



Géothermie de surface

*Une énergie performante et durable
pour les piscines et centres aquatiques*

**6 bonnes
raisons** de
choisir la
géothermie

Avec le soutien de :

Piscines et centres aquatiques des installations structurantes pour les collectivités locales et leurs groupements

En 2019, on compte 6300 bassins implantés dans 3800 piscines¹ pour une surface totale de plus de 1,6 million de mètres carrés².

La moitié des équipements aquatiques publics a 35 ans ou plus¹, âge qui est aussi la durée de vie moyenne estimée pour ce type d'installations. La majorité de ces espaces aquatiques étant vétuste et les attentes des publics élevées, c'est le moment où des décisions sont prises quant à leur réhabilitation ou à la construction de nouveaux équipements.

Les collectivités territoriales et leurs groupements : actrices principales

Les communes et les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) sont propriétaires de 85 % des bassins¹ qui sont pour plus des 4/5 d'entre eux exploités en gestion directe par les collectivités ou leurs groupements.

Des infrastructures énergivores

Les piscines et centres aquatiques sont souvent les **bâtiments les plus consommateurs d'énergie dans le patrimoine des communes** : la consommation énergétique annuelle d'une piscine se situe entre 2 800 et 3 000 kWh/m² de plan d'eau selon les bâtiments, lorsque la consommation annuelle moyenne d'un bâtiment tertiaire est de 250 kWh/m². En effet, ces équipements ont, par nature, des besoins énergétiques importants et ont été construits pour la plupart à une époque à laquelle la maîtrise des consommations énergétiques était une préoccupation annexe.

Le parc aquatique constitue donc un gisement potentiel conséquent de sobriété et d'efficacité énergétique, ainsi que de recours aux énergies renouvelables.

Les structures actuelles impliquent :

- Un poids important dans les finances publiques locales en dépense de fonctionnement,
- Un recours à des énergies encore largement carbonées et peu optimisées, en décalage avec la nécessaire adaptation au changement climatique.

Or, l'utilisation d'une énergie renouvelable et de récupération (EnR&R), même si elle peut nécessiter un appoint d'énergie conventionnelle, permet en moyenne d'abaisser la consommation de gaz ou d'électricité de 30 à 60 %³. Cela constitue un avantage écologique et financier !

La géothermie de surface, aussi appelée géothermie très basse énergie, valorisée à moins de 200 m de profondeur, durable, locale, disponible en continu, quelles que soient les conditions climatiques, peut se révéler très pertinente pour les espaces aquatiques. **En effet, une pompe à chaleur géothermique, nécessaire pour porter les températures que l'on trouve en sous-sol au niveau adéquat, peut produire du chaud et du froid, de façon simultanée ou indépendante.** Elle répond ainsi potentiellement à plusieurs besoins énergétiques :

- Le chauffage/refroidissement des bâtiments,
- Le maintien à température de l'eau des bassins,
- Le préchauffage de l'Eau chaude sanitaire (ECS),
- La déshumidification de l'air.

Pour être la plus vertueuse possible en termes d'impacts écologiques et économiques, cette solution, comme les autres énergies renouvelables, doit être accompagnée d'une action globale de réduction des déperditions thermiques et d'optimisation des équipements.

Alors que les ressources publiques disponibles sont réduites et que les mesures pour s'adapter au changement climatique sont urgentes, l'utilisation de la géothermie dans les espaces aquatiques offre des solutions compétitives, durables et performantes pour mettre à la disposition des publics des espaces sportifs et de détente adaptés et ambitieux.

(1) Fédération Française de Natation (FFN), *Piscines, aide à la conception pour les maîtres d'ouvrage*, 2020, 9^{ème} édition

(2) *Cour des comptes, rapport public annuel, chapitre sur la gestion par les collectivités publiques des piscines et centres aquatiques : « un modèle obsolète »* (Tome 1, pages 497 à 516), publié le 7 février 2018

(3) Soja ingénierie, avec le soutien ADEME haute Normandie et FEDER, *Piscines publique : Guide technique pour une conception optimisée* (2^{ème} édition), 2015

6 bonnes raisons de choisir la géothermie de surface

1. Une facture énergétique maîtrisée
2. L'exemplarité environnementale
3. Un peu, beaucoup, passionnément, le choix gagnant
4. Une énergie qui s'intègre harmonieusement à son environnement
5. La promotion des ressources locales
6. Des technologies qui ont fait leurs preuves

La géothermie : une énergie compétitive

A l'échelle de l'agglomération ou de la communauté de communes, les piscines représentent en général près de 10 % de leurs consommations d'énergie globales. Elles peuvent même atteindre à elles seules près du tiers des consommations de l'ensemble des équipements communaux, lorsque la municipalité en gère un nombre restreint et possède une piscine énergivore³. L'usage de la géothermie de surface peut contribuer à la maîtrise de cette facture énergétique.

Dans les piscines et les centres aquatiques, on considère que les postes « eau-énergie » représentent 25 à 30 % des coûts de fonctionnement globaux¹. La géothermie de surface, en fonction des configurations, peut couvrir, de façon performante, une grande partie de ces besoins. Comparée aux énergies conventionnelles (gaz, électricité, fioul), la géothermie demande un investissement initial supérieur (coût des échangeurs enterrés notamment). En revanche, ses coûts d'exploitation sont réduits. Ils se composent des coûts d'entretiens de l'installation et d'électricité consommée par la Pompe à chaleur (PAC) et ses auxiliaires. On considère en moyenne que pour 1 kWh électrique consommé par la pompe à chaleur, 4 kWh thermiques sont restitués. Le rapport entre ces deux valeurs est le Coefficient de performance (COP). Il est estimé en moyenne à 4 sur le parc actuel. **Le nombre de kWh facturés est ainsi divisé par 4.**

Les installations de géothermie de surface, qu'il convient d'appréhender en coût complet, portent leurs bénéfices sur plusieurs décennies :

- la durée de vie des forages est estimée à 50 ans, celle des pompes à chaleur, moins coûteuses que ces derniers, à 17 ans⁴ ;
- en moyenne, dans le tertiaire, le temps de retour sur investissement des installations de géothermie de surface par rapport à une solution au gaz se situe entre 9 et 13 ans⁵ ;
- une fois l'investissement amorti, il ne reste qu'à s'acquitter des coûts d'exploitation réduits, l'installation fonctionnant au ¾ à partir de l'énergie gratuite du sous-sol.

