

GÉOTHERMIE :

LES CONDITIONS DE LA RÉUSSITE POUR CONSTRUIRE LE NOUVEAU MODÈLE ÉNERGÉTIQUE FRANÇAIS



LA GÉOTHERMIE : DE QUOI PARLE-T-ON ?

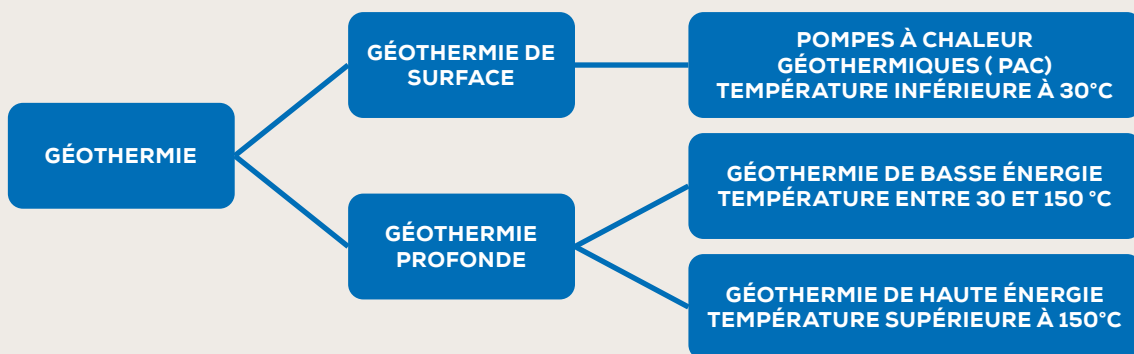
QU'EST-CE QUE LA GÉOTHERMIE ?

Le principe de la géothermie **consiste à récupérer l'énergie disponible sous la surface de la terre**. Plus globalement, ce terme peut concerner la ressource et ses caractéristiques, et les méthodes mises en œuvre pour utiliser cette ressource. Dans certains cas, on utilise également l'inertie thermique et le fait que la température du sol subit moins de variation saisonnière que la température de surface. Le sol est alors en été plus frais que l'air.

En géothermie, moins il y a besoin de puissance pour l'usage final, moins la source a besoin d'être chaude. Selon la profondeur et donc la température, les usages sont différents.

Dès lors, on distingue deux grandes catégories :

- ▶ **La géothermie de surface**
- ▶ **La géothermie profonde**



QU'EST-CE QUE LA GÉOTHERMIE DE SURFACE ?

Entre 0 et 800 mètres de profondeur, la température est généralement inférieure à 30°C, c'est la géothermie de surface (très basse énergie). La géothermie de surface représente près de 85 % de la puissance installée de la filière. Elle constitue un système énergétique composé de trois dispositifs :

- ▶ **un dispositif de captage** pour exploiter la ressource via des capteurs géothermiques variés (des capteurs horizontaux, sur nappe phréatique, sur sondes géothermiques verticales (SGV), sur champ de sonde SGV, sur fondations thermoactives, sur eaux usées et sur eau de mer) ;
- ▶ **un dispositif de production** (PAC géothermique) permettant de produire de l'énergie ;
- ▶ **un dispositif de régulation** (contrôle/commande) permettant d'assurer la communication et le bon fonctionnement entre tous les dispositifs.

Ce système permet de couvrir des besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS), de climatisation et de rafraîchissement destinés au marché de la construction des bâtiments neufs ou rénovés. La géothermie de surface est caractérisée par de bonnes performances énergétiques et environnementales.

...

Le « **géocooling** », entre 10 à 200 mètres où la température du sous-sol est inférieure à 20°C, offre la possibilité de rafraîchir directement un bâtiment avec un rendement élevé ($\approx 4000\%$ soit 40 kWh de froid pour 1 kWh utilisé) sans passage par le dispositif de production.

Le **système thermo frigo pompe** quant à lui, via un dispositif de production unique, est capable de produire simultanément du chauffage et de la climatisation. Il s'agit du mode « TFP », dont le rendement est également très élevé (≈ 800 à 1200% avec 8 à 12 kWh de chaud et froid pour 1 kWh utilisé).

Règlementairement l'administration qualifie cette filière en tant que géothermie de minime importance (GMI) depuis la sortie des textes de simplification du Code minier en 2015. La GMI englobe tous les systèmes de géothermie sur forages : nappe phréatique et SGV (sondes géothermiques verticales), inférieurs à 200 mètres de profondeur et exploitant moins de 500 kW de puissance calorifique du sous-sol.

QU'EST-CE QUE LA GÉOTHERMIE PROFONDE DE BASSE ÉNERGIE ?

