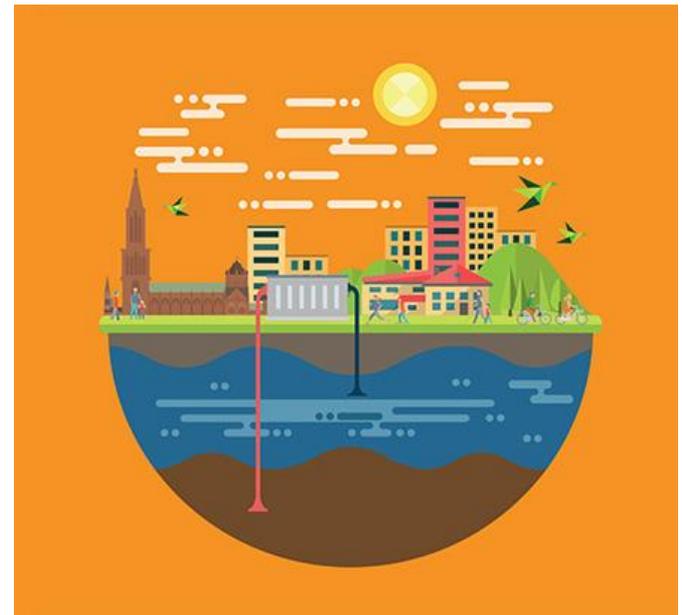


An aerial photograph of a geothermal power plant. The plant features several large, white, cylindrical chimneys that are emitting thick plumes of white steam. The plant itself consists of several white buildings and a complex network of pipes and conduits. The surrounding landscape is a mix of green grass and dark, rocky terrain, with a winding road or path visible in the background. The overall scene is set in a hilly, mountainous area.

La géothermie, l'énergie du sous sol

Introduction

- Dans ce diaporama nous allons aborder le thème de la géothermie, une énergie renouvelable.
- Il sera composé de 3 parties et d'une sitographie et bibliographie :
 - une partie définition,
 - une partie étude de cas dans le monde avec l'exemple de l'Indonésie,
 - une partie étude de cas en France avec l'exemple de Jonzac et la problématique de Strasbourg.

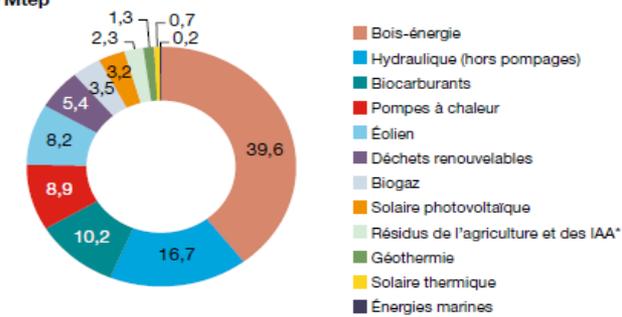


Sommaire

- ❖ Définition: qu'est ce que l'énergie du sous sol ?
- ❖ Étude de cas:
 1. Dans le monde:
 - a) L'Indonésie
 2. En France:
 - a) La centrale de Bouillante en Guadeloupe
 - b) Jonzac en Charente-Maritime
 - c) Problématique: de la centrale de Strasbourg
- ❖ Bibliographie et sitographie

TOTAL : 25,9 Mtep

En %



* IAA : industries agroalimentaires.

Source : SDES, d'après les sources par filière

Définition

- Qu'est ce que « géothermie »?

La géothermie, du grec Géo (la terre) et Thermos (la chaleur) désigne à la fois la chaleur terrestre et son exploitation par l'homme. La géothermie c'est donc l'exploitation des chaleurs du sous-sols avec des méthodes durables. Le gradient géothermique caractérise l'évolution de la température en fonction de la profondeur. Pour l'exploitation géothermique d'un sous-sol le gradient peut aller de 0,025°C/m à 0,12°C/m. La géothermie est très peu exploitée et elle représente 1,3% de production d'énergie renouvelable en France en 2017 .

- A quoi elle sert?