(4) Hypothèse retenue dans les fiches des certificats d'économie d'énergie

(5) Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG), Géothermie de surface, étude technico-économique, 2020



TÉMOIGNAGE

© Chabanne Architecte

Stade Nautique Métropolitain, Mérignac (33), Nouvelle Aquitaine

« Ce projet d'intérêt métropolitain s'inscrit impérativement dans un souci de respect de l'environnement, de moindre consommation énergétique, et d'utilisation importante d'énergie renouvelable. Outre le branchement au réseau de chaleur urbain biomasse, qui se réalise de manière concomitante, une étude de caractérisation géothermique très basse énergie a confirmé la possibilité de réaliser un doublet géothermique à l'Oligocène. Ces éléments sont décisifs pour obtenir une certification "NF HQE® Equipements Sportifs" avec une cible Très Performante pour la gestion de l'énergie. La géothermie couvre 60 % des besoins thermiques et permet une économie de 51 000 €/an en coût de fonctionnement, ce qui en fait une énergie tout à fait intéressante financièrement avec un temps de retour sur investissement de moins de 10 ans. »

Cyrille MARTINET, Responsable de l'Antenne Sud, Direction des Bâtiments, Direction Générale de la Haute Qualité de Vie (DGHQV), Bordeaux Métropole.

| | |
|---|--|
| > Maîtrise d'ouvrage | SAS Stade Nautique Mérignac. |
| > Maîtrise d'œuvre et intervenants | Chabanne Architecte, Blamm Architecture, Chabanne Ingénierie, StratéGéO Conseil. Forages : Foradour. Eiffage Construction, Eiffage Concessions et Dalkia. |
| > Construction : fin prévue en 2023 | Bâtiment : 7 874 m ² , bassins (intérieurs et extérieurs) : 2 654 m ² |
| > Besoins thermiques utiles | 8 327 MWh (6 945 MWh chaud et 1 382 MWh froid dont 66 % couverts par la PAC géothermique et la déshumidification thermodynamique (4 073 MWh chaud et 1 382 MWh froid). |
| > Usage de la géothermie | Fonctionnement en mode thermofrigopompe pour : - maintien en température des eaux de bassins ; - chauffage des halles bassins ; - déshumidification et climatisation. |
| > Nature de l'appoint | Réseau de chaleur urbain biomasse. |
| > Surinvestissement géothermie | 650 k€. |
| > Coûts annuels de fonctionnement | 82 000 € HT. |
| > Temps de retour sur investissement ⁶ actualisé | Sans subvention : environ 10 ans. Avec subvention : inférieur à 10 ans. |
| > Financement Fonds Chaleur | Demande en cours. |
| > Emissions CO ₂ évitées sur le poste chauffage | 835 teq CO ₂ /an (hors bénéfices déshumidification). |
| > Installation sous-sol | Sur nappe, 115 m de profondeur, débit 37 m ³ /h. COP chauffage seul : 5,3. COP en thermofrigopompe : 9,6. COP global annuel : 7,1. |

Données techniques : Bordeaux Métropole, Dalkia, StratéGéO



TÉMOIGNAGE

©Océanide

Des coûts d'exploitation stables

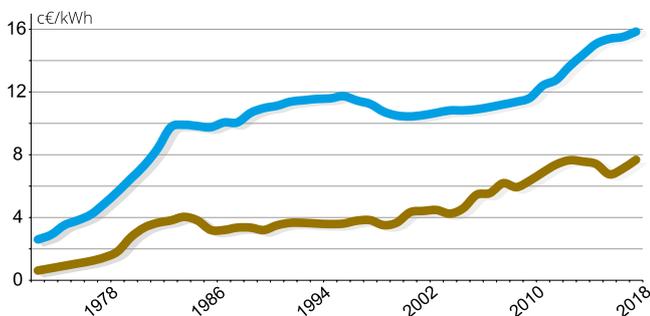
RAPPORT DE LA COUR DES COMPTES 2018,
chapitre des piscines et centres aquatiques :
« un modèle obsolète »²

La gestion d'une piscine ou d'un centre aquatique public entraîne systématiquement un déficit de fonctionnement important. Aucune piscine, ni aucun centre aquatique public examiné dans le cadre de l'enquête ne présente un résultat d'exploitation équilibré ou excédentaire.

[Recommandations] Les communes et les intercommunalités doivent renforcer le suivi des coûts d'exploitation des piscines. Structurellement déficitaire, la gestion de ces équipements pèse parfois fortement sur la situation financière des collectivités propriétaires.

Les coûts d'exploitation liés à la géothermie de surface sont donc réduits. Ils présentent aussi l'avantage d'être en grande partie préservés des fluctuations des prix des énergies conventionnelles.

En effet, puisque seulement un quart de l'énergie nécessaire à la production géothermique est issu de source conventionnelle, la volatilité des prix du gaz et de l'électricité a moins de conséquence sur la globalité des coûts de fonctionnement.



Evolution du prix des énergies à usage domestique – Secteur de l'habitat – de 1973 à 2017 ● Gaz naturel ● Electricité
Source : ADEME Bourgogne-Franche-Comté

La stabilité des coûts d'exploitation offre ainsi de la visibilité sur plusieurs années, permettant anticipation et planification. Le contexte actuel de faiblesse des taux d'intérêt, qui rend l'endettement moins coûteux, favorise les projets qui, comme la géothermie, ont des dépenses d'investissement importantes (CAPEX) mais des dépenses d'exploitation (OPEX) réduites.

