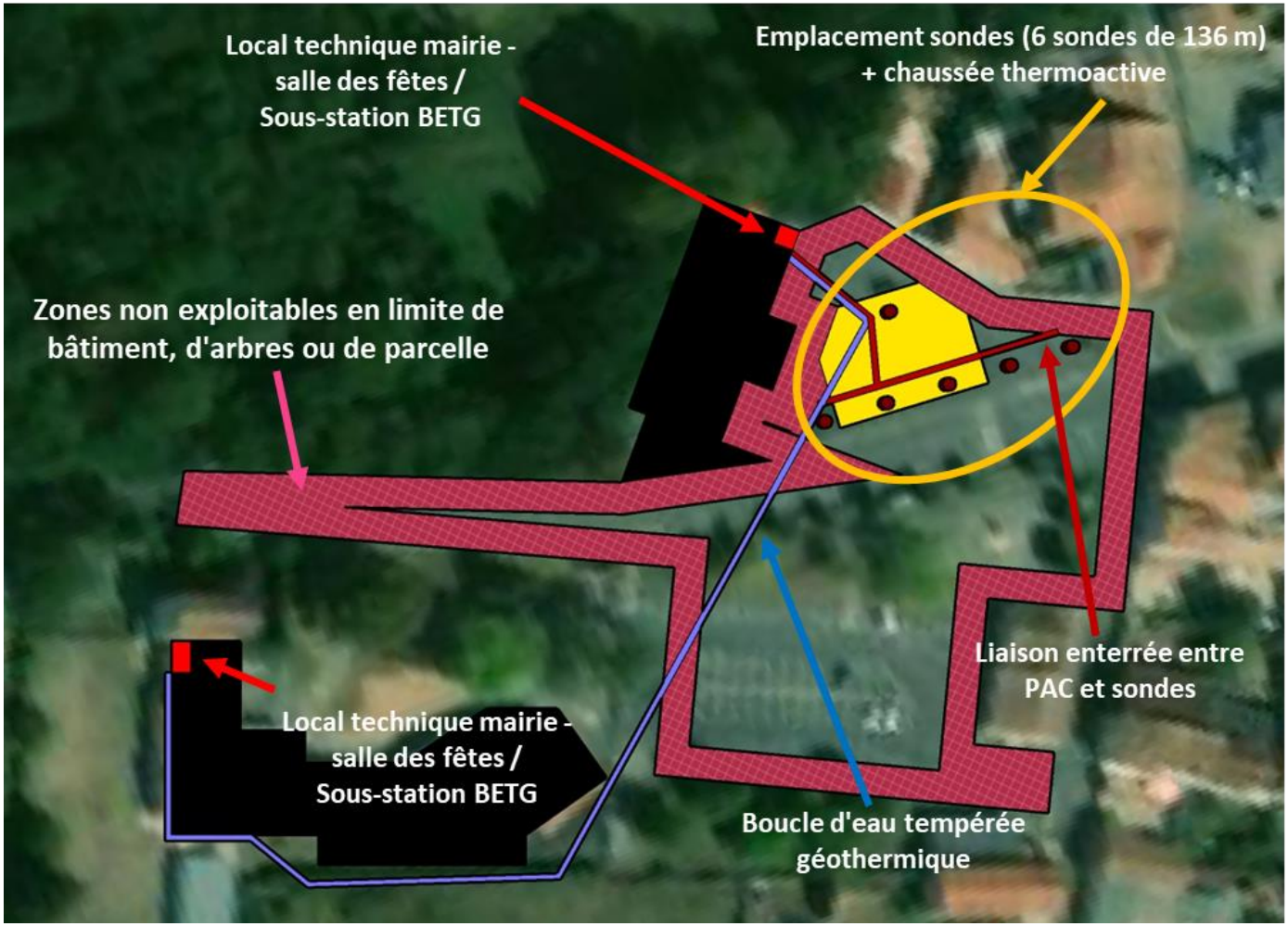
Prédimensionnement des pompes à chaleur

Production de chauffage :		
Bâtiments	Mairie-Salle des fêtes	Ecole maternelle
Puissance PAC géothermique	40 kW	40 kW
Puissance chaudière gaz	60 kW	60 kW