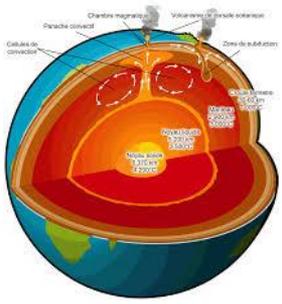
Elle permet de produire de l'énergie thermique, chaleur ou fraîcheur (le puits canadien) ou par transformation, de l'énergie électrique.

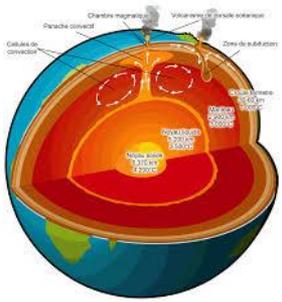
- Quels sont ses avantages?

La géothermie est une énergie renouvelable donc propre et inépuisable, très peu polluante et très faible en émission de CO₂. La chaleur du sous sol, contrairement à l'énergie éolienne et l'énergie solaire, ne dépend pas du climat, donc est toujours disponible.

- Quels sont ses inconvénients?

La géothermie en profondeur peu provoquer des séismes (cas de Strasbourg abordées dans la partie 2).



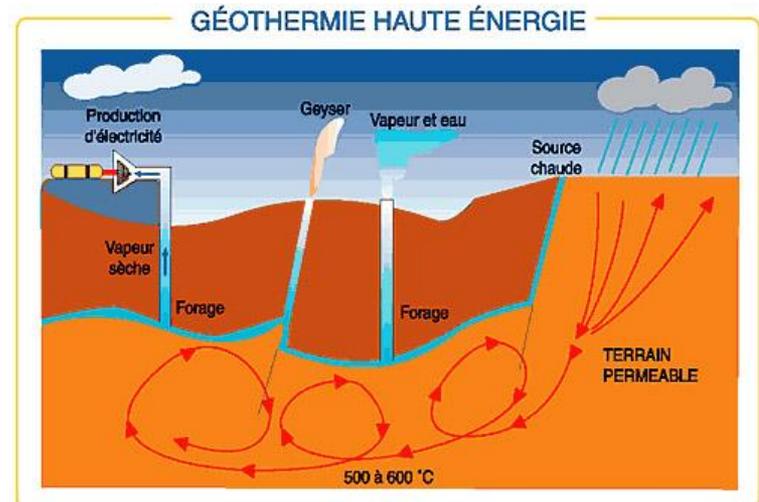


Définition

- Comment ça marche?

Il y a différents types de forage:

- **La géothermie de surface aussi appelée la géothermie à basse température:** elle est renouvelable et non polluante, elle valorise l'énergie de 1 à 200m, la température est inférieure à 30°C et elle permet de produire de la chaleur et de la fraîcheur.
- **La géothermie à moyenne température:** elle est renouvelable et non polluante, les gisements se situent à moins de 3000 m, la température atteint 50 à 70°C, elle permet de produire de la chaleur.
- **La géothermie profonde ou à haute température:** elle est renouvelable et non polluante, elle permet d'atteindre des sources situées entre 3000 et 5000 mètres sous terre, la température est de plus de 100°C, elle permet de produire de la chaleur et l'électricité (l'eau surchauffée jaillit avec assez de pression pour alimenter une turbine, voir schéma).



Définition

Terrains superficiels	Roches imperméables
Roches perméables :	Granite
Calcaire	Présence d'eau
Grès	Roche volcanique
	Chambre magmatique

Chaleur/eau chaude en réseau

Le niveau élevé de la température de l'eau permet son utilisation directe pour alimenter les réseaux de chaleur.

GÉOTHERMIE
BASSE
ÉNERGIE

Chaud/froid à usages agricoles et industriels

L'eau géothermale peut être utilisée, avec ou sans pompe à chaleur, pour le chauffage et la climatisation de serres agricoles, la pisciculture, des usages industriels...

GÉOTHERMIE
BASSE
ET
TRÈS BASSE
ÉNERGIE

Chaud/froid/eau chaude sanitaire à usages domestiques et tertiaires

Les pompes à chaleur géothermiques sur aquifères superficiels ou sur sondes permettent le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude pour des immeubles, des bâtiments tertiaires et des maisons.

Les édifices peuvent aussi être rafraîchis grâce au géo-cooling.