Cette technologie utilise directement la chaleur des aquifères profonds (de 800 à 2000 mètres environ). L'objectif est de chauffer un ensemble d'immeubles ou un quartier à travers un réseau de chaleur, ou bien d'apporter de la chaleur pour des usages agricoles ou industriels. Certains réseaux de froid puisent également leur source renouvelable dans des ressources aquifères.

Un **aquifère** est une formation géologique, suffisamment poreuse et/ou fissurée pour contenir de l'eau et perméable pour permettre sa circulation. Il est important de connaître la porosité, la perméabilité, la pression, le débit et la température : autant de paramètres qui auront une incidence sur le choix technique d'exploitation.

QU'EST-CE QUE LA GÉOTHERMIE PROFONDE DE HAUTE ÉNERGIE ?

Ce principe consiste à produire de l'électricité à partir de sources de vapeurs d'eau profondes. Si les caractéristiques naturelles sont suffisantes (zones volcaniques actives ou récentes) la géothermie de haute énergie permet de valoriser l'énergie sous forme de chaleur, mais également de faire de la cogénération en produisant de la chaleur en même temps que de l'électricité. Sans ces caractéristiques naturelles il est nécessaire de faire recours à une technologie de type EGS (Enhanced Geothermal System).

QU'EST-CE QU'UNE POMPE À CHALEUR ?

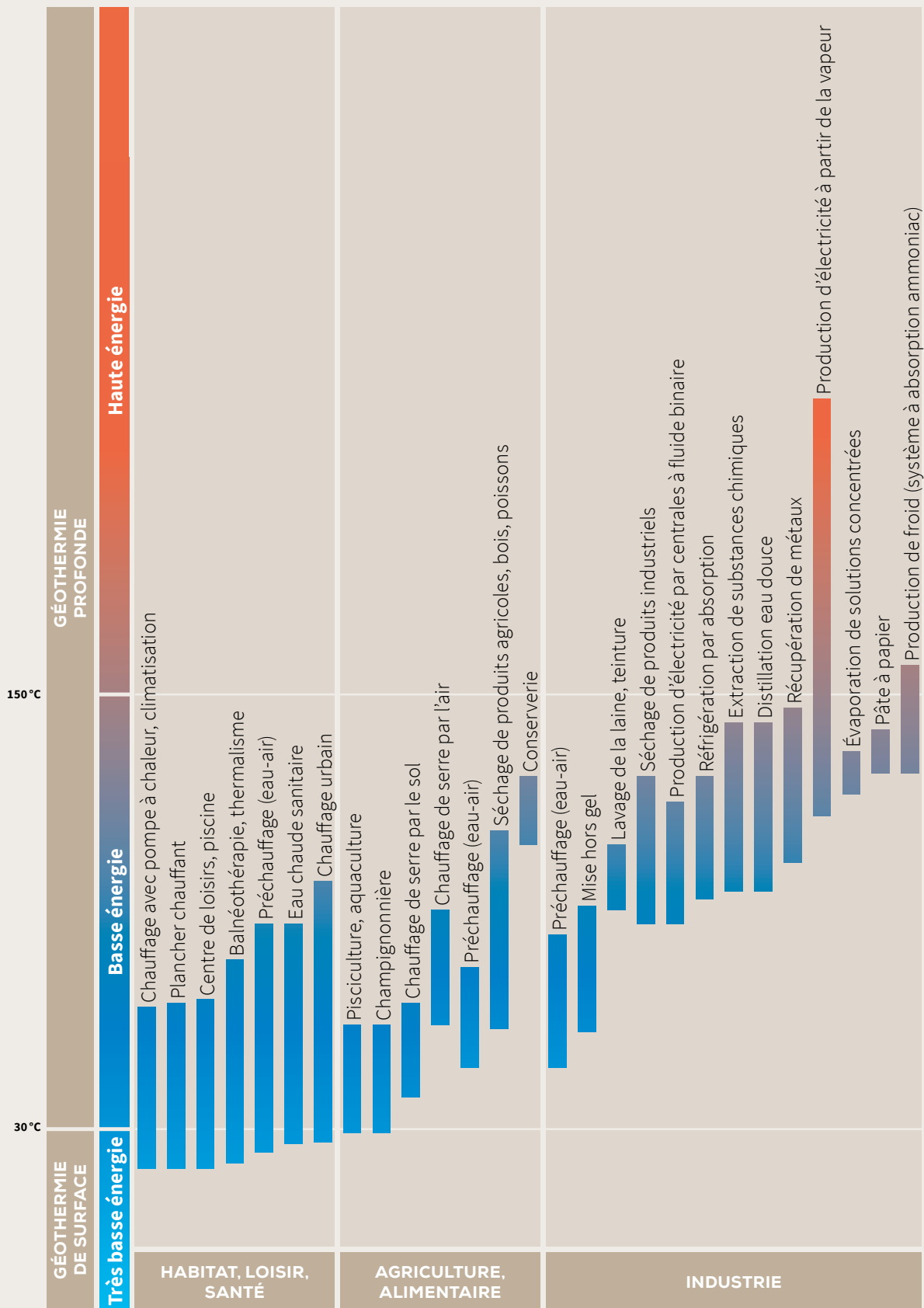
Les pompes à chaleur (PAC) récupèrent les calories d'un milieu ambiant (air/eau/sol) pour fournir de la chaleur et/ou du froid. Elles se divisent en plusieurs catégories en fonction de la source où elles puisent leur énergie.

