



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



La géothermie de surface et profonde : un atout pour la région

- 1. La démarche EnR'Choix**
- 2. La géothermie de surface : un atout pour la région**
- 3. La géothermie profonde**

- 1. La démarche EnR'Choix**
2. La géothermie de surface : un atout pour la région
3. La géothermie profonde

La démarche ENR'Choix

L'origine de la démarche EnR'Choix

Suite à la réalisation du SRCAE (automne 2012) et notamment à l'étude des différents potentiels d'EnR&R de la Région → nécessité de prioriser les ressources d'EnR&R afin de parvenir aux objectifs de la loi TECV.

Les objectifs partagés par la Région Ile-de-France, l'ADEME et les services de l'Etat, suite au SRCAE, étaient donc de :

- 1/ faire connaître la priorisation régionale
- 2/ mieux connaître le gisement chaleur fatale
- 3/ adapter nos outils financiers à cette priorisation (incitation à travers les aides)

La démarche EnR'Choix est aujourd'hui un outil d'aide à la décision à destination des territoires.



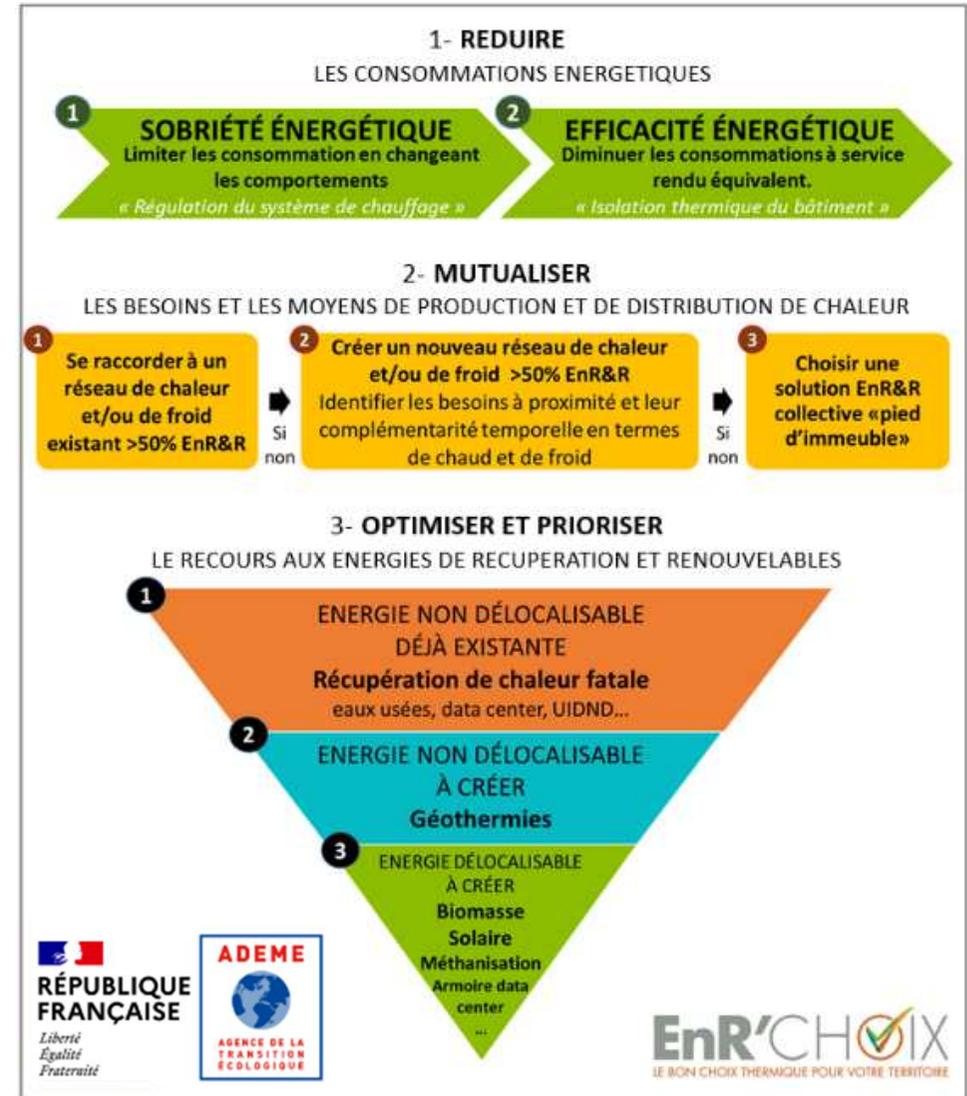
La démarche ENR'Choix

La démarche EnR'Choix constitue pour l'ADEME et la Région **un critère essentiel de sélection des projets** dans le cadre des Appels à projets Chaleur Renouvelable :

- L'outil se situe en aval d'actions de sobriété et d'efficacité énergétique
- L'outil se situe en amont des études de faisabilité

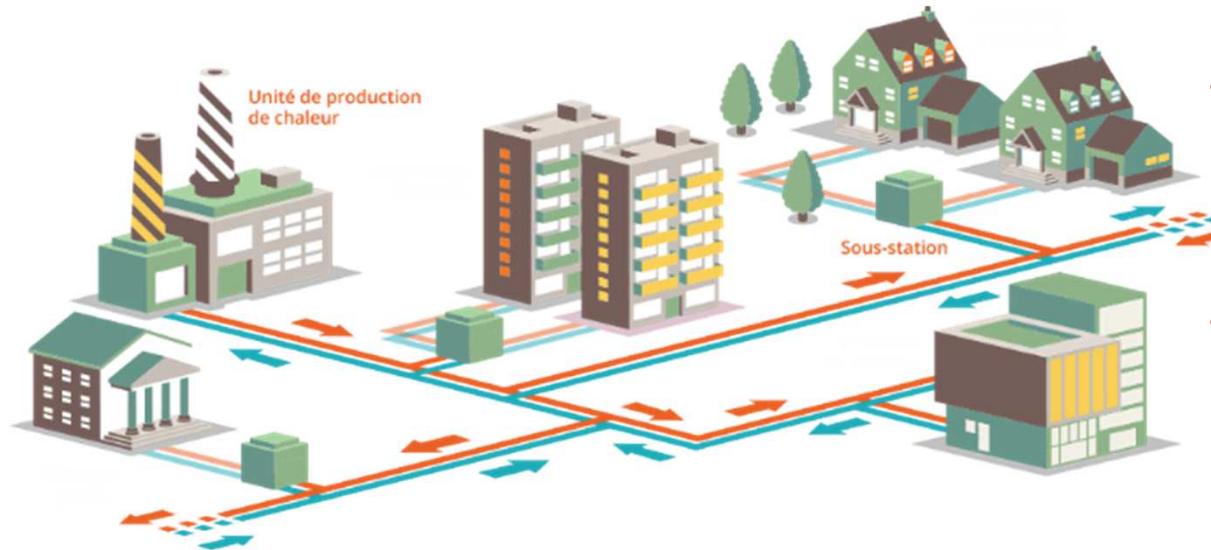
L'outil EnR'Choix contient également un centre de ressource :

- Exemples d'opération
- Guides et cahiers des charges
- Bonnes pratiques
- Renvoi vers des cartes de potentiel des besoins et des sources EnR&R
- Etc.



Un réseau de chaleur : un atout pour le développement d'EnR&R sur un territoire

Le réseau de chaleur permet entre autres de mutualiser et optimiser les coûts ainsi que de mobiliser plusieurs sources d'énergie renouvelable plus difficiles d'accès : chaleur fatale sur unités d'incinération / industrie / datacenter / eaux usées, géothermie profonde, biomasse, solaire thermique.