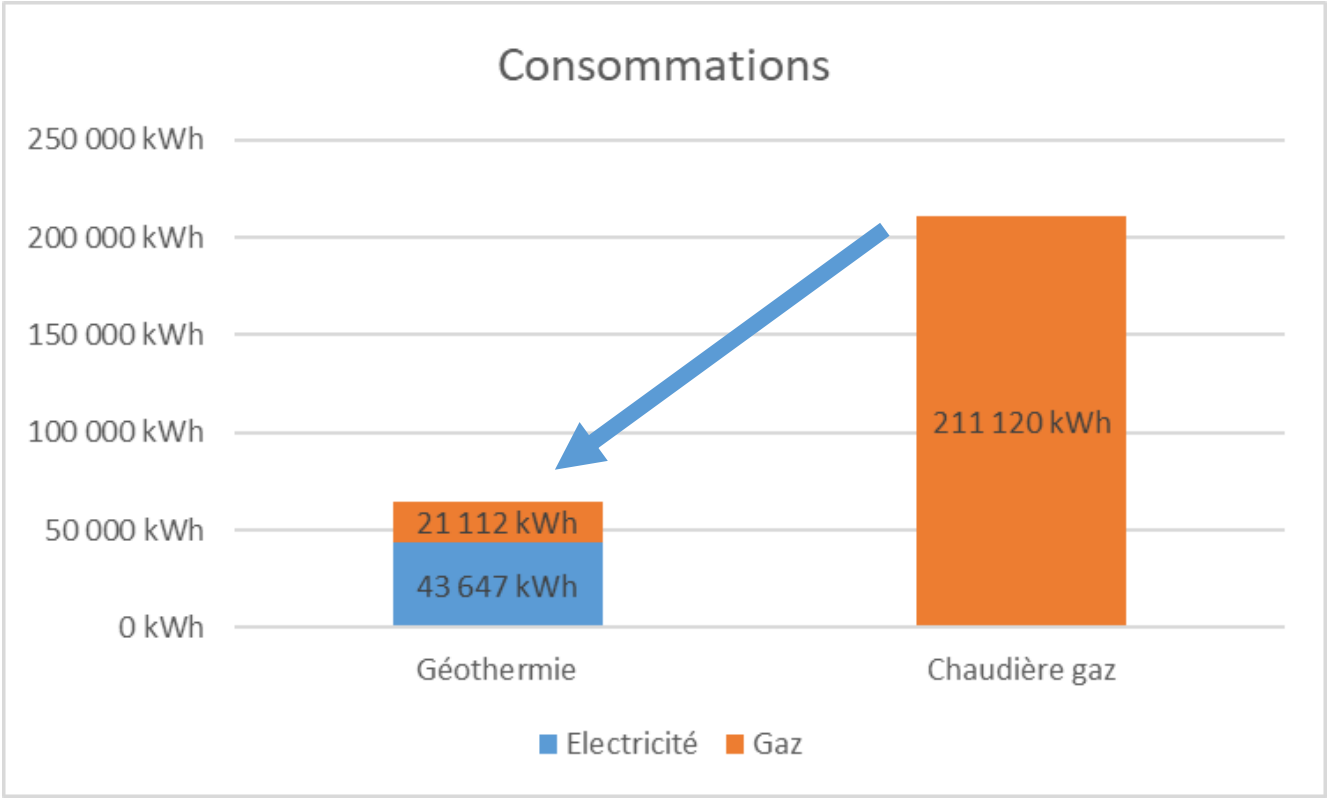
Chaudière gaz conservée en relève



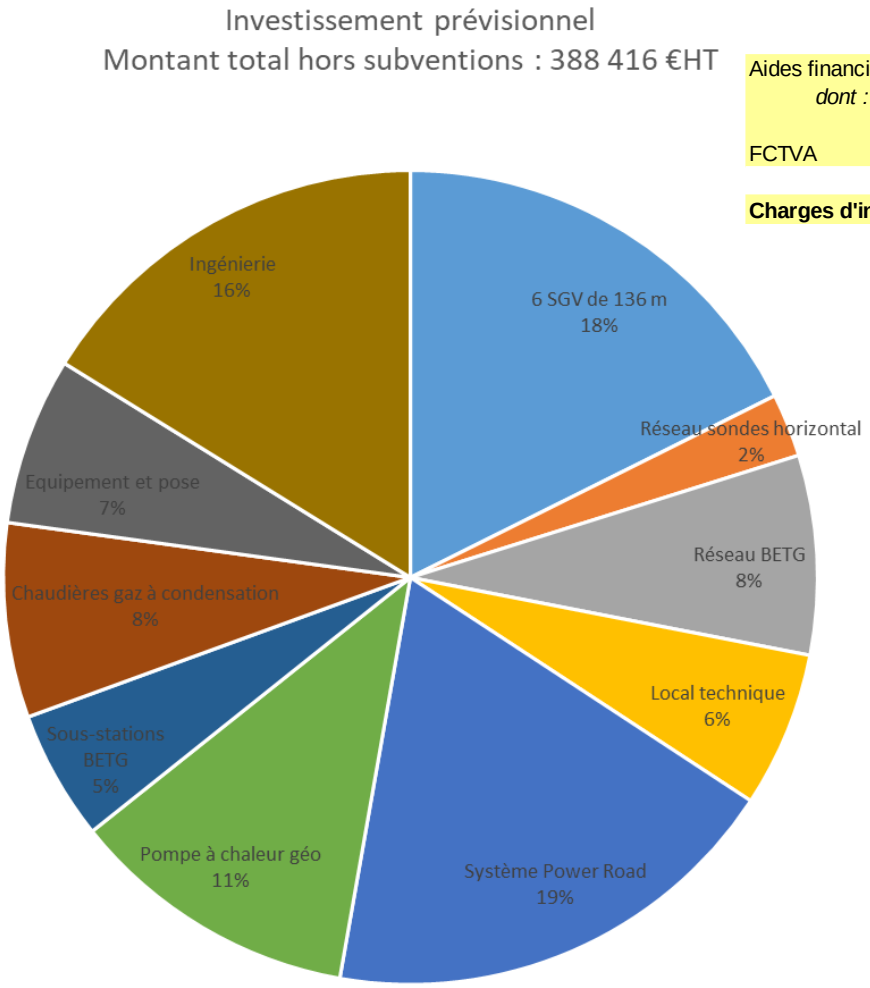
Proposition d'implantation du système de géothermie avec BETG + chaussée thermoactive