L'aérothermie concerne les PAC qui puisent leur énergie dans l'air. Cela peut être l'air extérieur, l'air d'un local non chauffé ou l'air extrait par la ventilation. Elles ne font pas partie de la filière géothermie.

La géothermie regroupe les PAC qui puisent leur énergie dans l'eau ou dans le sol. Cela peut être l'eau d'une nappe phréatique, de la mer ou des eaux usées (eaux grises). Il peut s'agir de sondes verticales dans le sol, de champs de sondes, de pieux géothermiques ou de capteurs horizontaux et compacts.

La plupart des PAC fonctionnent à l'électricité mais certains modèles utilisent aussi le gaz ou une EnR (solaire PV). Enfin il existe différentes solutions hybrides qui mixent une PAC avec d'autres énergies renouvelables (solaire, bois, etc.).

QUELLES UTILISATIONS POUR LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE GÉOTHERMIE ?



CHIFFRES CLÉS DE LA GÉOTHERMIE

ENSEMBLE DE LA FILIÈRE

en 2016



388 M€
CHIFFRE D'AFFAIRES

Source : ADEME



2 300
EMPLOIS DIRECTS

Source : ADEME

CHALEUR ISSUE DE LA GÉOTHERMIE DE SURFACE

en 2016



179 000
PAC GÉOTHERMIQUES



293 ktep soit 3 407 GWh
PRODUCTION DE CHALEUR
ISSUE DES PAC GÉOTHERMIQUES

Source : SER

ÉLECTRICITÉ ISSUE DE LA GÉOTHERMIE PROFONDE

en 2016



18,5 MW
DE PUISSANCE INSTALLÉE

- Centrale de Bouillante (Guadeloupe)
- EGS Soultz-sous-Forêts (Alsace)

Source : SER

CHALEUR ISSUE DE LA GÉOTHERMIE PROFONDE

en 2016



117 ktep soit 1 360 GWh
DE PRODUCTION DE CHALEUR
ISSUE DE LA GÉOTHERMIE DIRECTE

en 2015



ENVIRON **70** INSTALLATIONS
DÉDIÉES AU CHAUFFAGE URBAIN



SOIT **350 000**
ÉQUIVALENTS LOGEMENTS



240 000 tonnes
DE CO₂ ÉVITÉES PAR AN

Source : SER

POTENTIEL DE LA GÉOTHERMIE DE HAUTE TEMPÉRATURE



**+ DE 20 PERMIS DE
RECHERCHE ET CONCESSIONS**

déposés en métropole,
qui permettent d'envisager :



**+ DE 60 MW ÉLECTRIQUES
SOIT 480 GWh/AN**



PERMIS D'EXPLORATION REÇUS

pour une vingtaine de projets (DOM inclus)
d'une dizaine de projets de forages
profonds dont cogénération

Source : SER

UNE FILIÈRE AUX MULTIPLES ATOUTS

La géothermie est une énergie locale, disponible en permanence, performante et propre, capable de produire à la fois de l'électricité, de la chaleur, du froid et du frais.

LA GÉOTHERMIE EST UNE ÉNERGIE LOCALE :

La géothermie, par nature, est consommée là où elle est produite. Elle n'engendre donc aucune perte d'énergie ni de pollution liée à son transport.

LA GÉOTHERMIE EST UNE ÉNERGIE DISPONIBLE & RÉGULIÈRE :

La géothermie est disponible 24h/24. Quelles que soient les conditions climatiques, elle offre une production continue. Conditionnée à une étude préalable du sous-sol, la géothermie est une solution énergétique envisageable sur l'ensemble du territoire français et dans les territoires d'outre-mer.