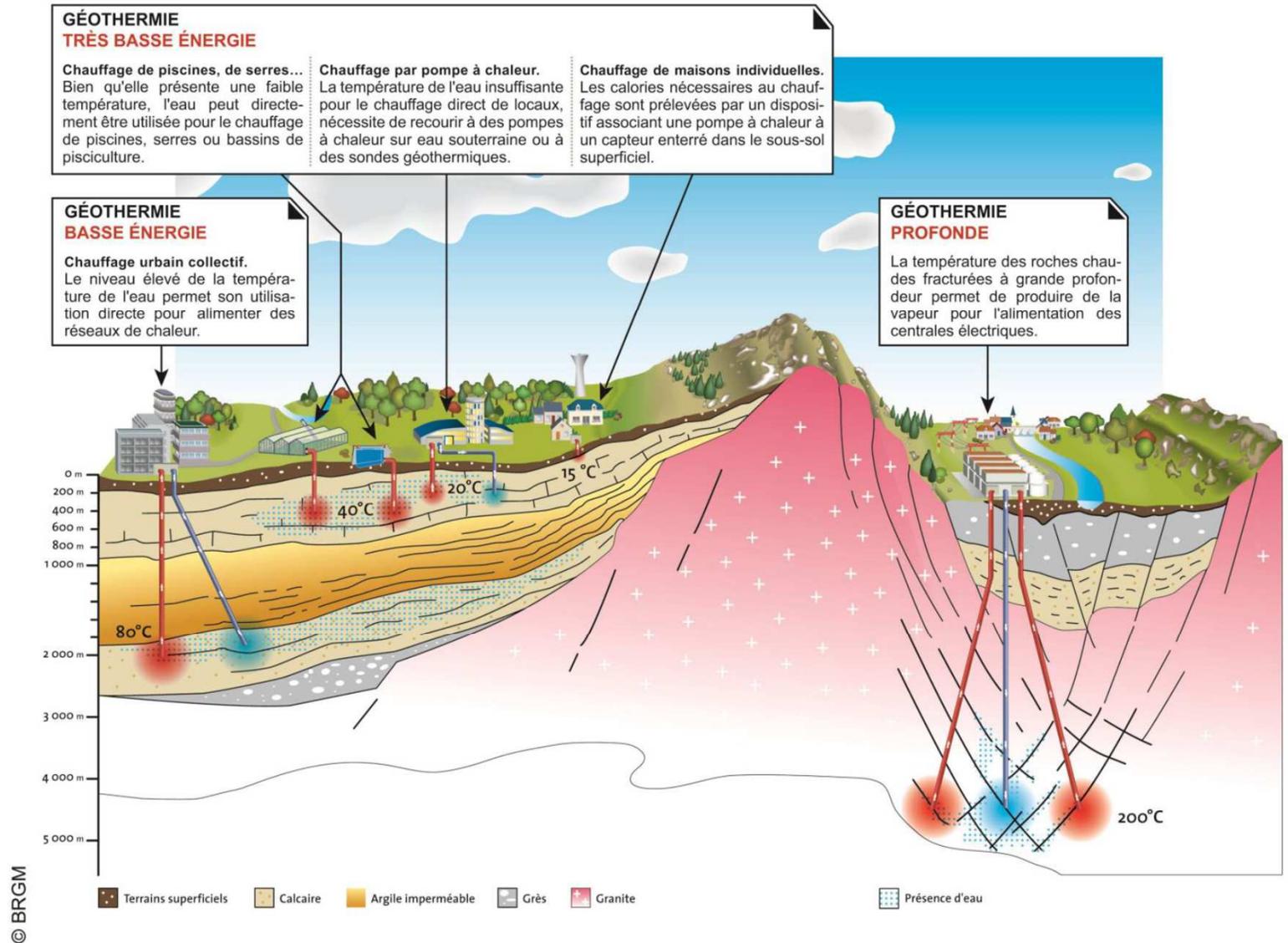


- Le fluide caloporteur est sous forme d'eau chaude (4-20 bars ; 50-180°C) ou de vapeur (20 bars environ; 140°C-200°C).
- Chaque bâtiment raccordé au réseau est équipé d'un poste de livraison, qui fournit de l'eau chaude et du chauffage à l'intérieur de l'édifice.

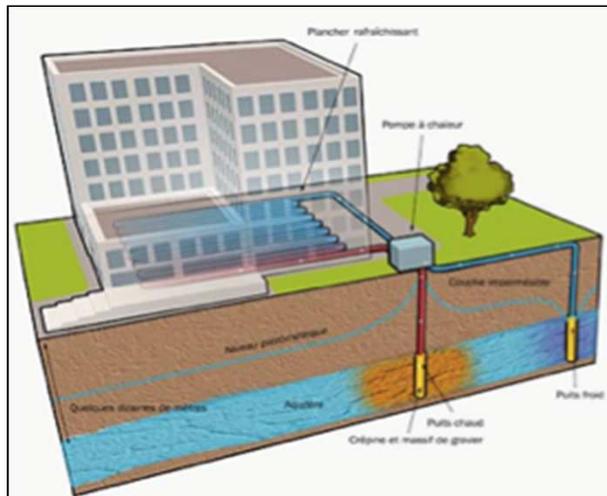
« Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur produite, de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire dans lequel la chaleur est transportée par un fluide caloporteur et un ensemble de sous-stations d'échange à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire » (définition du Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer).

1. La démarche EnR'Choix
- 2. La géothermie de surface : un atout pour la région**
3. La géothermie profonde

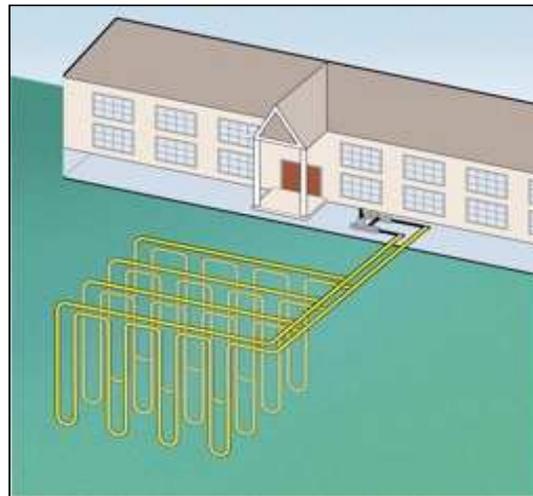
La géothermie : de quoi parlent-on ?



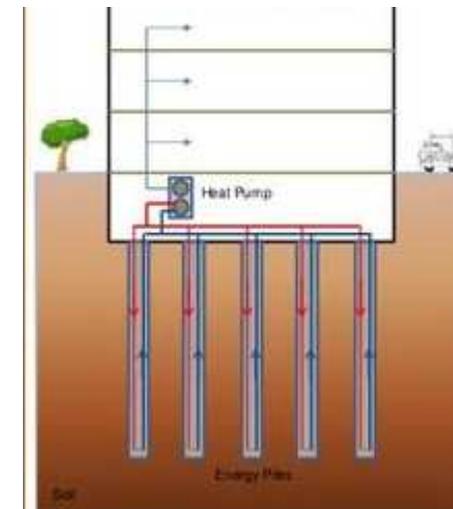
Les technologies de géothermie de surface



PAC sur aquifère superficiel



PAC sur champ de sondes géothermiques



PAC sur géostructures



Et la géothermie de minime importance ? → La GMI est une partie de la géothermie de surface.

Elle concerne les projets qui extraient moins de 500 kW du sous-sol et ont donc une réglementation simplifiée

Avantages de la géothermie de surface

1. Une facture énergétique maîtrisée

- *La géothermie demande un investissement initial important. **En revanche, ses coûts d'exploitation sont réduits.***
- *La géothermie de surface → une énergie compétitive dans le temps.*

En moyenne, le temps de retour sur investissement de ces installations est de 8 à 13 ans. Une fois l'investissement amorti, il ne reste qu'à s'acquitter des coûts d'exploitation réduits, et ce pendant plusieurs décennies

Avantages de la géothermie de surface

2. L'exemplarité environnementale

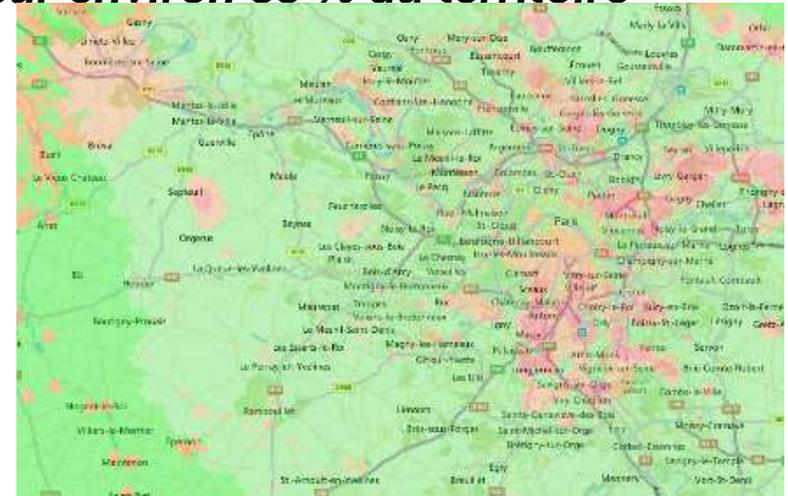
- *La géothermie de surface rejettent **moins de 45 g de CO2 par kWh de chauffage** → **4 fois moins que l'électricité, 5 fois moins que le gaz naturel et 7 fois moins que le fioul***
 - *La géothermie de surface n'implique pas de transport.*
- *émissions de CO2 et de particules fines évitées.*
- *atout pour la qualité de l'air des territoires.*

Avantages de la géothermie de surface

3. La promotion des ressources locales

- *La géothermie favorise l'indépendance énergétique des territoires.*
- *Elle mobilise les talents locaux : bureaux d'études, foreurs, installateurs... et contribue à l'emploi de proximité.*
- *La géothermie de surface est une énergie disponible en continu presque partout.*
- *Une installation nécessite une simple déclaration sur environ 88 % du territoire métropolitain*

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



Avantages de la géothermie de surface

4. Une énergie adaptable pour anticiper les futurs défis

- *La géothermie permet de produire du froid actif (avec une pompe à chaleur réversible) ou du frais (par géocooling) à un prix très compétitif → même système géothermique, qui produit du froid actif et du chaud.*
 - *Géocooling : 1 kWh d'électricité consommée peut produire jusqu'à 50 kWh de frais !*
- évite les climatiseurs :
- *fortement consommateurs d'électricité*
 - *phénomènes d'îlots de chaleur.*