Réduction des consommations d'énergie



Aspects économiques

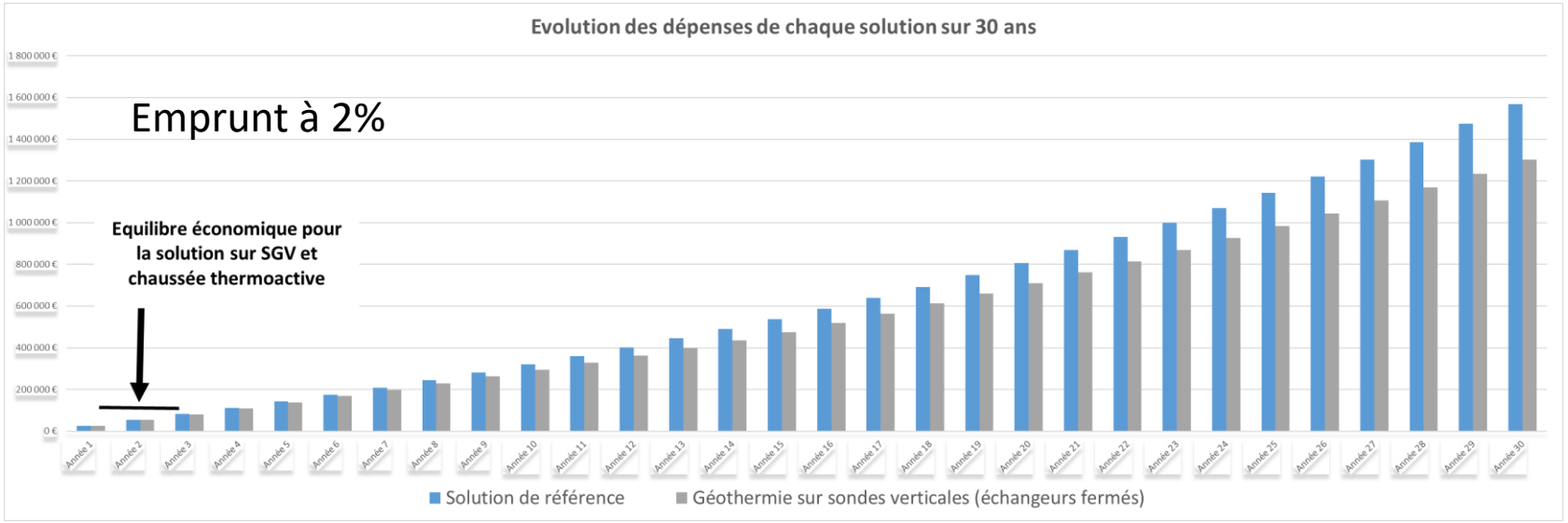


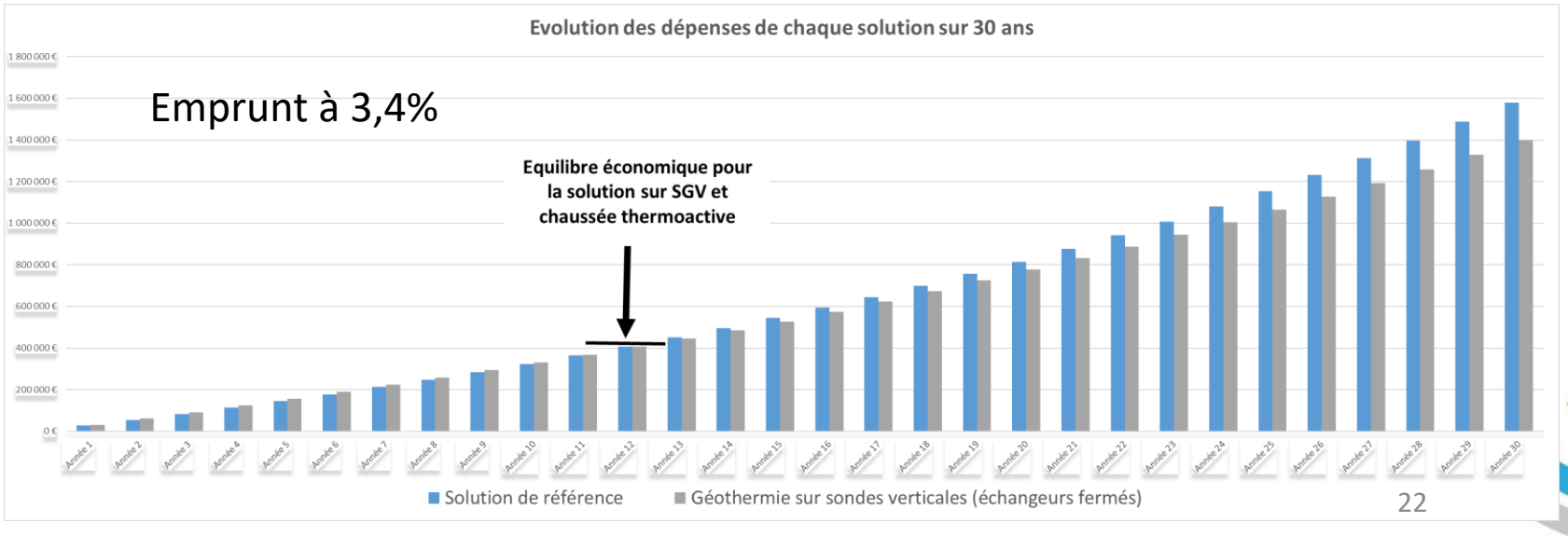
Aides financières (Fonds chaleur Ademe)	155 029 €	
dont : Fonds chaleur études		*17 500 €*
Fonds chaleur travaux		*137 529 €*
FCTVA	64 090 €	
Charges d'investissement	**246 980 €**	

Economie annuelle de fonctionnement (la première année) :

9871€

Résultats actualisés avec prise en compte de l'évolution du prix de l'énergie et avec emprunt