LA GÉOTHERMIE EST UNE ÉNERGIE PERFORMANTE :

La géothermie est facilement exploitable à faible profondeur. Des techniques domestiques, éprouvées et répandues, comme les pompes à chaleur, permettent une exploitation simple et à fort rendement. Ces équipements produisent, en moyenne, quatre fois plus de chaleur qu'ils ne consomment d'électricité.

Si les coûts d'investissement sont élevés, les coûts de fonctionnement sont réduits et stables dans le temps, ce qui offre une rentabilité à moyen et long termes. Enfin, la géothermie se caractérise par une faible occupation foncière en surface et par une technologie discrète et silencieuse.

LA GÉOTHERMIE EST UNE ÉNERGIE PROPRE :

La géothermie est une énergie renouvelable, décarbonée qui émet peu de rejets et ne nécessite pas de stockage de substances polluantes ou dangereuses. Ses performances sont indépendantes des variations du climat et participent à sa préservation.

LA GÉOTHERMIE EST UNE FILIÈRE STRUCTURÉE :

Afin d'encadrer le développement des opérations géothermiques et de valoriser les bonnes pratiques, les professionnels et les acteurs institutionnels (l'ADEME, les collectivités et l'État) ont lancé plusieurs démarches de qualité, pour les installations et les forages, et mis en place des dispositifs de garantie tels que les exemples suivants :

- ▶ **La garantie géothermie SAF-ENVIRONNEMENT** (pour les aquifères profonds) est un dispositif de garantie, géré par SAF Environnement, qui couvre les risques géologiques et miniers liés au forage et à l'exploitation des aquifères profonds.
- ▶ **La charte de qualité des puits et forages d'eau**, créée par le SFEG (Syndicat national des entrepreneurs de puits et de forages pour l'eau et la géothermie), engage ses signataires à réaliser des forages de qualité et fiables, dans le respect de l'environnement et de la norme en vigueur (NF X10-999).
- ▶ Pour obtenir le label **RGE (Reconnu Garant de l'Environnement)** une entreprise doit suivre des modules de formation qui lui permettront d'acquérir une certification. L'association **Qualit'EnR** est l'interlocuteur de tous les professionnels désireux d'obtenir la certification adaptée à leur secteur d'activité. Dans le secteur de la géothermie, **Qualiforage et QualiPAC** sont les marques de référence d'une plus grande sécurité et de la qualité validée du forage. C'est aussi un gage, pour les particuliers de la compétence du professionnel auquel ils font appel.
- ▶ La charte **GéoQual** engage les entreprises de forage et bureaux d'études sous-sol de la région Centre - Val de Loire sur dix points clés couvrant les compétences des équipes, l'utilisation de matériels performants et les relations avec le client (devis, factures, etc.). Les entreprises s'engagent également à respecter les normes et les guides de bonnes pratiques.

LA GÉOTHERMIE DOIT JOUER UN RÔLE ESSENTIEL DANS L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE LA LOI DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

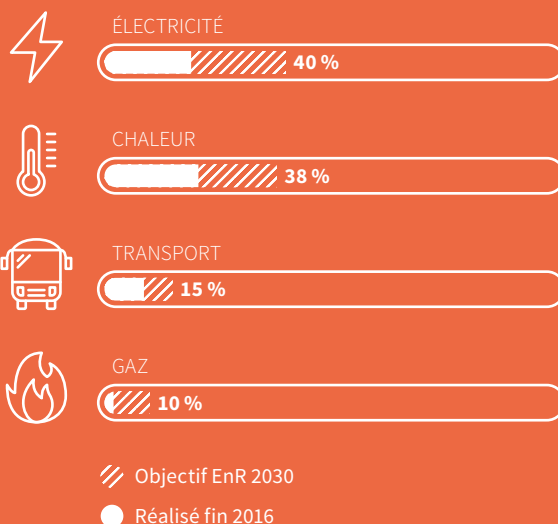
Pour atteindre l'objectif 2030 de **32% d'énergies renouvelables dans notre mix énergétique**, l'État s'est doté d'une Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) qui a pour but de fixer des objectifs à chaque filière d'énergie renouvelable couvrant des périodes successives de cinq ans.

La prochaine PPE sera adoptée fin 2018. Elle révisera les objectifs actuels pour 2023 et fixera de nouveaux seuils à atteindre pour 2028.

En 2016, les parts de production primaire de chaleur renouvelable en France métropolitaine imputée à la géothermie de surface (PAC géothermiques) et profonde de basse énergie ont été respectivement 4,6 % et 1,4 %. Au sein du mix énergétique renouvelable total, la part de l'ensemble de la filière de la géothermie dans la production primaire d'énergie renouvelable s'élevait à 2,9 %.