Avantages de la géothermie de surface

5. Une énergie qui s'intègre harmonieusement à son environnement

- *Le local technique est restreint + Aucun espace de stockage*
 - *La géothermie est discrète : sous terre, elle est invisible !*
 - *Pas de bruit*
 - *Pas d'odeur.*
- ➔ *Elle est particulièrement adaptée aux bâtiments patrimoniaux, mais aussi à ceux pour lesquels l'esthétisme, le calme et le confort sont importants.*

Avantages de la géothermie de surface

6. Une technologie qui a fait ses preuves

- *Plus de 200 000 pompes à chaleur géothermiques fonctionnent en France.*
- *La mention RGE (Reconnu Garant de l'Environnement) permet d'identifier un réseau de professionnels qualifiés (foreurs et installateurs de pompe à chaleur, entreprises de maintenance) pour les travaux mais aussi les études (sous-sol et surface).*

http://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2018/12/geothermie_de_surface_bd_0.pdf

Points d'attention de la géothermie de surface

1. Conception

- Débits d'irrigation des PAC
- Choix d'une PAC avec les meilleures performances
- Dimensionnement des PAC
- Asservissement des auxiliaires à la PAC
- Usage de la ressource géothermique
- Pilotage des pompes de forage par variation de fréquence
- Dimensionnement du champ de sondes géothermiques
- Cadre réglementaire des installations géothermiques
- Risque de légionellose sur la production d'ECS "géothermique"

<https://www.ademe.fr/reussir-projet-qualite-geothermie-surface> (payant)

Points d'attention de la géothermie de surface

2. Réalisation

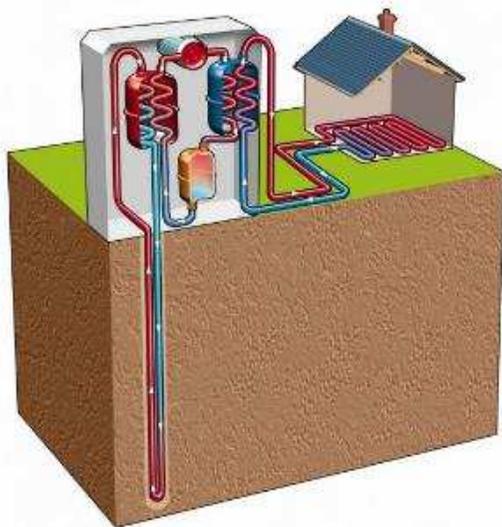
- Schéma hydraulique des installations
- Rapport sur les ouvrages sous-sol
- Calorifugeage des installations

3. Suivi

- Systèmes de pompage sur nappe
- Maintien de l'injectivité du forage pour une installation géothermique sur nappe
- Régulation de la PAC
- Suivi des performances des installations géothermiques
- Maintenance des ouvrages souterrains
- Maintenance des installations de surface
- Rentabilité économique des installations géothermiques

Accompagnement de l'ADEME : Aide à l'investissement

Appel à projets PAC *commun ADEME / Région*



Appel à projet lancé ! une candidature complète à déposer pour le jeudi 4 novembre 2021 à 15h sur les sites de l'ADEME et de la Région. Pour l'ADEME, le dépôt se fera via la plateforme

<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises/dispositif-aide/financement-dinstallations-geothermiques-production-chaaleur-froid> en créant préalablement un compte. Pour la Région, le dépôt se fera sur la plateforme « Mes Démarches » <https://mesdemarches.iledefrance.fr/>



Concerne également les PAC sur eaux usées ou équivalent

Accompagnement de l'ADENE : Aide aux études de faisabilité

En amont de l'investissement, l'ADENE accompagne la prise de décision en finançant jusqu'à 70% maximum une étude de faisabilité géothermique

<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/dispositif-aide/financement-dune-etude-faisabilite-geothermie-surface>

Le bureau d'étude doit avoir :

- soit la qualification « Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique » (OPQIBI 20.13 ou qualification équivalente),
- soit la qualification « Etude des ressources géothermiques » (OPQIBI 10.07 ou qualification équivalente).

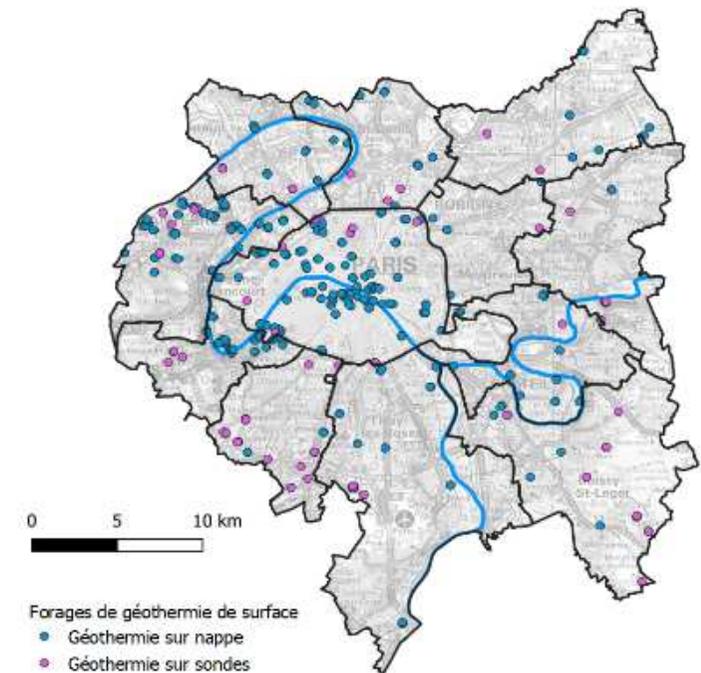


→ Idéalement les 2 !

<https://www.opqibi.com/recherche-plus>

Accompagnement de l'ADENE : Apporter de la connaissance aux acteurs du territoire

- **Etude MGP / BRGM / ADENE en cours sur :**
 1. Recensement des installations existantes (prochainement sur geothermies.fr)
 2. Guide « 7 bonnes raisons de passer à la géothermie » avec des exemples sur ce territoire (sortie imminente)
 3. Cartographie adéquation besoins de surface / ressource sous-sol

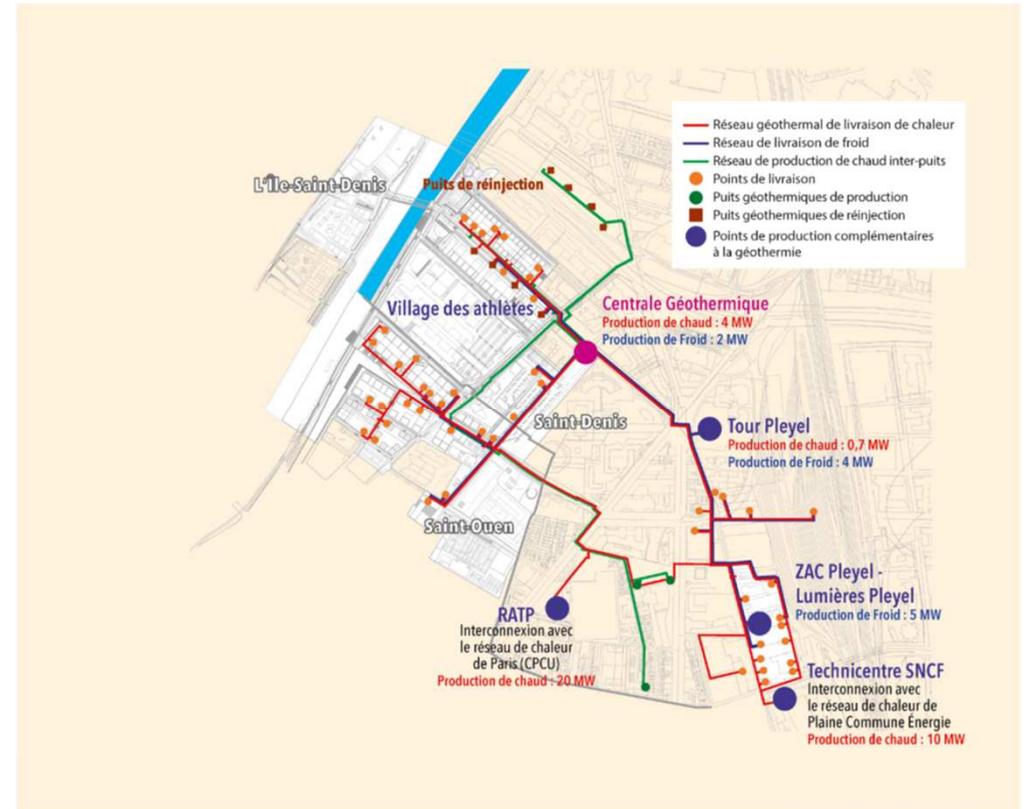


Accompagnement de l'ADEME : Mise en place d'un animateur régional

- L'ADEME et l'AFPG mettent en place un animateur régional qui aura 4 rôles principaux :
 1. Structurer la filière, mettre en place ou diffuser des outils,
 2. Recenser les installations, suivi du fonctionnement
 3. Faire monter en compétence les acteurs du territoire (ALEC, animateurs COT ENR...), relai d'expertise, formation
 4. Communiquer sur la filière : fiches projets, webinaires...