Océanide, Bonneval (28), Centre - Val de Loire

« La Communauté de Communes du Bonnevalais, petite collectivité rurale de 12 000 habitants avait un projet important : la construction d'un centre aquatique comprenant un bassin sportif et un bassin ludique (avec la possibilité d'extension à un bassin extérieur). Le choix de la solution énergétique, à un moment où le gaz s'envolait, a été unanime : elle était là, à 40 m sous nos pieds, c'était la géothermie. Après 3 ans de fonctionnement, le pari est réussi ; la géothermie assure l'intégralité de l'énergie thermique pendant toute l'année (seules les mises en chauffe des bassins nécessitent un appoint gaz). Le surcoût lié à l'installation a été de 210 000 €, le retour sur investissement sera de 5 ans et l'incidence financière est minime grâce aux prêts actuels longue durée (40 ans). »

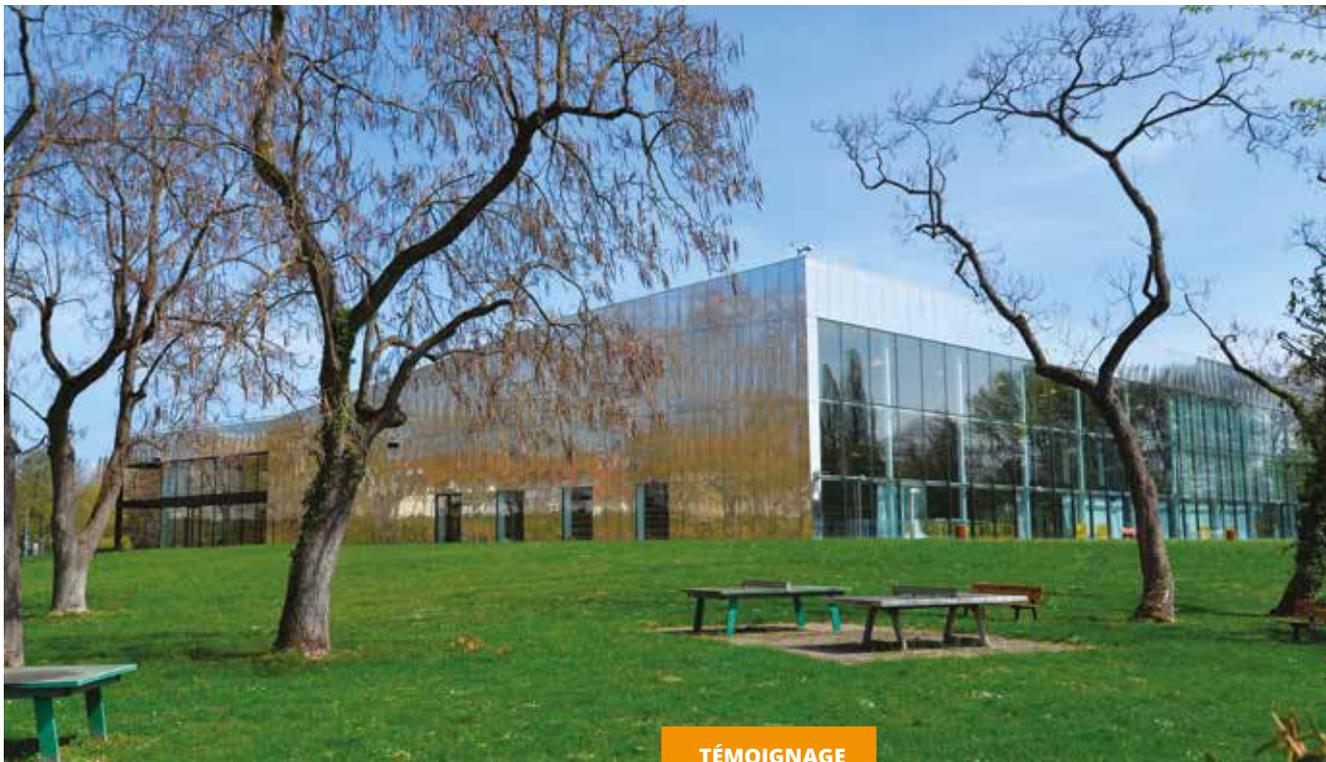
« Le montant des remboursements est de 270 000 €/an pour un investissement total de 8 500 000 €, à comparer avec les 480 000 € annuels de subvention d'équilibre nécessaires pour le fonctionnement (65 % de masse salariale). En conclusion c'est clair, il est plus intéressant, même pour une petite collectivité, de réaliser un emprunt pour couvrir l'investissement plus important de la géothermie et de bénéficier de coûts de fonctionnement plus faibles et maîtrisés sur le long terme. »

Dominique IMBAULT, Vice-Président,
Communauté de Communes du Bonnevalais.

| | |
|--|--|
| > Maîtrise d'ouvrage | Communauté de Communes du Bonnevalais. |
| > Maîtrise d'œuvre et intervenants | Octant Architecture. Forages : Cissé. |
| > Construction achevée en 2017 | Bâtiment : 2 200 m ² , bassins (intérieurs) : 482 m ² . |
| > Besoins thermiques utiles globaux annuels | 1 771 MWh dont 80 % couverts par la PAC géothermique (1416 MWh/an). |
| > Usage de la géothermie | Préchauffage ECS. Chauffage : - de l'eau des bassins (maintien température) ; - des locaux par planchers chauffants ; - des locaux par CTA. Déshumidification hall des bassins. |
| > Nature de l'appoint | Appoint/secours par chaufferie gaz. |
| > Surinvestissement géothermie/gaz | 210 k€. |
| > Coûts annuels de fonctionnement | et 45 388 € HT de consommation électrique PAC et pompe. |
| > Temps de retour brut sur investissement | Sans subvention : 9 ans. Avec subvention : 5 ans. |
| > Financement Fonds Chaleur | Environ 75 000 €. |
| > Economie annuelle | 24 000 €. |
| > Emissions CO ₂ évitées sur le poste chauffage | 265 teq CO ₂ /an (hors bénéfices déshumidification). |
| > Installation sous-sol | Sur nappe, 1 puits de production et 1 puits d'injection, 30 m de profondeur, COP PAC : 4,5. |

Données techniques : Missenard Climatique

Un engagement pour lutter contre le changement climatique



TÉMOIGNAGE

© Eurométropole de Strasbourg

Dans les piscines et centres aquatiques, en 2015, la moitié des bassins chauffés l'était au gaz³.