GÉOTHERMIE
TRÈS BASSE
ÉNERGIE

Électricité/ chaleur

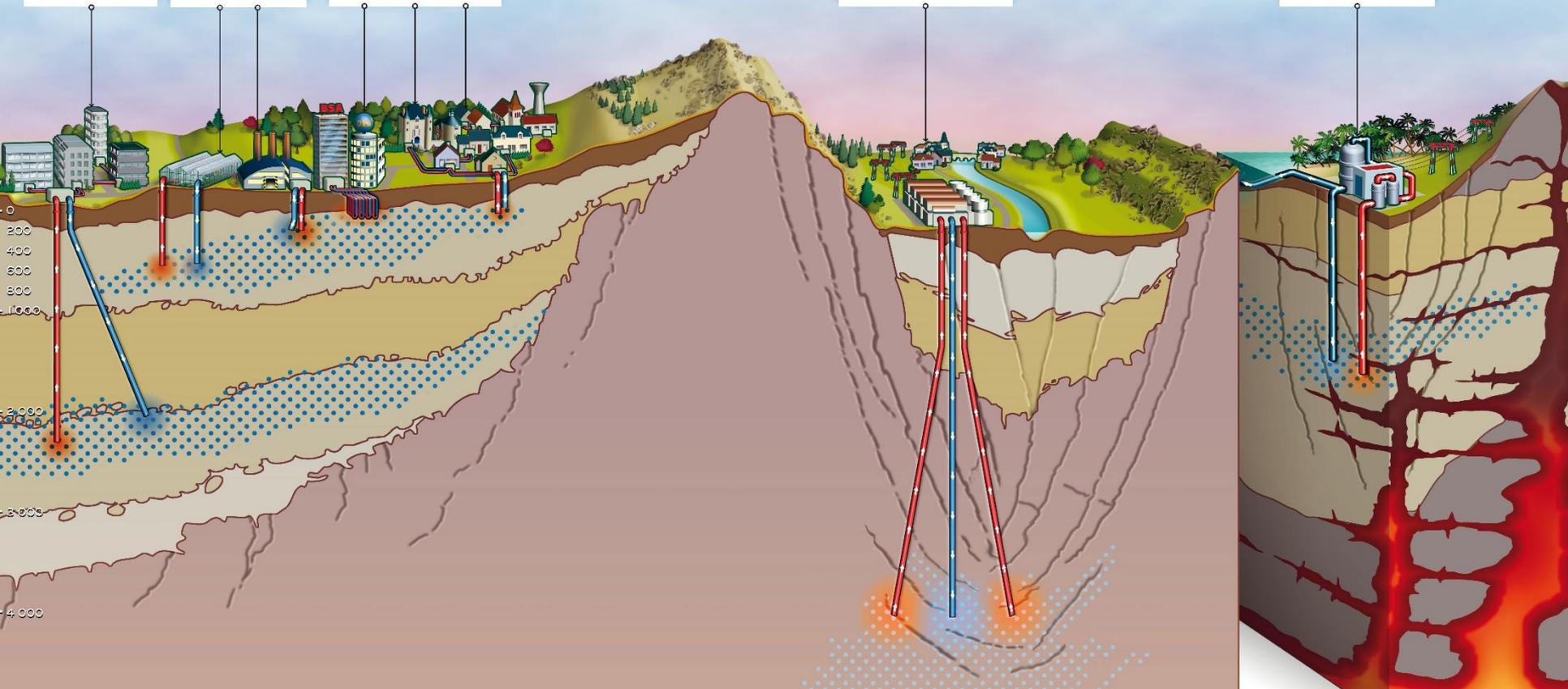
La température des milieux fissurés à grande profondeur permet de produire de la chaleur et /ou de l'électricité.

GÉOTHERMIE
MOYENNE
ET HAUTE
ÉNERGIE
(EGS - SYSTÈMES GÉOTHERMIQUES AMÉLIORÉS)

Électricité

L'eau est captée à haute température, souvent sous forme de vapeur, pour la production d'électricité.