Quelques exemples régionaux

- **Alimentation du quartier Pleyel et du Village des athlètes par de la géothermie sur nappe**
 - Production de chaud et de froid pour 609 000 m² de constructions neuves (Village des athlètes, Tour Pleyel, ZAC Pleyel).
 - Besoins Chaud : 27 GWh / Froid : 11,8 GWh.
 - Géothermie sur nappe du Lutétien : 3 forages de pompage et 8 forages de réinjection d'une profondeur de 65 m chacun.



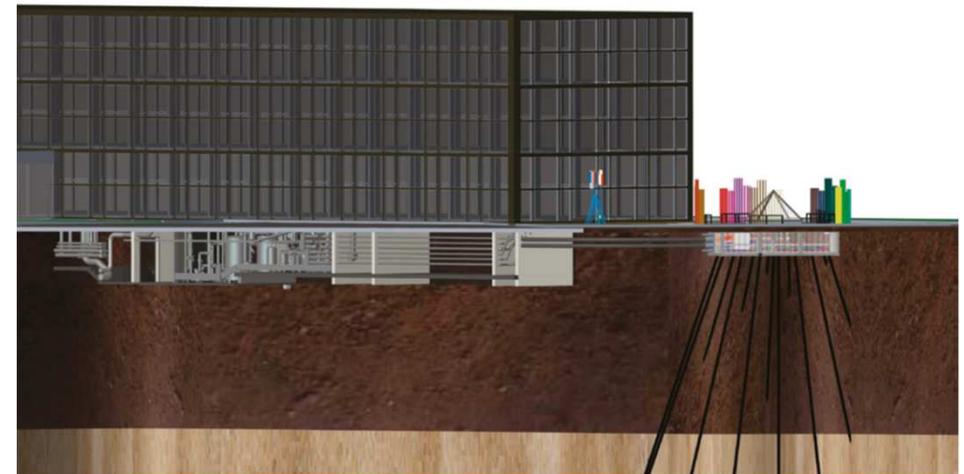
Quelques exemples régionaux

- **Projet de rénovation et de réhabilitation des Magasins 2 & 4 de la Samaritaine (Paris 1er)**
 - *Production de chaleur et de froid pour les bâtiments réhabilités de la Samaritaine – 47 447 m².*
 - *Chaud : 1053,5 MWh/an (49 % couverts par géothermie) / Froid : 1020,4 MWh/an (59 % couverts par géothermie).*
 - *Un forage de pompage et deux forages de réinjection d'une profondeur de 40 m. Installation technique en sous-sol.*

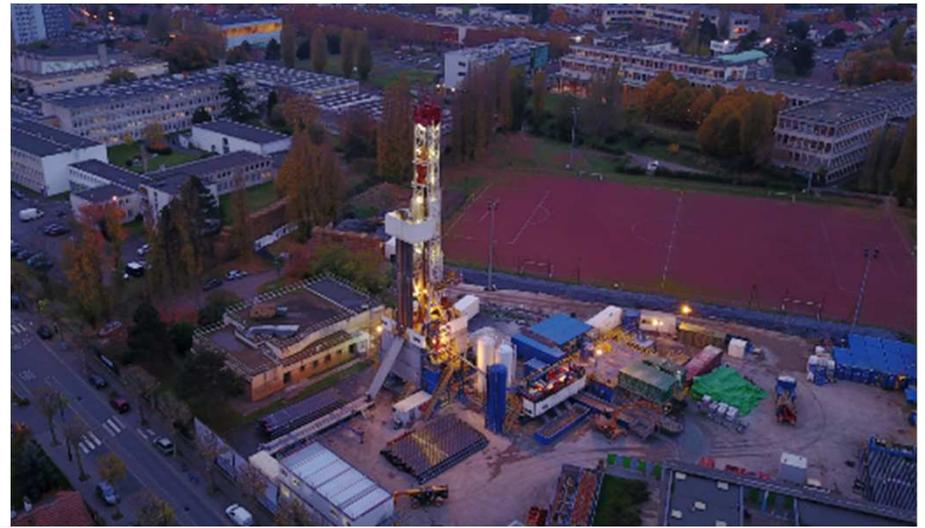


Quelques exemples régionaux

- **Installation Celsius sur le campus de Schlumberger Clamart**
 - *Alimentation en chaud et en froid d'un immeuble de bureau de 3340 m².*
 - Chaud : 167 MWh/an (100 % couverts par la géothermie) / Froid : 131 MWh/an (95 % couverts par géothermie).
 - *10 sondes obliques, d'une profondeur de 165 m, solution innovante de forage permettant de minimiser l'empreinte au sol.*



1. La démarche EnR'Choix
2. La géothermie de surface : un atout pour la région
- 3. La géothermie profonde**



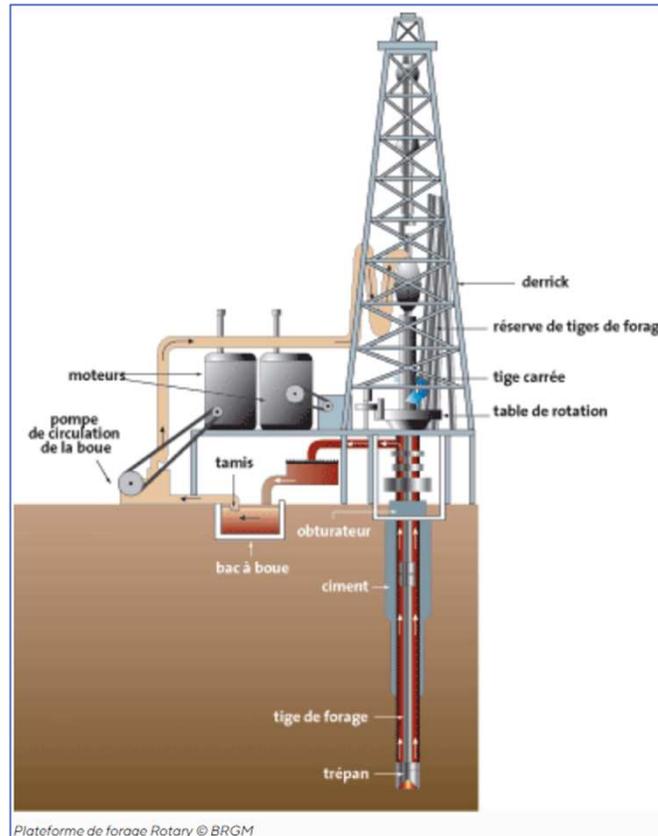
Forage de Cachan

Source : photo transmise par DALKIA

Géothermie profonde (forage d'une profondeur > 200 m)