La vétusté du parc aquatique et l'usage encore prédominant d'énergies carbonées dans ce secteur en font un lieu privilégié pour aller vers plus de sobriété, d'efficacité énergétique et d'utilisation d'énergies renouvelables. Pour atteindre l'objectif de structures plus écologiquement responsables, la mobilisation de toutes les énergies renouvelables est nécessaire, parmi lesquelles la géothermie.

Les établissements aquatiques dans leur globalité ne sont pas soumis à des réglementations environnementales en tant que telles, même si des démarches volontaires pour viser certains labels, tel que Haute qualité environnementale (HQE) sont possibles. Cependant, les piscines de plus de 1000 m² vont maintenant devoir s'inscrire dans le dispositif progressif Eco énergie tertiaire⁶, ce qui va conforter des démarches de réflexion sur leurs consommations énergétiques.

La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) prévoit une augmentation de la consommation de chaleur renouvelable de 25 % en 2023 et entre 40 et 60 % en 2028. Le parc aquatique doit participer pleinement à cette dynamique vertueuse. Des dispositifs pour aller vers des bâtiments performants, rénovés et intégrant les énergies renouvelables sont mis en place, notamment pour les bâtiments publics et faciliter la rénovation énergétique des bâtiments sportifs⁷.

En faisant le choix de l'utilisation de l'énergie verte qu'est la géothermie de surface pour ses équipements aquatiques, structures emblématiques et énergivores, la collectivité s'engage pour l'adaptation au changement climatique et le valorise auprès de ses citoyens, montrant par l'exemple l'efficacité de cette énergie renouvelable qui gagne à être connue.

(6) <https://operat.ademe.fr/#/public/home>

(7) Par exemple, pour 2021-2022 : <https://www.agencedusport.fr/Subventions-equipements-264>

Piscine de la Kibitzenau, Strasbourg (67), Grand-Est

« Les travaux de rénovation et de modernisation de cet équipement avaient pour objectif de procéder à des réductions majeures de consommation et d'émission de CO₂. Grâce à la géothermie, sur cette installation, nous évitons l'émission de 490 tonnes de CO₂ par an. Partant du constat qu'environ 60 % des besoins d'une piscine sont à un niveau de température moyen, avec l'eau des bassins entre 27 et 32°C, le choix d'une production de chaleur géothermique s'est rapidement imposé. La présence d'un aquifère disponible et accessible a conforté cette orientation. Nous l'avons associée avec d'autres EnR et des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique. »

Nous avons aussi opté pour la géothermie de surface pour les piscines d'Ostwald et de Lingolsheim, mais également pour d'autres types de bâtiments comme le Musée historique, le Palais de la Musique et des Congrès, la Cité de la Musique et de la Danse, la Maison Petite Enfance Cronembourg... »

Michel HUCKERT, Responsable du département économie et technique de la construction, ville et Eurométropole de Strasbourg.

| | |
|--|--|
| > Maîtrise d'ouvrage | Eurométropole de Strasbourg. |
| > Maîtrise d'œuvre et intervenants | Dietmar Feichtinger Architectes, Quadriplus Groupe, Katene, Antea Group. Forages : Speyser. Etamine. |
| > Construction 1965 rénovation achevée en 2014 | Surface bassins : 1 300 m ² et bâtiments : 6 100 m ² . |
| > Besoins thermiques utiles globaux annuels | 3 438 MWh de chaud dont 75 % couverts par la PAC (2 573 MWh/an). 346 MWh de froid pour déshumidification. |
| > Usage de la géothermie | Préchauffage ECS, chauffage bâtiment, maintien en température des eaux de bassins, déshumidification. |
| > Nature de l'appoint | Appoint chaudière gaz. |
| > Energie produite par la PAC géothermique | Chauffage des eaux de bassin : 1 689 MWh/an. Chauffage bâtiment : 872 MWh/an. Préchauffage ECS : 12 MWh/an. Production de froid pour déshumidification : 346 MWh/an. |
| > Emissions CO₂ évitées sur le poste chauffage | 490 teq CO ₂ /an (hors bénéfices déshumidification). |
| > Installation sous-sol | Sur nappe, un puits de production à 40 m et un puits d'injection à 20 m (nappe alluviale du Rhin). COP chaud 5,2. COP en thermofrigopompe 9,4. COP global annuel 4,9. |

Données techniques : Etamine, Katene, Eurométropole de Strasbourg

Une énergie verte

On considère que les installations de géothermie de surface rejettent, en moyenne, moins de 20 g de CO₂ par kWh de chauffage (émissions associées à la consommation électrique de la pompe à chaleur)⁸. C'est environ 4 fois moins que l'électricité, 10 fois moins que le gaz naturel et 16 fois moins que le fioul, pour satisfaire un même besoin de chauffage.

Disponible localement, la géothermie de surface n'implique pas de transport. En effet, elle est, par nature, consommée directement là où elle est produite. Ce sont donc autant d'émissions de CO₂ et de particules fines qui sont évitées. Cela en fait un véritable atout pour la qualité de l'air des territoires.