GÉOTHERMIE
HAUTE
ÉNERGIE



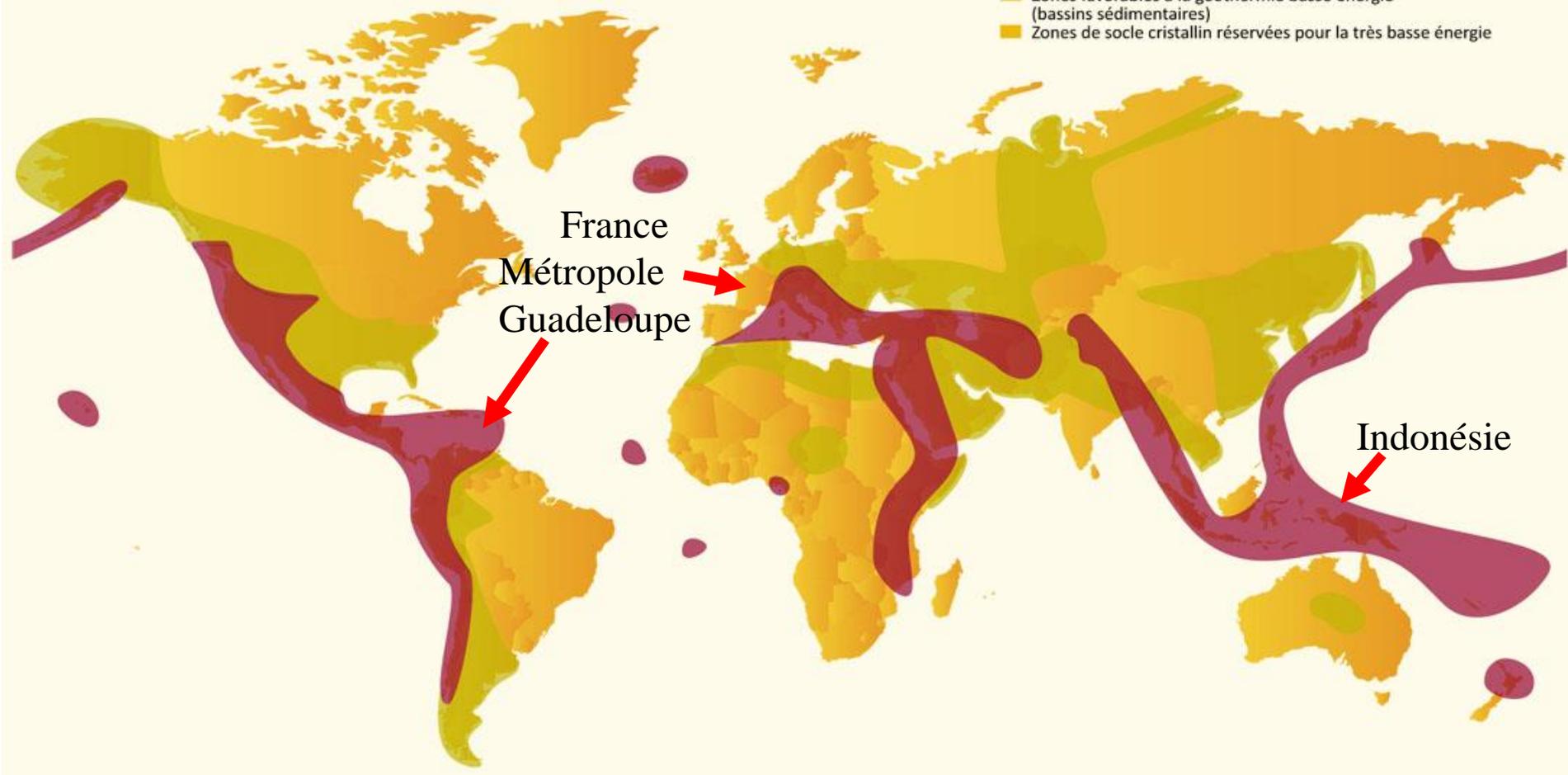
I. Dans le monde

Les ressources mondiales en géothermie

Les ressources mondiales de géothermie

source : BRGM

- 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



I. Dans le monde

Sites géothermiques dans le monde



I. Dans le monde

Production d'électricité à partir de géothermie

- Une vingtaine de pays dans le monde produisent de l'électricité géothermique notamment en Asie et en Amérique du Nord.
- Les Etats Unis, les Philippines et l'Indonésie sont les plus grands producteurs.