RAPPEL DES OBJECTIFS 2030

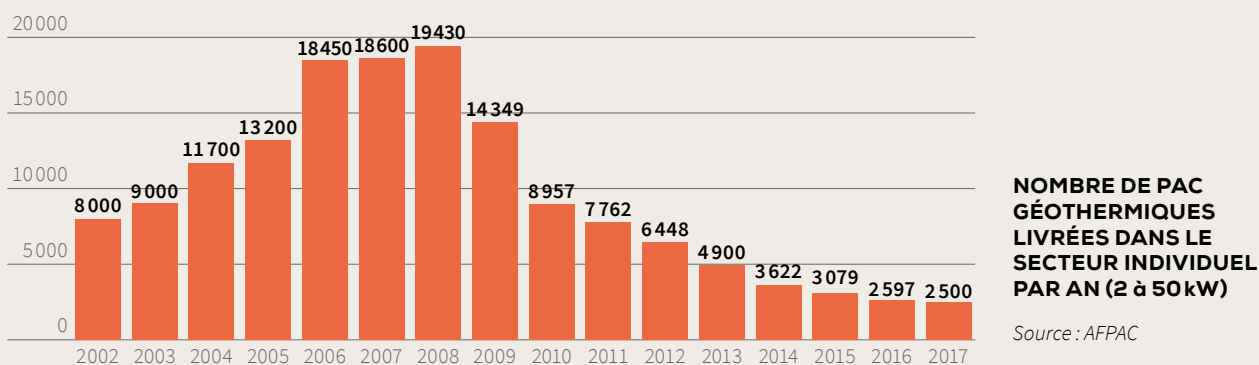
À l'horizon 2030, les énergies renouvelables devront représenter 40 % de notre production électrique, contre 19,1% en 2016. Dans la consommation de chaleur et de froid, leur part s'élèvera à 38 % contre 20,7 % fin 2016. Dans le secteur des transports, les énergies renouvelables représenteront 15 % de la consommation contre 8,7 % aujourd'hui.



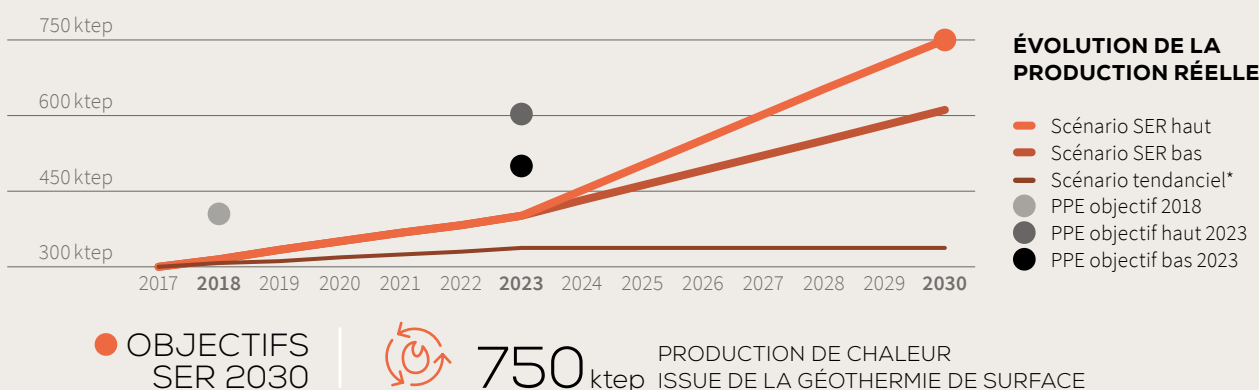
GÉOTHERMIE : UN RYTHME DE DÉVELOPPEMENT ENCORE INSUFFISANT POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS 2023 DE LA PPE MALGRÉ UN FORT POTENTIEL

PRODUCTION DE CHALEUR ISSUE DE LA GÉOTHERMIE DE SURFACE

La production de chaleur par géothermie de surface représente les trois quarts de l'énergie produite en France par la géothermie. De plus, la géothermie de surface est accessible sur la quasi-totalité du territoire français. Malgré ses atouts forts et les progrès réalisés par la filière, le nombre de nouvelles installations annuelles est en chute libre, passant de 19000 en 2007 à 2500 en 2017, et la France accentue son retard sur ses voisins. Sans mesure complémentaire prise rapidement, la géothermie de surface ne pourra pas atteindre les objectifs fixés par la PPE.