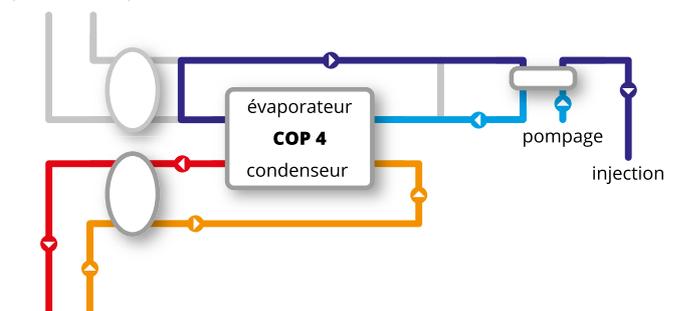
Son usage, encadré par la réglementation et mis en œuvre par des professionnels qualifiés, se fait dans le respect de l'environnement et de la biodiversité, dans le sous-sol et en surface.

(8) Hypothèse d'un COP à 4. Valeurs pour kgCO₂/kWh issues de la base de données carbone de l'ADEME : électricité usage chauffage 2016 : 0,079 kgCO₂/kWh ; gaz naturel 0,205 kgCO₂/kWh PCI ; fioul 0,324 kgCO₂.

Encore plus de performances écologiques et économiques quand on produit du chaud et du froid

Fonctionnement chaud uniquement

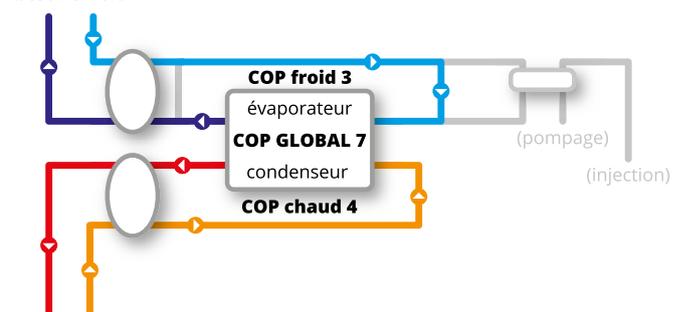
(besoins froid)



besoins chaud

Fonctionnement chaud et froid en mode thermofrigopompe

besoins froid



besoins chaud

Un peu, beaucoup, passionnément, le choix gagnant

La capacité de la géothermie à produire de façon simultanée du chaud et du froid lui permet potentiellement de contribuer à tous les besoins thermiques d'un établissement aquatique (avec une pompe à chaleur fonctionnant en thermofrigopompe, chaud et froid simultanés), mais ce n'est pas l'utilisation qui en est faite le plus communément.

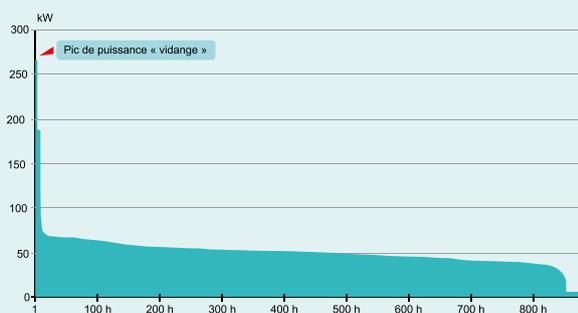
Que les besoins thermiques soient couverts totalement ou partiellement par la géothermie de surface, celle-ci demeure une solution pertinente, économiquement et écologiquement. Au croisement entre les ressources offertes par le sous-sol et les besoins en surface, les professionnels de la géothermie proposent des solutions performantes qui s'intègrent aux systèmes énergétiques complexes des piscines, à doser en fonction des particularités de chaque installation.

Le maintien à température de l'eau des bassins

La géothermie de surface, continue et indépendante des conditions climatiques, répond particulièrement bien aux **besoins constants et réguliers de maintien à température des eaux des bassins**. C'est son usage le plus courant en piscine. Le dimensionnement doit être finement analysé car il n'est pas forcément judicieux de le faire en prenant en compte les besoins du chauffage des nouvelles eaux pendant l'arrêt technique⁹.

L'arrêt technique

Une fois par an, les espaces aquatiques doivent vidanger leurs bassins, les nettoyer et renouveler leurs eaux, dans un laps de temps très court, de façon à ne pas limiter l'accès des publics aux installations. Cela provoque un pic de consommation d'énergie thermique pour chauffer - et plus seulement maintenir à température - les eaux. Pour y répondre, il peut être judicieux, étant donné le caractère ponctuel et anticipable du besoin, de ne pas dimensionner l'installation géothermique pour cela et de faire appel à une autre source d'énergie (chaufferies mobiles possibles).



Source : S2T Ingénierie

Le préchauffage de l'eau chaude sanitaire

Classiquement, la géothermie est également **performante pour préchauffer l'eau chaude sanitaire**. En piscine, comme dans d'autres Etablissements recevant du public (ERP), afin de lutter contre les légionnelles, des consignes très strictes de températures doivent être respectées (au moins 50°C en tous points de distribution du réseau). Le complément énergétique assuré par l'appoint pour passer du préchauffage au chauffage est alors minime.

La déshumidification de l'air

Produisant également du froid, la géothermie peut être **utilisée dans les Centrales de traitement de l'air (CTA) afin de déshumidifier l'air** et s'adapter à leurs besoins qui varient en fonction des conditions climatiques et de la fréquentation de la piscine.

Le chauffage/rafraîchissement des bâtiments

Produisant du chaud, du froid et du frais, la **géothermie peut naturellement être utilisée pour chauffer, refroidir, rafraîchir les bâtiments** par le biais d'émetteurs basse température.

L'utilisation de l'eau des forages pour alimenter les bassins en eau

Lorsque l'installation géothermique utilise l'eau d'une nappe, **il peut arriver que cette eau soit directement utilisée pour alimenter les bassins**, sous des conditions sanitaires très strictes¹⁰.