Par pays, en TWh, en 2011 (La production d'électricité d'origine renouvelable Observ'ER/EDF - Quatorzième inventaire, 2012 - chiffres de production 2011)		
États-Unis	18,2	26,1 %
Philippines	10,0	14,4 %
Indonésie	9,2	13,1 %
Mexique	6,5	9,3 %
Nouvelle-Zélande	6,1	8,8 %
Italie	5,7	8,1 %
Islande	4,7	6,7 %
Japon	2,6	3,7 %
Salvador	1,5	2,2 %
Kenya	1,5	2,2 %
(France)	(0,0)	(0 %)

Par zones géographiques, en TWh, en 2016 Source : International Energy Agency (IEA)		
Asie et Océanie ⁽¹⁾	31,78	38,92%
Europe	16,53	20,24%
Amérique du Nord	24,73	30,29%
Eurasie ⁽²⁾	0,45	0,55%
Afrique	4,2	5,14%
Amérique Centre et Sud	3,96	4,85%

(1) dont Moyen Orient
 (2) Arménie, Azerbaïdjan, Biélorussie, Géorgie, Kazakhstan, Kirghizstan, Moldavie, Ouzbékistan, Russie, Tadjikistan, Turkménistan et Ukraine

Répartition de la production d'électricité
 d'origine géothermiques par zones en 2016

© EDF

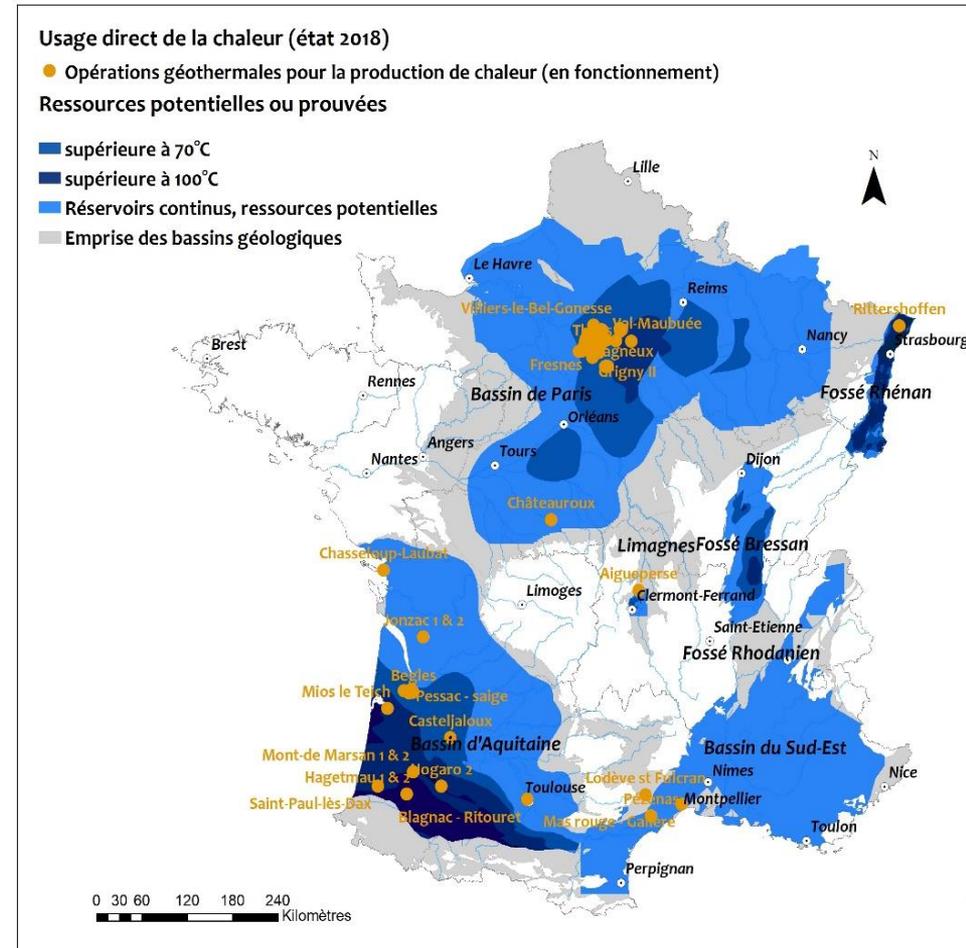
I. Production d'électricité à partir de géothermie dans le monde