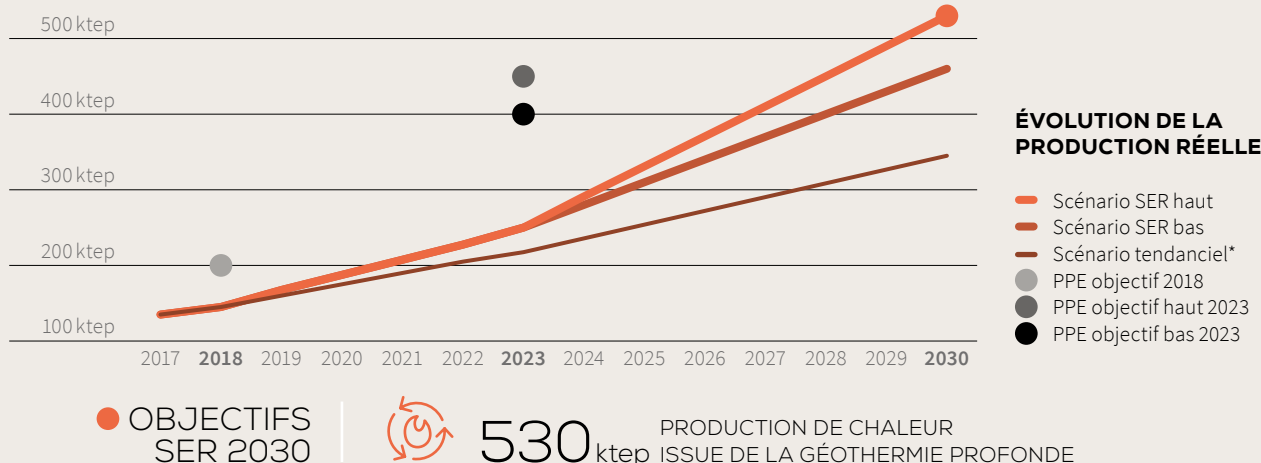
Si des mesures positives ont été prises ces dernières années, elles ne suffisent pas à redynamiser le secteur. Dans l'hypothèse où les actions nécessaires seraient entreprises pour permettre le maintien du marché de la PAC géothermique à son niveau actuel, puis sa croissance, la Commission Géothermie du SER estime que l'on pourrait atteindre 750 ktep de production de chaleur issue de la géothermie de surface en 2030, contre 293 ktep en 2016.



* Le scénario tendanciel est établi sur la base du rythme annuel de développement observé au cours des dernières années. On considère que ce rythme se poursuivra si aucune nouvelle mesure n'est mise en œuvre.

PRODUCTION DE CHALEUR ISSUE DE LA GÉOTHERMIE PROFONDE

À l'heure actuelle, sans aucune mesure rapide et efficace, le rythme de développement de la filière géothermie profonde de basse énergie ne permettra pas d'atteindre les objectifs de production de chaleur de l'actuelle PPE. La Commission Géothermie du SER établit son scénario tendanciel en conservant un rythme moyen de 35 MWth/an pour son développement entre 2015 et 2018, 50 MWth/an entre 2018 et 2023 et 65 MWth/an entre 2023 et 2030. Si les mesures nécessaires sont prises pour permettre le maintien du développement de cette filière, puis sa croissance, la Commission Géothermie du SER estime que l'on pourrait atteindre 530 ktep de production de chaleur en 2030, contre 136 ktep en 2017.