Il ne faut donc pas nécessairement dimensionner les installations géothermiques sur les besoins thermiques globaux, mais s'adapter à chaque situation pour obtenir les meilleures performances. D'autant que la géothermie de surface se prête très bien à l'hybridation avec d'autres énergies renouvelables ou de récupération, ce qui permet de les conjuguer pour tendre vers l'installation la plus vertueuse possible.

(9) Arrêté du 7 septembre 2016 modifiant l'arrêté du 7 avril 1981 modifié fixant les dispositions techniques applicables aux piscines paru au Journal officiel du 16 septembre 2016.

(10) Pour étudier la possibilité de cet usage, il est nécessaire de se rapprocher des Agences régionales de santé (ARS) et des Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL/DRIRE/DEAL).



TÉMOIGNAGE

Couverture des besoins thermiques

18%

© Service communication Beaucouzé

Couzé'O, Beaucouzé (49), Pays de la Loire

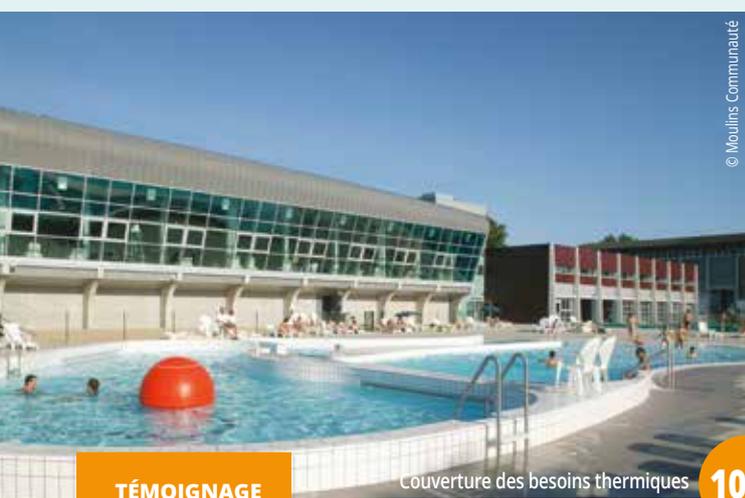
« Lors de la construction du complexe aquatique, la Commune de Beaucouzé a étudié, conformément à sa politique de développement des énergies renouvelables, la solution la mieux adaptée à ce type d'équipement. C'est dans ce cadre que la géothermie a été choisie. La géothermie de surface couvre 18 % des besoins thermiques de la piscine de Beaucouzé. Cet apport d'énergie, même s'il est limité, offre un réel intérêt économique et écologique. L'investissement a été de 131 k€ et les coûts de fonctionnement de la géothermie sont de seulement 35 337 € par an, soit 11 000 € d'économie par rapport à une installation gaz. On estime le temps de retour à 12 années et on évite l'émission de 52,8 tonnes de CO₂/an. »

Yves MEIGNEN, Président du SICAB, Adjoint aux finances, Ville de Beaucouzé.

| | |
|--|---|
| > Maîtrise d'ouvrage | Syndicat Intercommunal du Centre Aquatique de Beaucouzé (SICAB). |
| > Maîtrise d'œuvre et intervenants | Inddigo, Hervé Thermique, Idex, Bonnier Forages. |
| > Construction achevée en 2015 | Bâtiment : 2 000 m ² , bassins (intérieurs) : 380 m ² . |
| > Besoins thermiques utiles globaux annuels | 1 607 MWh dont 18 % couverts par la PAC géothermique. |
| > Energie produite par la PAC géothermique | Energie totale produite : 290 MWh/an. - Préchauffage ECS : 6 MWh/an - Chauffage bâtiment (planchers chauffants) : 15 MWh/an - Maintien température et chauffage des eaux de bassin hors eaux grises : 269 MWh/an |

| | |
|--|---|
| > Coûts d'investissement | 131 k€ HT. |
| > Coûts annuels de fonctionnement | 35 337 € HT. |
| > Temps de retour brut sur investissement | 12 ans. |
| > Financement Fonds Chaleur | 48 025 €. |
| > Emissions CO₂ évitées | 52,8 teq CO ₂ /an. |
| > Installation sous-sol | Sur sondes, champ de 16 sondes de 100 m de profondeur. COP chaud annuel : 3,4 (2019). |

Données techniques : Idex, Inddigo



© Moulins Communauté

TÉMOIGNAGE

Couverture des besoins thermiques

100%

Ouve, Moulins (03), Auvergne-Rhône-Alpes

| | |
|--|---|
| > Construction achevée en 2007 | Bâtiment : 15 000 m ² , bassins (intérieurs et extérieurs) : 1 400 m ² . |
| > Besoins thermiques utiles globaux annuels | Chaud : 3 255 MWh/an. Froid : 1 041 MWh/an. 100 % couverts par la PAC géothermique , hors complément chauffage ECS (minime). |

| | |
|---|---|
| > Usages de la géothermie | - préchauffage ECS ; - chauffage bâtiment : ventilo-convecteurs ; - maintien en température et chauffage de l'eau des bassins ; - déshumidification par Centrales de Traitement d'Air (CTA). Eaux des forages utilisées pour alimenter les bassins. |
| > Energie produite par la PAC géothermique | Chaud : 3 255 MWh/an. Froid : 922 MWh/an et géocooling : 119 MWh/an. (froid produit simultanément avec la production de chaud nécessaire) |
| > Nature de l'appoint | Chaudière de secours électrique. |
| > Surinvestissement géothermie/gaz | 250 k€ TTC pour la géothermie (PAC, forage et adaptation des réseaux), 51 k€ HT pour les 4 forages. |
| > Coûts annuels de fonctionnement | 73 000 € TTC pour la PAC et 3 000 € TTC pour les pompes de forages (p1 : contrat énergie). Economie moyenne annuelle : 96 000 € TTC. |
| > Temps de retour brut sur investissement | Inférieur à 3 ans. |
| > Financement Fonds Chaleur | Uniquement aide du Feder. |
| > Emissions CO₂ évitées | Sur le poste chauffage : 601 teq CO ₂ /an. (hors bénéfices déshumidification) |
| > Installation sous-sol | Sur nappe, 2 puits de production et 2 puits d'injection, 12 m de profondeur. COP chaud : 3,9 et COP global annuel : 5,1. |