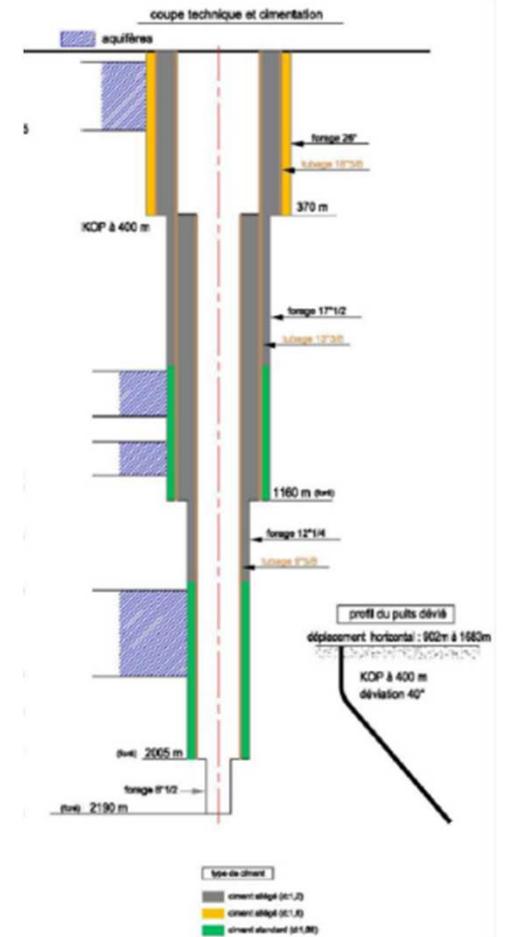


Source : formation AFPG, sept 2020

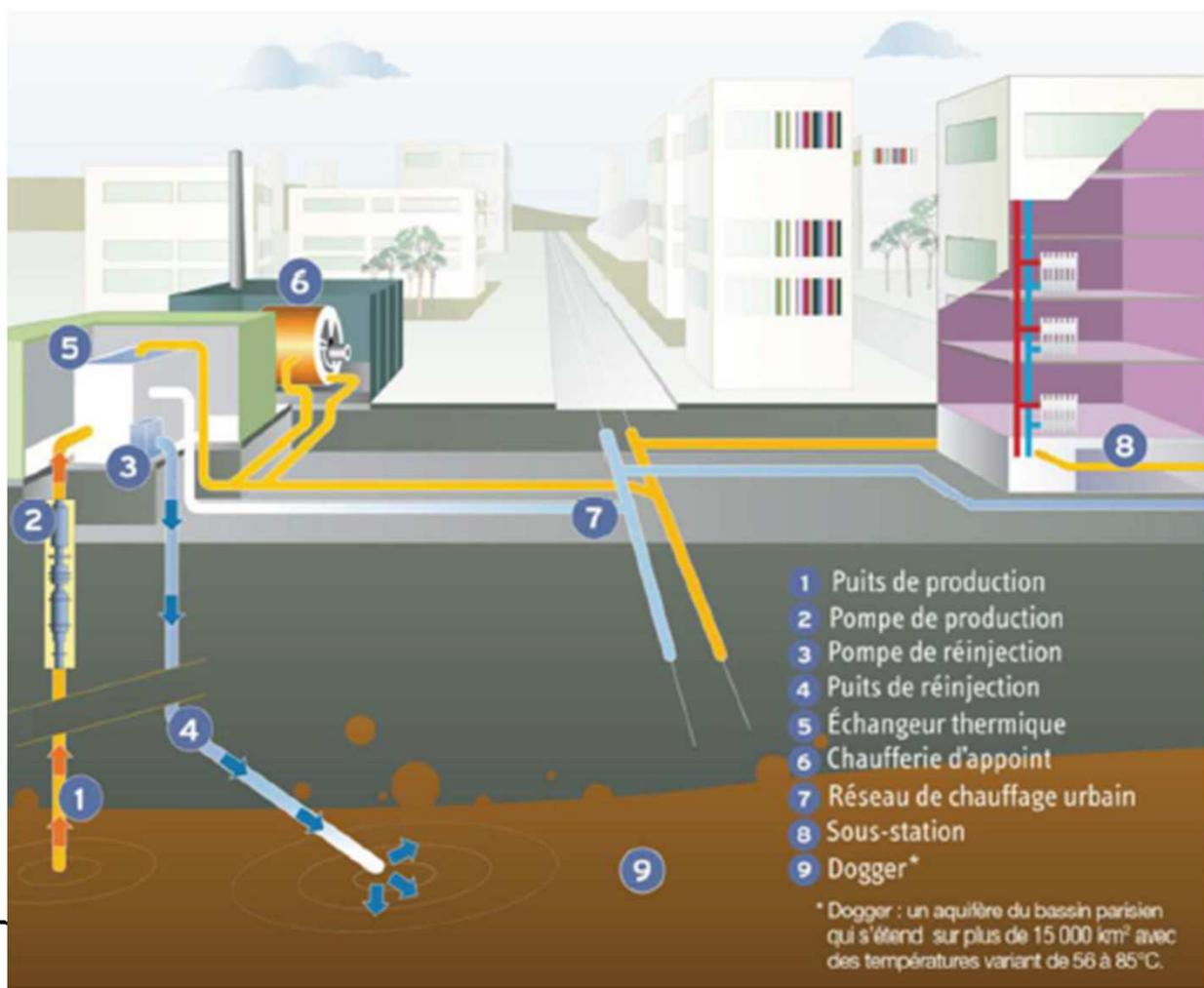


Plateforme de forage Rotary © BRGM

www.geothermies.fr



Fonctionnement de la géothermie profonde (forage d'une profondeur > 200 m)



La plateforme : état initial et remise en état

Emprise forage / Chantier : environ 6 mois dont 3 mois de forage – 5 000 m² pour 1 doublet

Emprise exploitation / maintenance : 1 200 / 2 000 m² avec bâtiment

Bâtiment : 300-350 m²

Têtes de puits



Exemples d'implantation de têtes de puits : Epinay-sous-Sénart (91)

Parc de la mairie : surface stabilisée = 20 x 20 sur une parcelle d'environ 3 000 m²



Exemples d'implantation de têtes de puits : Maisons-Alfort (94)

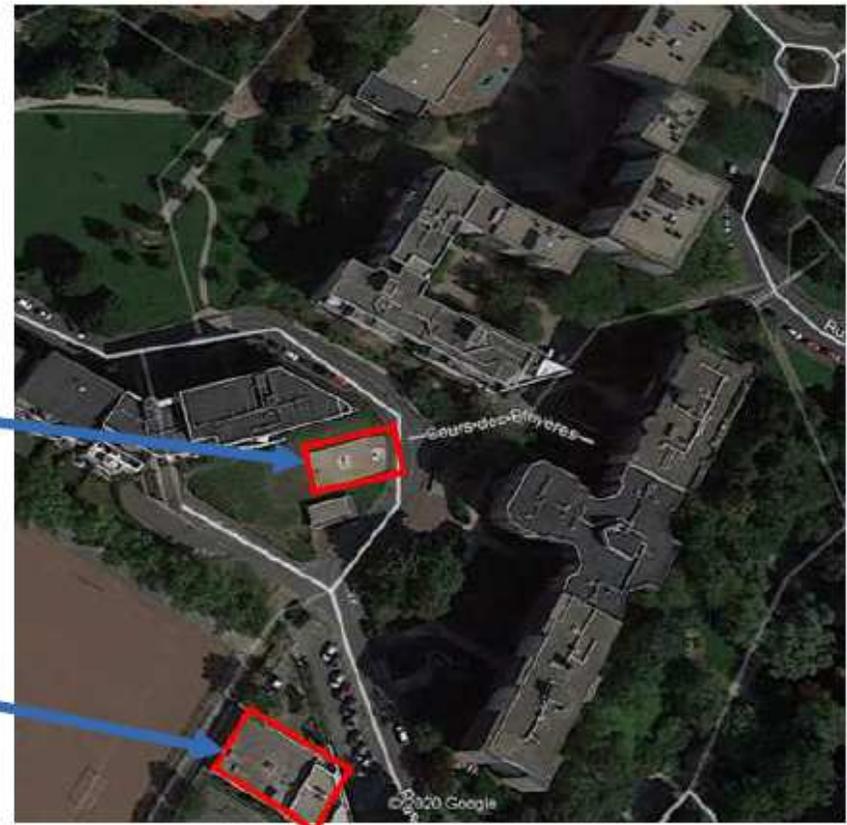
Rue Georges Gaumé : surface stabilisée = 10 x 18 sur une parcelle d'environ 16 x 35 m²

Centrale géothermique : 18 x 15 + local PAC = environ 150 m²

Têtes de puits



Centrale géothermique



Les étapes d'un projet de géothermie profonde

1. AR – PER selon le projet
2. Etudes de faisabilité, conception des forages et de la boucle géothermale
3. Schéma directeur énergétique et de réseaux (chaud et froid)
4. Implantation et études environnement
5. DOTEX et dossier d'aide ADEME / Région IDF complet
6. Demande SAF-E Court Terme
7. (PC construction de la centrale)
8. Forage et essais
9. PV de réception des ouvrages et remise DOE à la DRIEAT (fin de travaux)
10. Demande de Permis d'Exploitation
11. Modification du Permis d'Exploitation
12. Demande de SAF-E Long Terme
13. Amodiation du Permis d'Exploitation (éventuellement)

Chiffres clés

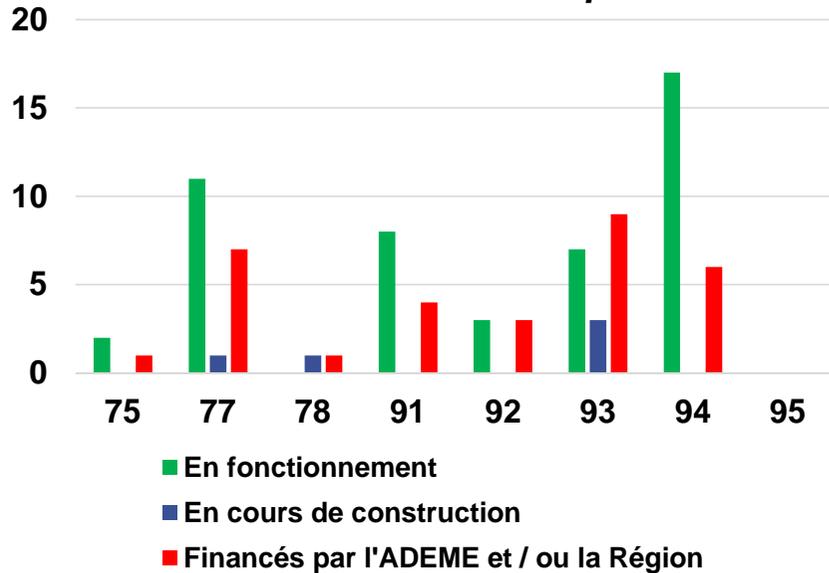
Géothermie profonde (forage d'une profondeur > 200 m)

54 doublets / triplets en fonctionnement ou en cours de construction dont :