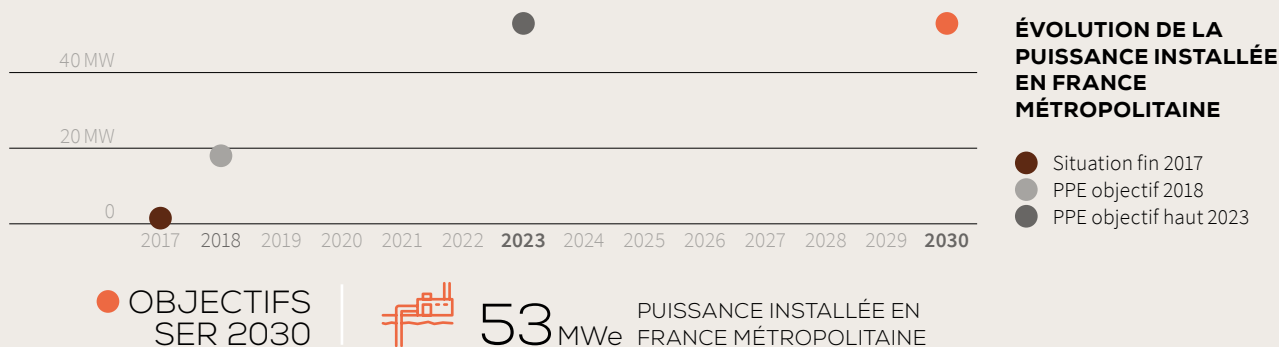


UN POTENTIEL ENCORE INEXPLOITÉ

La France fut l'un des pays pionniers dans le développement de la géothermie avec la valorisation du Bassin parisien (aquifère du Dogger) qui présente, aujourd'hui encore, la plus grande densité au monde d'opérations de géothermie basse énergie en fonctionnement. Sur l'ensemble de son sous-sol, notre pays recèle un potentiel géothermique très important, dont seule une infime partie est aujourd'hui exploitée.

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ISSUE DE LA GÉOTHERMIE PROFONDE

Si les mesures nécessaires sont prises pour libérer le potentiel de la filière géothermie haute énergie, la Commission Géothermie du SER estime à 53 MW la puissance installée pour cette filière en France métropolitaine en 2030.



* Le scénario tendanciel est établi sur la base du rythme annuel de développement observé au cours des dernières années. On considère que ce rythme se poursuivra si aucune nouvelle mesure n'est mise en œuvre.

QUELS MOYENS POUR LIBÉRER TOUT LE POTENTIEL DES FILIÈRES DE LA GÉOTHERMIE ?

MESURE N°1

METTRE EN PLACE AU MOINS UN ANIMATEUR SPÉCIALISTE DE LA GÉOTHERMIE PAR RÉGION

- L'objectif est de disposer d'un animateur formé par région. Ce dernier contribuera à la promotion de la filière. Il aura un rôle de relais de formation et d'information tant pour les particuliers que pour les institutionnels publics ou privés. Cette mesure est simple et peu coûteuse à mettre en place.

MESURE N°2

METTRE EN PLACE UN CHÈQUE ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE POUR FAVORISER L'INSTALLATION DE SYSTÈMES DE GÉOTHERMIE DE SURFACE DANS LE CADRE DE L'ÉVOLUTION DU CITE

- Comme le souligne le rapport de la Cour des Comptes sur le soutien aux énergies renouvelables (mars 2018), l'éligibilité des équipements utilisant des énergies fossiles au Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE) pose question dans un contexte où le prix des combustibles fossiles est bas. Le soutien public doit au contraire, dès aujourd'hui et dans le futur système de prime (en 2020), se concentrer sur les équipements fonctionnant aux énergies renouvelables. Comme le constate la Cour des Comptes, le taux unique appliqué à l'actuel CITE ne lui permet pas d'atteindre pleinement son objectif, en plaçant les équipements renouvelables qui sont plus chers à l'achat mais plus performants sur le moyen terme dans une position défavorable (notamment du fait de leurs coûts d'exploitation très faibles).

- Pour 2019, le SER préconise la mise en place d'un chèque énergie géothermique pour dynamiser la filière et favoriser l'installation de PAC géothermiques chez le particulier tout en les différenciant des équipements aérothermiques qui restent nécessairement moins chers mais également moins performants. Le principal handicap de la géothermie de surface par rapport aux autres énergies est son coût d'investissement élevé dû aux sur-investissements que représente le dispositif de captage de la ressource géothermique associé aux dispositifs de production/régulation, largement compensé par des coûts d'exploitation très faibles. Solution testée en Allemagne, la mise en place d'un chèque énergie géothermique permettrait d'amortir ce surcoût, et créerait une forte incitation pour les particuliers. Pour un montant du chèque de 4000€, le montant de l'enveloppe allouée à la géothermie de surface pour le particulier s'élèverait à 24 millions d'euros (= objectif cible de 6000 PAC géothermiques installées par an).

MESURE N°3

MENER UNE CAMPAGNE NATIONALE D'EXPLORATION DES AQUIFÈRES PROFONDS PEU CONNUS

- Pour dynamiser la filière, la Commission Géothermie du SER propose que les pouvoirs publics se mobilisent **en accompagnant une stratégie d'exploration, géographiquement ciblée en fonction des débouchés potentiels, de nouveaux aquifères profonds avec pour objectif le développement de nouveaux projets.** Ce programme d'envergure, incluant des investigations géophysiques dans les zones à potentiel (ressources et débouchés) doit accroître la connaissance de ces aquifères profonds et donc diminuer le risque géologique pour valoriser des ressources encore trop peu exploitées. Le dispositif assurantiel existant devra être étendu afin de couvrir une part plus importante du risque géologique.