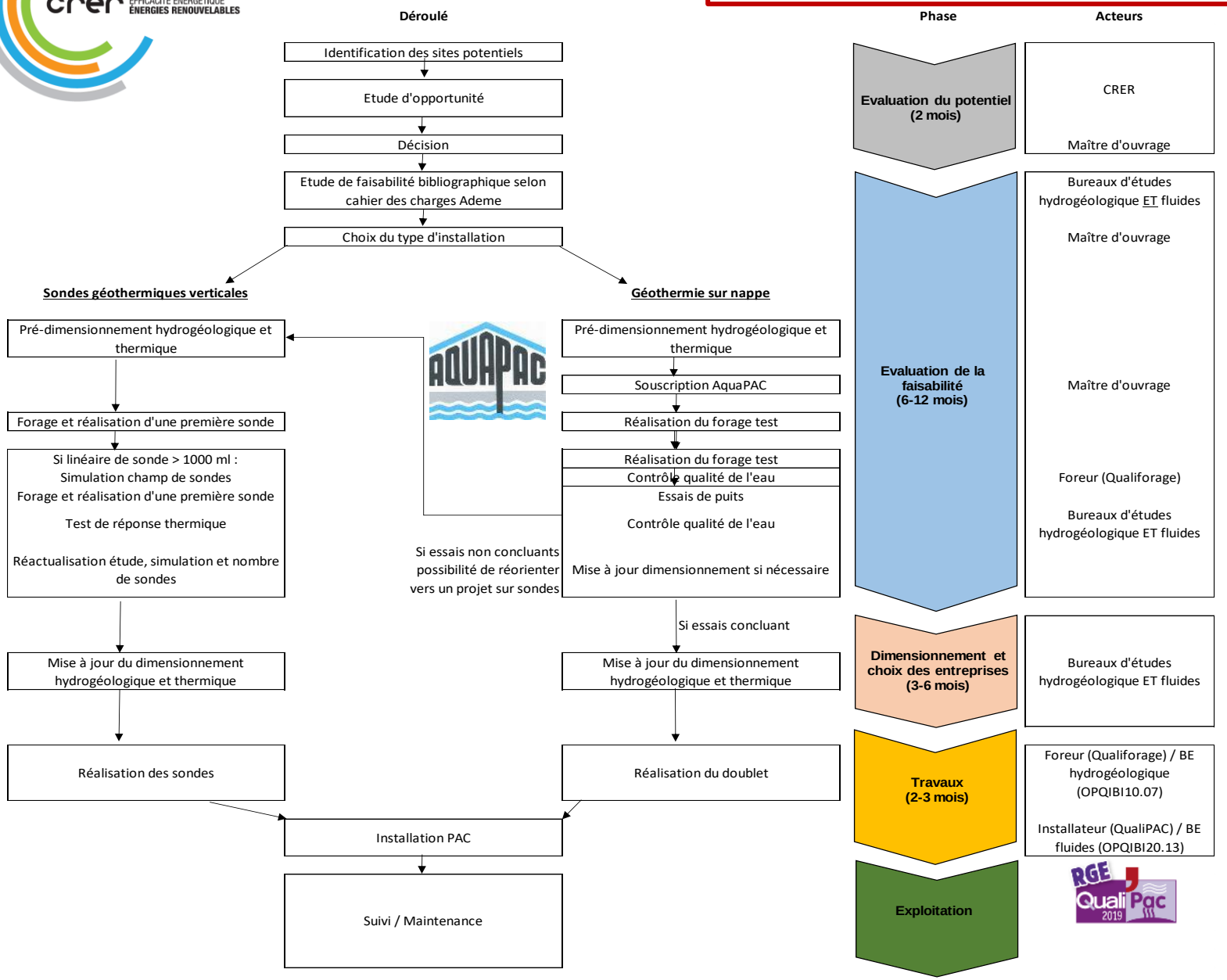




Résumé des principaux résultats de l'étude

Principaux avantages	- Zone règlementaire verte - Aspect environnemental - Réduction des dépenses de fonctionnement - Rentabilité sur le moyen terme - Intégration de la chaussée thermoactive dans le projet de rénovation des routes et places - optimisation des performances sur chaque bâtiment en fonction de leur état de rénovation grâce à la BETG
Principales contraintes	- Isolation thermique des bâtiments à améliorer pour optimiser les performances - Des émetteurs basse température permettrait d'optimiser la performance du système - L'usage d'un rafraichissement par geocooling permettrait d'améliorer la rentabilité - Etude de faisabilité à réaliser par BE hydrogéologique et fluides avec qualification OPQIBI 10.07 et 20.13

Bureaux d'études

- Collaboration indispensable des BET et BE hydrogéologiques qualifiés (OPQIBI 10.07 et 20.13) dès la phase d'avant-projet
  - ➢ Mise en relation des besoins et de la ressource
  - ➢ Optimisation du captage de la ressource géothermique en fonction des besoins

LES ETAPES CLES D'UN PROJET