Données techniques : EDF/R&D/Département Technologies et Recherche pour L'Efficacité Energétique (TREE)

Le choix d'une énergie qui s'intègre harmonieusement à son environnement

Une énergie renouvelable économe d'espace

Au moment des travaux de forage, le terrain doit être accessible et dégagé, ce qui est souvent le cas des piscines qui sont entourées de parking. Une fois les forages réalisés, le chantier peut faire place à des espaces enherbés ou de stationnement. Les travaux de forages peuvent aussi se faire en réhabilitation de bâtiments. Le local technique nécessaire au fonctionnement des installations est restreint. Aucun espace de stockage n'est requis et l'absence d'approvisionnement extérieur ne génère pas de trafic supplémentaire. L'occupation foncière de la géothermie, fort réduite, lui permet, notamment en milieu urbain dense, d'être une énergie renouvelable décisive pour l'obtention des labels environnementaux tels que Haute qualité environnementale (HQE). Elle peut aussi tout à fait s'intégrer dans des démarches « cœur de ville » ou d'urbanisation durable.



TÉMOIGNAGE

© Antoine HUOT

Centre aquatique de Beaumont sur Oise (95), Ile-de-France

« Le centre aquatique de Beaumont sur Oise a été conçu dans un contexte particulier, en tenant compte des vestiges archéologiques gallo-romains découverts en amont des travaux. Une conception hors sol et des fondations sur pieux ont donc été choisies afin de limiter l'impact de la piscine sur cette zone et de respecter les recommandations de la DRAC. La géothermie s'est bien adaptée à ce contexte, limitant l'impact et l'emprise au sol, avec la nécessité d'un puits de forage et d'un local pompe à chaleur de 40 m² seulement. L'installation est un peu atypique car elle ne comporte pas de puits de réinjection. En accord avec la DRIEE et la préfecture, nous avons pu profiter d'une évacuation en place pour réinjecter les eaux dans la nappe de l'Oise. Cette installation permet au centre aquatique de figurer parmi les plus performants, avec une consommation énergétique de 2 200 kWh / m² de plan d'eau / an. »

Etienne CHAUVELIER,
Président d'Arcos Architecture.

| | |
|--|--|
| > Maîtrise d'ouvrage | Communauté de Communes du Haut Val d'Oise. |
| > Maîtrise d'œuvre et intervenants | Atelier Arcos Architecture. Forage : Cotrasol. |
| > Construction achevée en 2017 | Bâtiment 4 000 m ² , bassins (intérieurs) : 725 m ² . |
| > Besoins thermiques utiles globaux annuels | 1 870 MWh, 90 % couverts par la géothermie (1 668 MWh produits par la PAC). |
| > Usage de la géothermie | Préchauffage ECS. Maintien en température et chauffage de l'eau des bassins. Chauffage du bâtiment (CTA, radiateurs, climatisation). Déshumidification. Eaux des forages utilisées pour alimenter les bassins. |
| > Nature de l'appoint | Chaudière gaz. |
| > Emissions CO₂ évitées | Sur le poste chauffage : 311 teq CO ₂ /an. (hors bénéfices déshumidification) |
| > Installation sous-sol | Sur nappe, 24 m de profondeur. COP chaud : 4,2. |

Données techniques : Communauté de Communes du Haut Val d'Oise

Une énergie discrète

Une fois les travaux réalisés, la géothermie est discrète : sous terre, elle est invisible. Elle ne produit ni bruit, ni odeur. Elle est particulièrement adaptée aux bâtiments patrimoniaux mais aussi à ceux pour lesquels l'esthétisme, le calme et le confort sont importants.



TÉMOIGNAGE

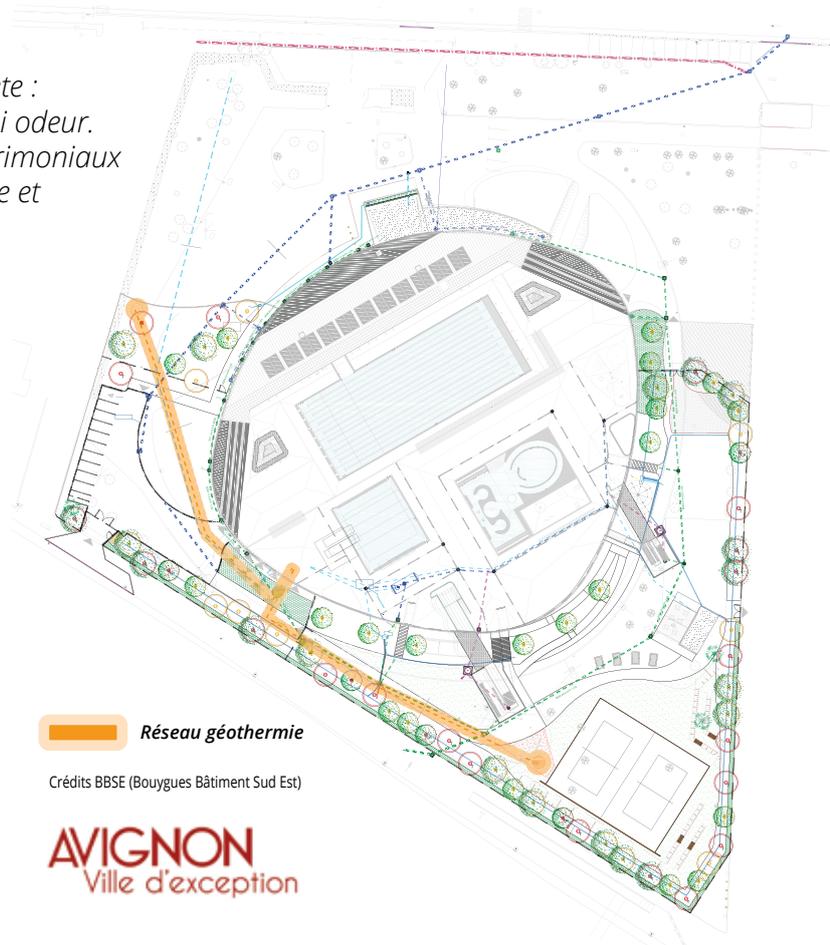
© Photo Ville d'Avignon
© Christophe Aubry / Grégory Quittard