a) L'Indonésie

- L'Indonésie est le 3^{ème} pays du monde produisant de l'électricité à partir de la géothermie après les Etats-Unis et les Philippines.
- L'Indonésie est un pays constitué de plusieurs îles dans l'Océan Pacifique, il compte 267,7 millions d'habitants. On y recense 130 volcans en activités ce qui représente des sources de chaleur provenant des sous-sols riches en magma. C'est un atout pour la géothermie c'est pour cela qu'un site géothermique a été installé à Karaha sur l'île de Java par Alstom (entreprise de transport française).
- Comme vu sur la carte 1, l'Indonésie est positionnée dans une zone à flux géothermique élevé qui lui apporte des ressources haute température. Cela lui permet de convertir l'énergie thermique en électricité.
- Ce site possède une puissance installée de 30 mégas watts ce qui correspond à l'énergie produite par une dizaine de grandes éoliennes. En un an, il produit 236,5 GWh (giga wattheures) ce qui revient à la consommation d'électricité de 320 000 indonésiens. Malheureusement sur les 30 000 MV (méga volts) exploitable en Indonésie seulement 5% de ces ressources sont utilisées. Les ressources géothermique de ce pays représentent plus de 30% des ressources exploitables mondiale.

2. Production d'électricité à partir de géothermie en France

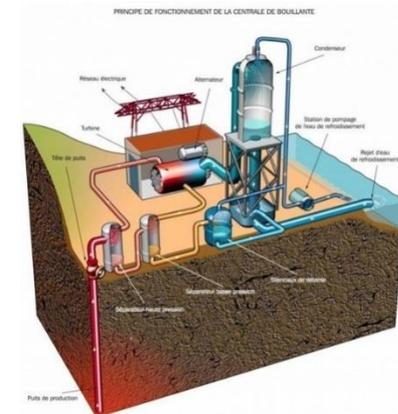
Bouillante en Guadeloupe est la première centrale géothermique de France. D'autres sites dans le Massif central et dans le Languedoc-Roussillon, ainsi qu'à la Martinique et à la Réunion ont un potentiel pour l'installation de sites géothermiques. Ils correspondent aux zones les plus volcaniques de France.



2. Production d'électricité à partir de géothermie en France

a) La Centrale de Bouillante en Guadeloupe

Bouillante est une ville d'environ 7 000 habitants à l'Est de la Guadeloupe. Les premiers travaux d'exploration ont eu lieu sur ce site en 1963. La centrale de Bouillante en Guadeloupe produit de l'électricité géothermique de façon Industrielle car elle utilise la géothermie à haute température. D'une puissance de 13,5 MW, elle a produit 84 GWh en 2016 soit 4,7% de la production d'électricité sur l'île.



2. Exploitation des ressources géothermiques en France

b) Jonzac

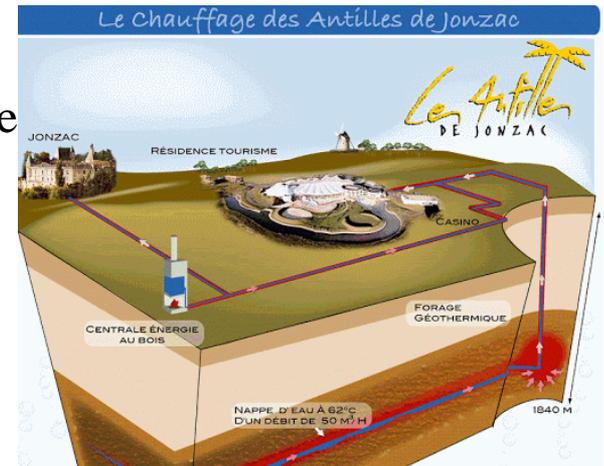
Jonzac est une ville de Charente-Maritime (17), elle possède une station thermale et un centre aquatique très connu: Les Antilles de Jonzac. L'eau chaude de celui-ci est alimenté par la géothermie et la biomasse.