MESURE N°4

DOUBLEMENT DU FOND CHALEUR

- ▶ Les objectifs du Grenelle de l'environnement, de la LTECV et de la PPE concernant la chaleur renouvelable et de récupération sont très ambitieux. Pour les atteindre, les différentes filières de production de chaleur à partir de sources renouvelables et de récupération ont besoin du soutien de l'État. Il s'agit d'inciter les consommateurs de chaleur à investir dans des équipements de chaleur renouvelable, en neuf ou en remplacement d'installations existantes, émettrices de gaz à effet de serre.
- ▶ Le Fonds chaleur a prouvé son efficacité, mais pour tenir les objectifs, son budget doit être a minima doublé. Il a déjà accompagné 3988 opérations d'investissements pour une production totale de 1,98 Mtep. Cependant, l'objectif 2020 est trois fois plus important, à 5,47 Mtep.

MESURE N°5

DÉVELOPPER DES RÉSEAUX DE FROID GÉOTHERMIQUE EN SOUTENANT LA PRODUCTION DE FROID RENOUVELABLE

- ▶ Le réchauffement climatique et les besoins qui l'accompagnent augmentent rapidement. Il est donc impératif que la politique française et européenne en matière d'énergie renouvelable prenne en compte et encourage le développement du froid renouvelable.
- ▶ La production de froid renouvelable est l'un des atouts majeurs de la géothermie avec une très grande efficacité énergétique. Son développement est indispensable pour remplacer les climatiseurs fortement consommateurs d'électricité.

MESURE N°6

PART OBLIGATOIRE D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE DES BÂTIMENTS NEUFS DANS LE SECTEUR COLLECTIF/TERTIAIRE

- ▶ Actuellement, les maisons individuelles neuves ont une part obligatoire d'énergie renouvelable pour respecter la réglementation thermique des bâtiments neufs. Il est nécessaire pour le développement des énergies renouvelables et, en particulier, des PAC géothermiques que le même principe se développe pour les secteurs résidentiel, collectif et tertiaire.

MESURE N°7

PASSAGE D'UN LABEL RÉGLEMENTAIRE À UNE RÉGLEMENTATION THERMIQUE AMBITIEUSE

- ▶ Une nouvelle réglementation thermique ambitieuse doit être mise en place afin de dépasser les performances de la RT2012. C'est un réel besoin pour le développement des filières d'énergies renouvelables et, en particulier, pour la filière PAC.

MESURE N°8

ACCOMPAGNEMENT DE LA FILIÈRE EGS (SYSTÈME GÉOTHERMAL ACTIVÉ)

- ▶ Le cluster GEODEEP a entamé, avec le soutien de l'ADEME et de la Caisse des Dépôts, la création de deux fonds de garantie des incertitudes sur la ressource géothermale pour la géothermie haute température : l'un porte sur les projets EGS situés en métropole, le second sur la technologie conventionnelle dite « volcanique » pour des projets dans les DOM et à l'export. Une progression a bien été enregistrée pour les projets EGS et il sera nécessaire de poursuivre les efforts déjà engagés.
- ▶ Pour les projets de géothermie profonde qui produiront de la chaleur par cogénération, il a été fait l'hypothèse que la moitié de la puissance thermique identifiée dans les travaux du cluster GEODEEP, dans le cadre de l'atelier PPE géothermie électrique 2018 - 2023, sera injectée dans des réseaux de chaleur. L'autre moitié sera utilisée en usage direct pour les secteurs industriels et agricoles. Ces chiffres correspondent à des projets identifiés par le cluster GEODEEP pour 2018 et 2023, sous réserve que des mesures en faveur de la filière soient mises en œuvre : prise en compte du froid renouvelable dans le Fonds chaleur et mise en place d'une campagne d'exploration d'aquifères profonds.



La Commission Géothermie du Syndicat des énergies renouvelables (SER) rassemble plusieurs dizaines d'entreprises, exerçant une activité dans ce secteur : exploitants, développeurs de projets, fabricants de matériels, foreurs, bureaux d'études, centres de recherche et de formation, etc. Elle représente la filière auprès des pouvoirs publics et la promeut auprès des professionnels, des élus, des médias et du grand public. Elle suit notamment les problématiques réglementaires et la mise en place des mécanismes de financement de la filière. Elle est présidée par Michèle CYNA, Directrice générale de BURGEAP.



13-15 rue de la Baume · 75008 Paris
Tel : +33 (0)1 48 78 05 60 · contact@enr.fr

www.enr.fr

www.acteurs-enr.fr · www.ser-evenements.com

 [ser_enr](https://twitter.com/ser_enr)  [Syndicat des énergies renouvelables](https://www.linkedin.com/company/syndicat-des-energies-renouvelables)