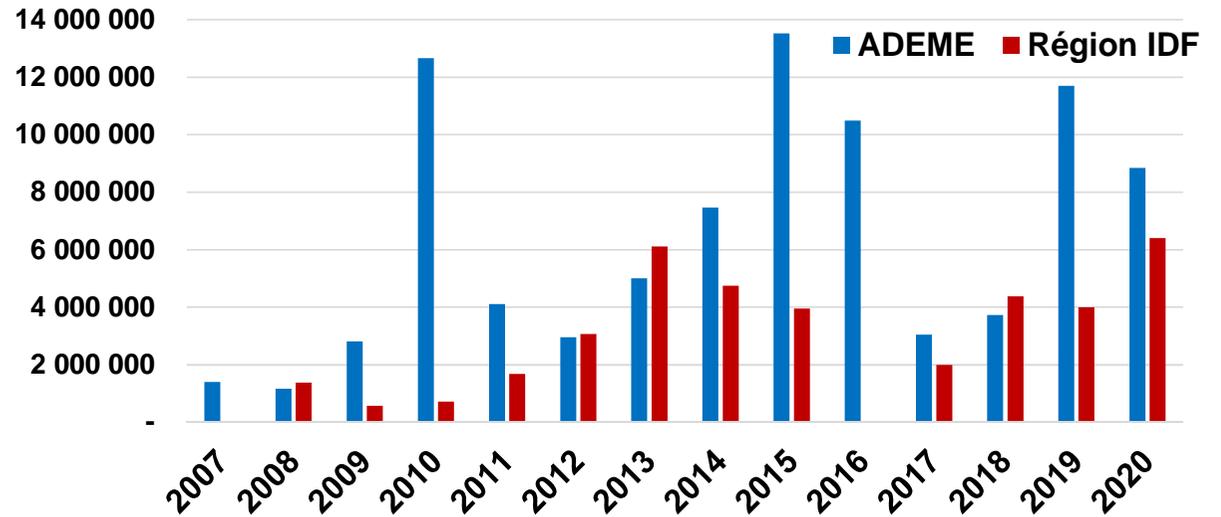
- ✓ 23 mis en service entre 1981 et 1996
 - ✓ 31 mis en service ou en construction après 2007
- => **31 doublets** ont fait l'objet d'une subvention

- ✓ 41 opérations ont fait l'objet d'un financement de la part de l'ADEME ou la Région (doublet / triplet avec ou sans PAC, PAC seules) pour un montant de subvention de 89 M€ pour l'ADEME et 39,1 M€ pour la Région avec un investissement total de 563,6 M€
- ✓ 53 opérations de création ou d'extension de réseaux de chaleur alimentés par de la géothermie profonde ont fait l'objet d'un financement de l'ADEME (53,6 M€) et / ou de la Région (35,9 M€) pour un investissement total de 354 M€.
- ✓ Toutes les opérations mises en service depuis 2008 l'ont été avec le soutien de l'ADEME et / ou la Région

Nombre de doublets / triplets



Subvention ADEME / Région sur la géothermie profonde (hors réseau de chaleur)



Chiffres clés

Géothermie profonde (forage d'une profondeur > 200 m)

Chiffres clés

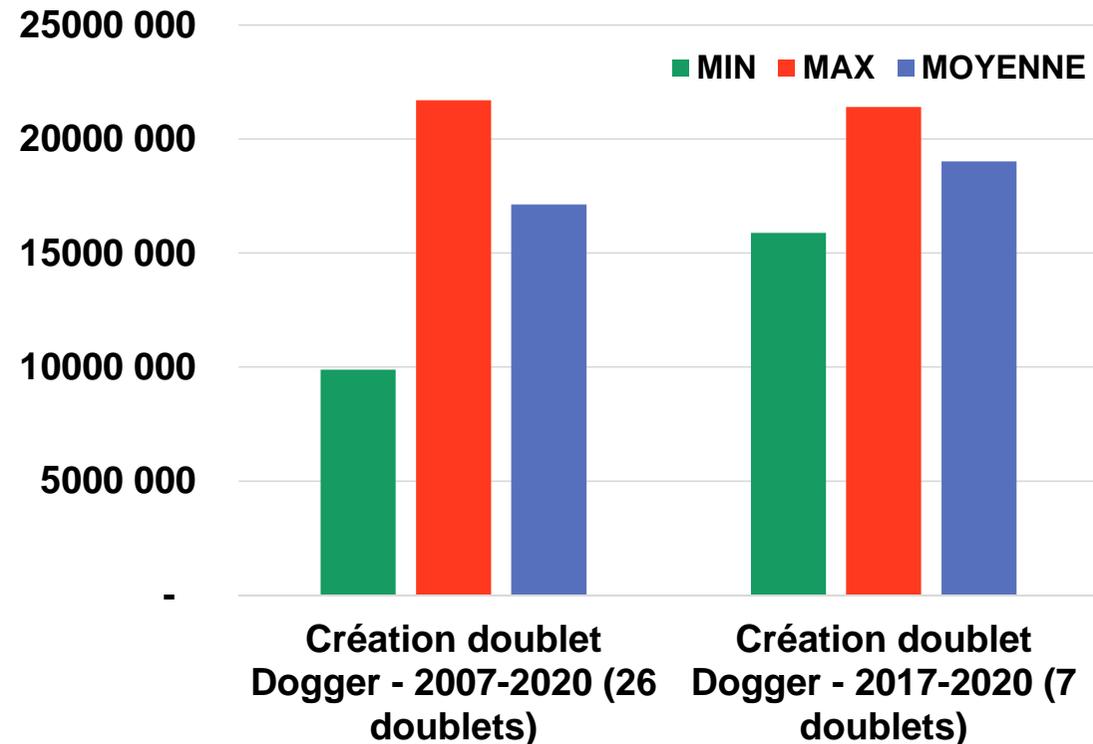
- ✓ 26 doublets au Dogger ayant fait l'objet d'un financement ADEME et / ou Région depuis 2007
 - ✓ Coût moyen d'un doublet au Dogger : entre 16 M€ et 21,5 M€ sur les dossiers contractualisés entre 2017 et 2020
 - ✓ Coût moyen d'une création de réseau de chaleur ou d'une extension conséquente (14 projets depuis 2007) : 15,5 M€
- => Aide déterminée par analyse économique

Taux de subvention publique sur dossiers contractualisés

Dogger	Taux de subvention production	Taux de subvention réseau	Taux de subvention global
2007-2020	23,6%	23,0%	24,0%
2017-2020	28,3%	27,1%	28,3%

Sources : dossiers déposés à l'ADEME entre 2007 et 2020

Coûts moyens d'un doublet au Dogger (hors réseau de chaleur)

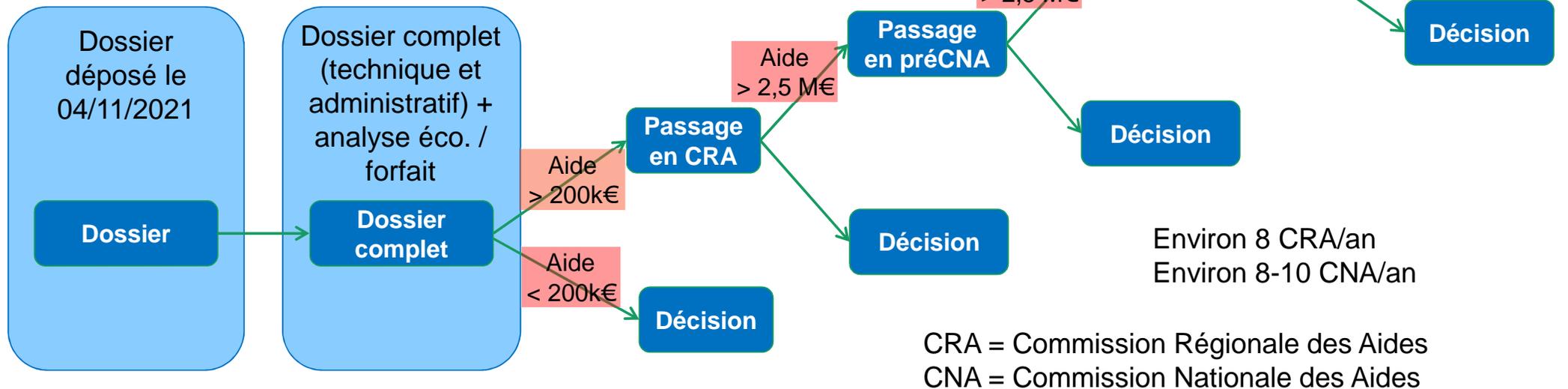


Modalités de financement et calendrier type : temps d'instruction assez long au vu des montants de subvention en jeu