Revenons sur l'histoire :

- Un premier forage géothermique en 1979. On se rend compte qu'à partir de 1 700 à 1 900 mètre de profondeur l'eau est à 65°C. Jonzac développe alors l'exploitation des sources d'énergie locale. Après des analyses sur l'eau du forage, on observe qu'elle a des atouts thérapeutiques.

- En 1986, la station thermale de Jonzac apparaît.

- En 2002, les Antilles voient le jour. La ville de Jonzac a alors un système de chauffage très particulier: L'eau chaude du forage va alimenté le centre aquatique. L'eau froide que celui-ci rejette, va dans la centrale d'énergie au bois qui va refaire chauffer l'eau qui sera ensuite distribué en ville entre les habitations et les lieux publics. Jonzac utilise deux ressources naturelles et renouvelables pour chauffer la ville.





2. Problématique

c) Strasbourg

Strasbourg est une ville alsacienne de 277 270 habitants au Nord-est de la France.

Au Nord de la métropole, à Reichstett-Vendenheim un site de géothermie profonde à été installé par Fonroche Géothermie. Après un an de séisme plus ou moins puissant ,la Préfète du Grand Est et du Bas Rhin, Josiane Chevalier, décide d'arrêter définitivement ce projet géothermique, le lundi 7 décembre 2020.

Cette énergie géothermique, pompe les nappes aquifères à 5 km de profondeur extrait l'eau à 150°C capable de faire tourner une turbine. La centrale de géothermie profonde aurait donc pu produire de la chaleur et de l'électricité .

La métropole de Strasbourg a décidé, dans le cadre du Plan Climat, d'utilisé 100% des énergies renouvelables sur le territoire d'ici 2050. Elle compte trois centrales géothermiques: Eckbolsheim, Illkirch-Graffenstaden et Vendenheim. Seul, Vendenheim peut alimenter entre 15 000 et 20 000 foyers. Ensemble, elles peuvent alimenter 23 000 logements et fournir une capacité électrique de 50 000 habitations.

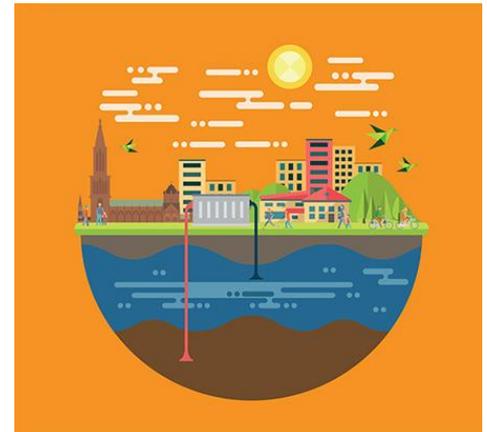
Un comité d'experts sera également constitué pour conseiller la préfecture dans les « prises de décision concernant la géothermie » à l'avenir, alors que d'autres projets sont à l'étude dans l'agglomération.



Conclusion

La géothermie est donc une ressource renouvelable, propre et inépuisable qui utilise la chaleur provenant des sous-sols pour produire de la chaleur, de la fraîcheur et de l'électricité

Avec le chauffage à bois, donc la biomasse, cette chaleur peut être utilisée à l'infini : L'eau chaude du forage va alimenter des habitations ou des lieux publics. L'eau froide que ceux-ci rejette, va dans la centrale d'énergie au bois qui va refaire chauffer l'eau qui sera ensuite redistribué entre les habitations et les lieux publics. Ce système existe déjà à Jonzac et il permet de recycler l'eau. Il utilise deux ressources naturelles et renouvelables pour le chauffage des habitations et des lieux publics.



Bibliographie et sitographie

➤ Bibliographie:

- L'environnement de Jean-Baptiste de Panafieu
- Le dictionnaire de l'écologie de Jaques Varet

➤ Sitographie:

<https://www.guadeloupe-energie.gp>

<https://www.explorateurs-energie.ch>

<https://www.ademe.fr>

<https://www.connaissancedesenergies.org>

<https://www.edf.fr>

<https://www.geothermies.fr>

<https://www.alstom.com/fr>

[https:// www.20minutes.fr](https://www.20minutes.fr)

<https:// www.strasbourg.eu>

<https://www.revolution-energetique.com>