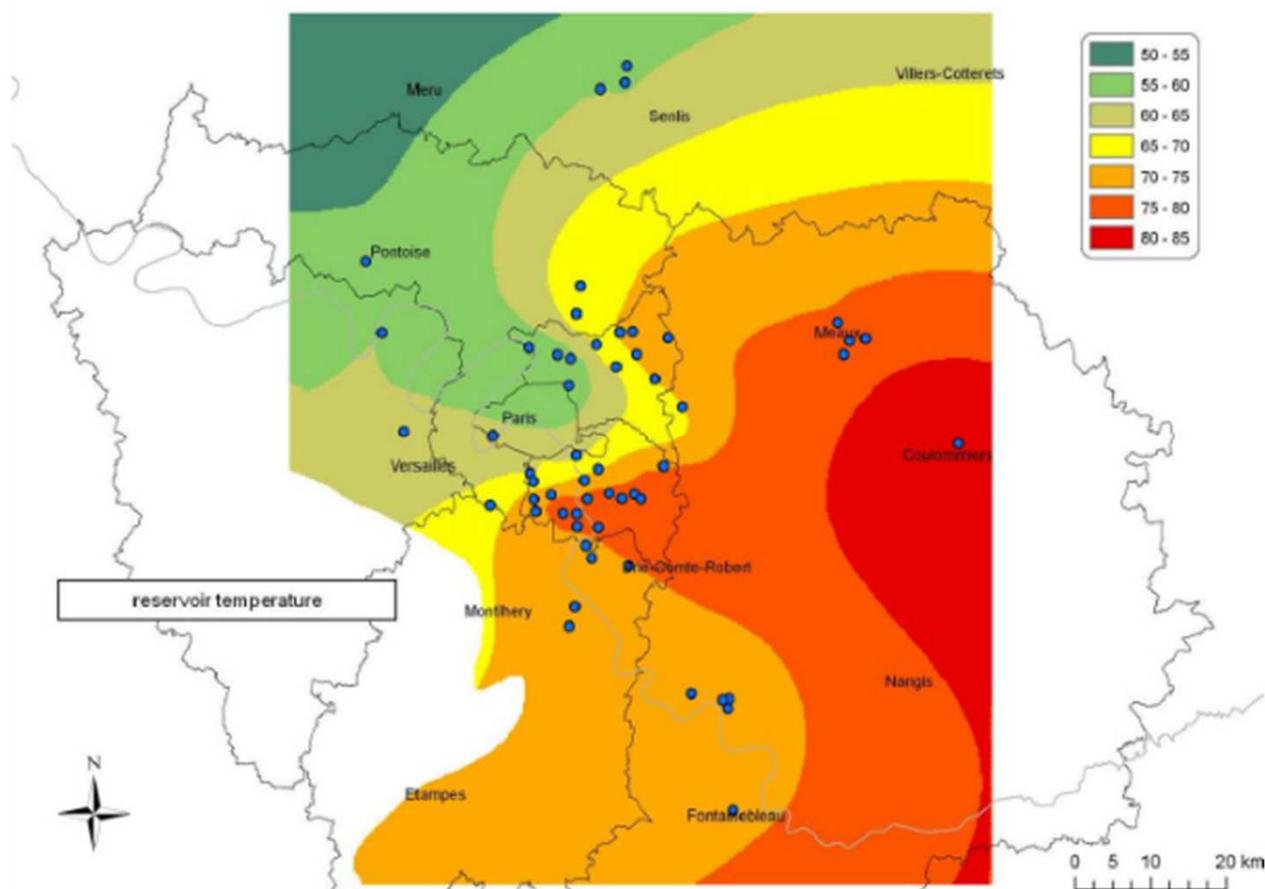
Modalités

- ✓ Fonctionnement des aides par appel à projet ou de gré à gré selon les régions
- ✓ Appel à projets conjoint avec la Région
- ✓ Mise en place de la plateforme AGIR pour le dépôt des aides pour l'ADEME :

www.agirpouurlatransition.fr



Ressource de la géothermie profonde (forage d'une profondeur > 200 m)



Gisement de géothermie profonde en projet en Seine-Saint-Denis

Réseaux de chaleur ou de froid existants en 2019

Potentiel de la nappe du Dogger

Géothermie intermédiaire et profonde

- Tête injection
- Tête production
- Impact injection
- Impact production
- ⊗ Inutilisé
- ⊗ Bouché
- ▨ Volume d'exploitation actuel
- ▨ Volume d'exploitation ancien
- Emprise de protection actuel
- Emprise de protection ancien

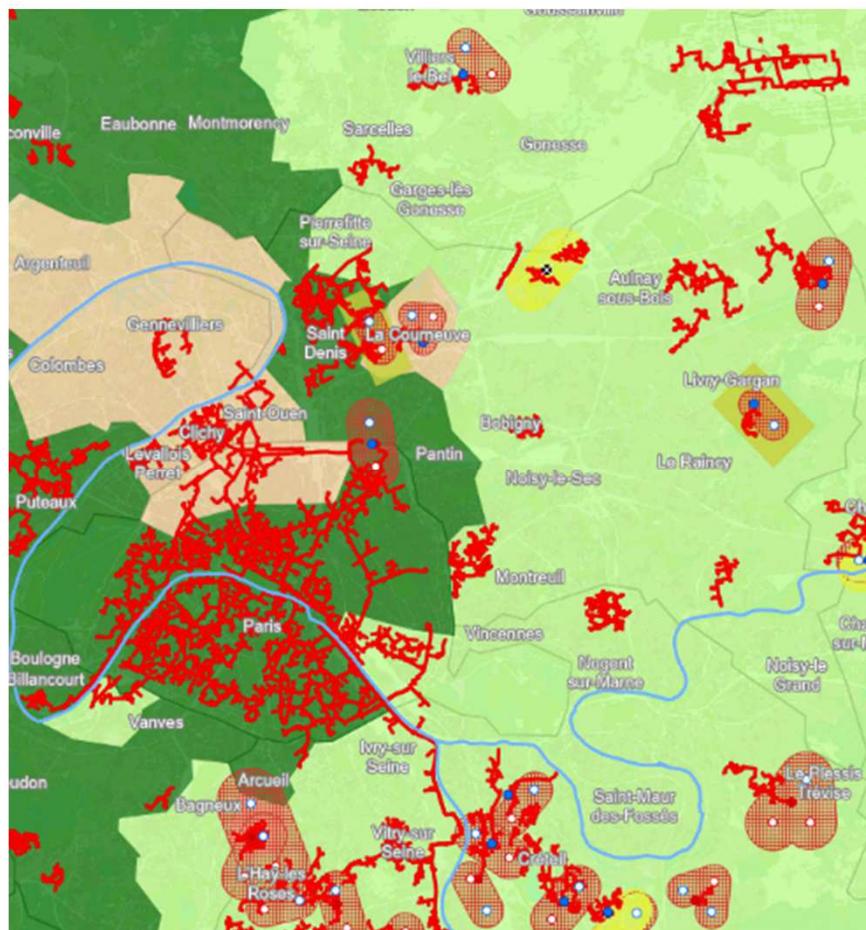
Réseaux de chaleur existant

- ~ Réseaux

Potentiel de la nappe du Dogger

- Pas de donnée
- Peu favorable
- Favorable
- Très favorable

Pour en savoir + [Carte DRIEE Ile-de-France](#)



Gisement de géothermie profonde en projet en Seine-Saint-Denis

Réseaux de chaleur ou de froid existants en 2019

Potentiel de développement sur les réseaux de chaleur

Géothermie intermédiaire et profonde

- Tête injection
- Tête production
- Impact injection
- Impact production
- ◆ Inutilisé
- ⊠ Bouché
- ▨ Volume d'exploitation actuel
- ▨ Volume d'exploitation ancien
- Emprise de protection actuel
- Emprise de protection ancien

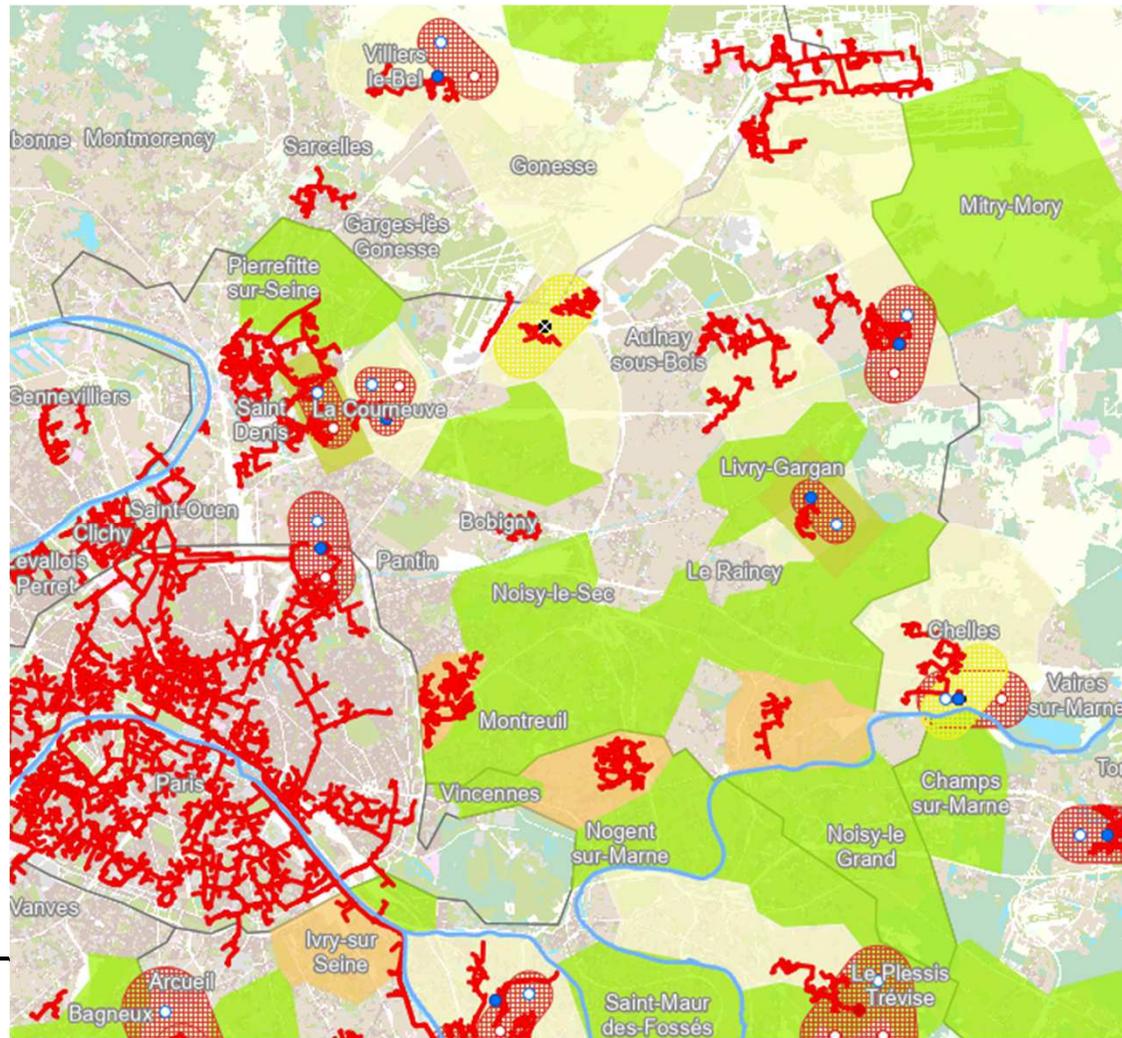
Réseaux de chaleur existant

~ Réseaux

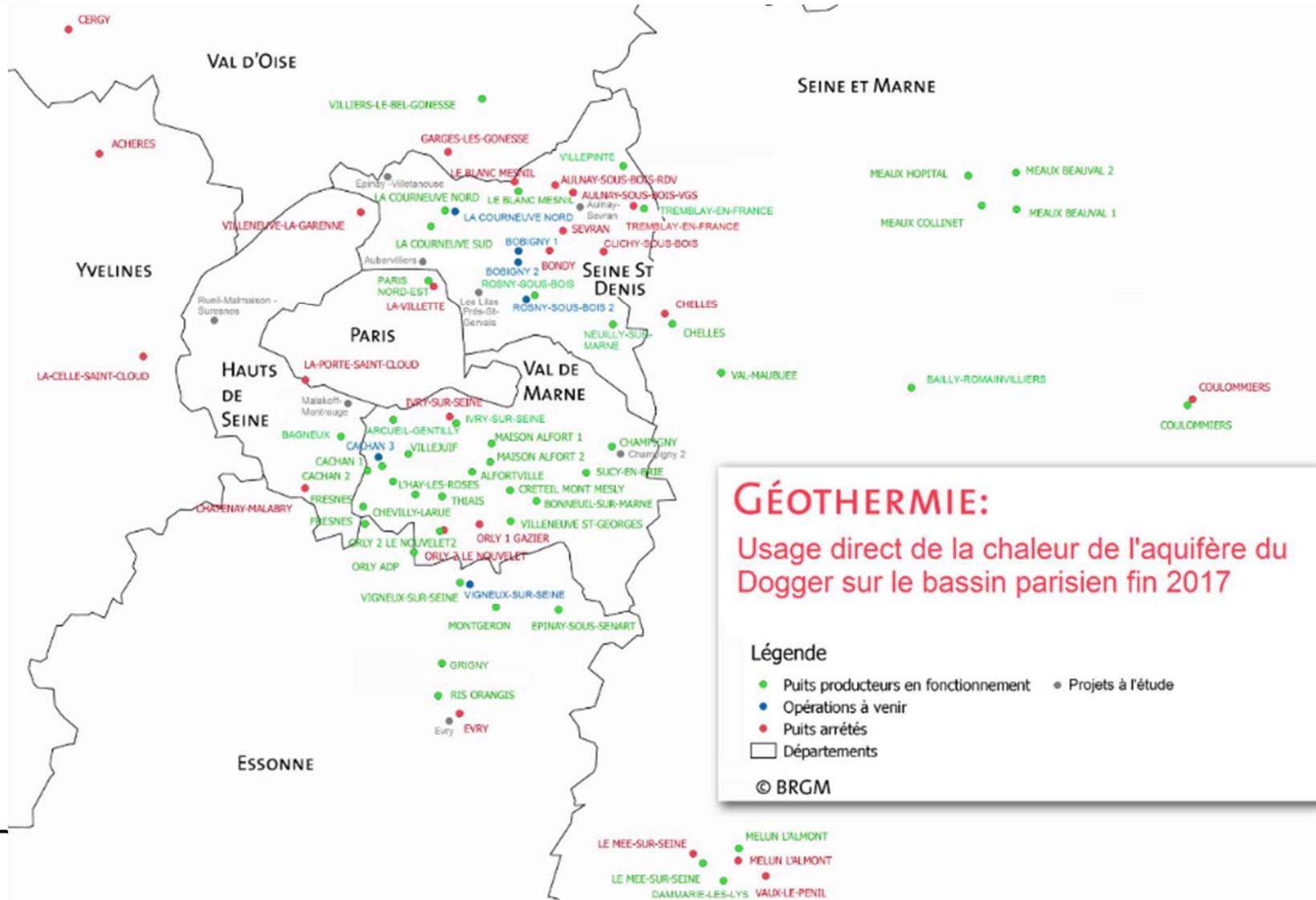
Potentiel de développement sur les RDC

- Existence d'un réseau de chaleur géothermique
- Existence d'un réseau considéré comme géothermisable
- Potentiel en terme de création d'un nouveau réseau de chaleur géothermique

Pour en savoir + Carte DRIEE Ile-de-France



Opérations en fonctionnement et en projet



Exemple d'opération : Dammarie-les-Lys (77)

Création d'un doublet de géothermie au Dogger et extension de 1605ml du réseau de Dammarie les Lys

Acteurs

- Autorité délégante : Ville de Dammarie-les-Lys
- Délégitaire : GEODALYS (filiale d'ENGIE)

Coûts du projet

- Coût total : 19,5 M€ dont 16,4 M€ pour la production
- Aide ADEME : 3,2 M€
- Aide Région : 2,5 M€
- Taux subvention : 29,3%

Bilan en chiffre

- Quantité de chaleur vendue : 36 GWh
- Taux EnRR : 89% en 2019
- Longueur réseau : 7,1 km
- Débit géo : 350 m³/h
- T° puits : 71°C

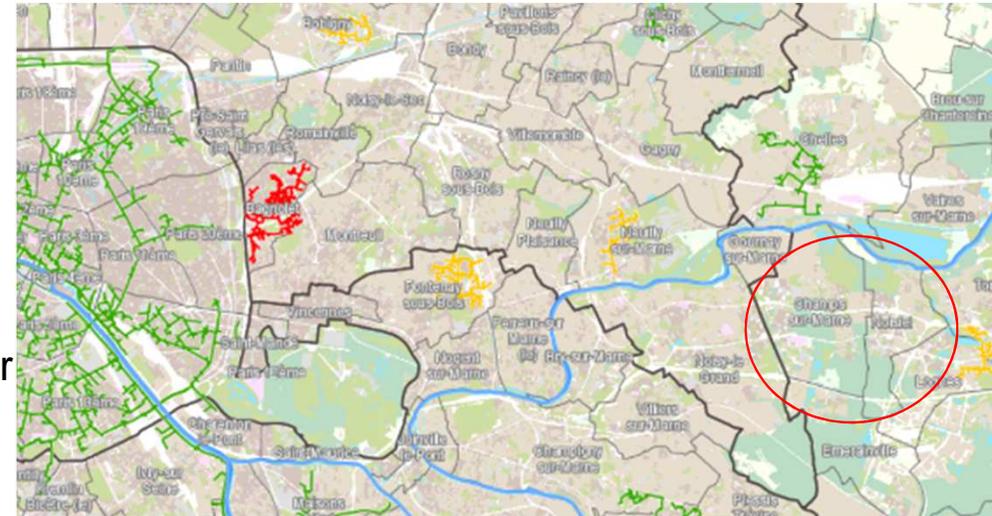
Calendrier

- Dépôt dossier ADEME : décembre 2015
- Signature DSP : 19/01/2016
- PrécNA : 23/01/2017
- CRA : 02/02/2017
- CNA : 23/02/2017
- Contractualisation ADEME : 20/04/2017
- Fin 2017 : mise en service de la géothermie



Exemple d'opération : Champs-sur-Marne (77)

Création d'un doublet géothermique au dogger avec PAC (11,8 MW) et création d'un réseau de chaleur de 18 133 ml sur les communes de Champs-sur-Marne et Noisiel (77)



Acteurs

- Autorité délégante : CA Paris Vallée de la Marne
- Déléataire : GEOMARNE (filiale d'ENGIE)

Coûts du projet

- Coût total : 38,4 M€ dont 18,7 M€ pour la production
- Aide ADEME : 6 M€
- Aide Région : 4 M€
- Taux subvention : 26%

Bilan prévisionnel en 2024/2025

- Quantité de chaleur vendue : 89 GWh soit 11 675 équivalents logements
- Production EnR : 82 GWh
- Taux EnRR : 84,9%
- Longueur réseau : 18,1 km
- Débit géo : 320-350 m³/h
- T° puits : 70°C

Calendrier

- Signature DSP : avril 2019
- Dépôt dossier ADEME : 20/06/2019
- PréCNA : 09/01/2020
- CRA : 04/02/2020
- CNA : 04/02/2020
- CA : 19/03/2020
- Contractualisation ADEME : 23/04/2020
- Mise en service prévisionnelle : septembre 2021



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**

ADEME IDF

Claire FLORETTE claire.florette@ademe.fr

Matthieu Mefflet-Piperel matthieu.meffletpiperel@ademe.fr