Stade nautique d'Avignon (84), Provence-Alpes-Côte d'Azur

« La présence de 2 puits de forage d'eau potable en partie Sud-Ouest du site, abandonnés avant la réhabilitation de l'équipement pour des raisons réglementaires, a permis d'orienter le choix de la ressource énergétique vers la géothermie sur nappe. Le territoire d'Avignon est connu pour sa présence d'eau en sous-sol (nombreuses nappes en lien avec le lit du Rhône).

Par ailleurs, l'architecture spécifique de l'équipement, qui a été labellisé « architecture remarquable du XX^{ème} siècle », avec les bassins surélevés et les locaux techniques et publics situés au-dessous, a grandement facilité l'option de la géothermie. De fait, les locaux techniques se font discrets pour le public en se situant sous les plages et les bassins. »

Cécile HELLE,
Maire d'Avignon.



| | |
|--|--|
| > Maîtrise d'ouvrage | Ville d'Avignon. |
| > Maîtrise d'œuvre et intervenants | Hervé Thermique, Soho Atlas, Katene, AMOES. Forages : Sondalp. |
| > Rénovation achevée en 2019 | Bâtiment : 4 941 m ² et bassins (extérieurs) : 2 158 m ² . |
| > Besoins thermiques utiles globaux annuels | Environ 6 000 MWh dont 60 % couverts par la PAC géothermique. |
| > Usage de la géothermie | Maintien en température des eaux de bassin : 5 747 MWh/an. Chauffage des bâtiments : 292 MWh/an. |
| > Nature de l'appoint | Chaudière gaz. |
| > Surinvestissement géothermie/gaz | 200 k€. |
| > Coûts annuels de fonctionnement | 376 k€/an. |
| > Temps de retour brut sur investissement | Sans subvention : 19 ans. Avec subvention : 8,5 ans. |
| > Financement Fonds Chaleur | 111 k€. |
| > Emissions CO₂ évitées | 675 teq CO ₂ /an. |
| > Installation sous-sol | Sur nappe, 2 puits de production et 2 puits de réinjection, 19 m de profondeur. Débit 80 m ³ /h. COP chaud annuel : 4,5. |

Données techniques : AMOES

Une énergie disponible en permanence

D'un point de vue réglementaire, la réalisation d'une installation nécessite une simple déclaration sur environ 88 % du territoire métropolitain (zones « verte ● »), accompagnée dans certains cas d'un avis d'expert agréé (zones « orange ● », environ 10 % du territoire⁽¹¹⁾). Pour des raisons liées aux caractéristiques du sous-sol⁽¹²⁾, une autorisation administrative est nécessaire sur moins de 2 % du territoire (zones « rouge ● »).

Au-delà des aspects réglementaires⁽¹³⁾, qui attestent de la volonté administrative de faciliter le recours à la géothermie de surface, le bon dimensionnement de l'installation nécessite de connaître la ressource géothermique. Des cartes d'estimation de ressources et de potentiels sont disponibles en ligne (www.geothermies.fr) et permettent une première approche, sur un point donné ou sur un territoire plus large, qui sera ensuite poursuivie par l'expertise de bureaux d'études.

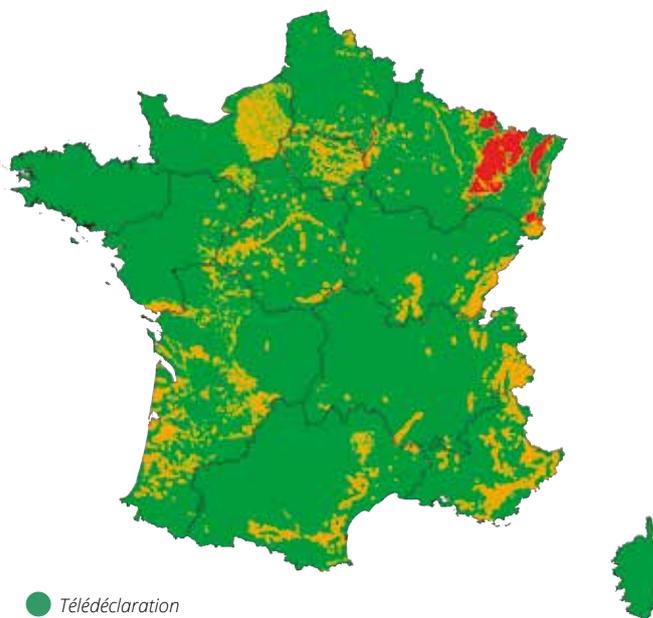
La géothermie profonde, en général au-delà de 1 000 m de profondeur (alors que l'on considère que la géothermie de surface, objet de cette brochure, valorise la chaleur de la terre jusqu'à 200 m), peut aussi répondre aux besoins énergétiques d'une piscine. En général, cette dernière est raccordée au réseau de chaleur qu'alimente cette énergie, comme l'est par exemple la piscine Olympique d'Hagetmau dans les Landes.

(11) Environ 95 % des dossiers traités en zone orange reçoivent des suites favorables.

(12) Neuf critères relatifs aux caractéristiques du sous-sol (aquifères, cavités, mouvements de terrain, pollution...) sont pris en compte.

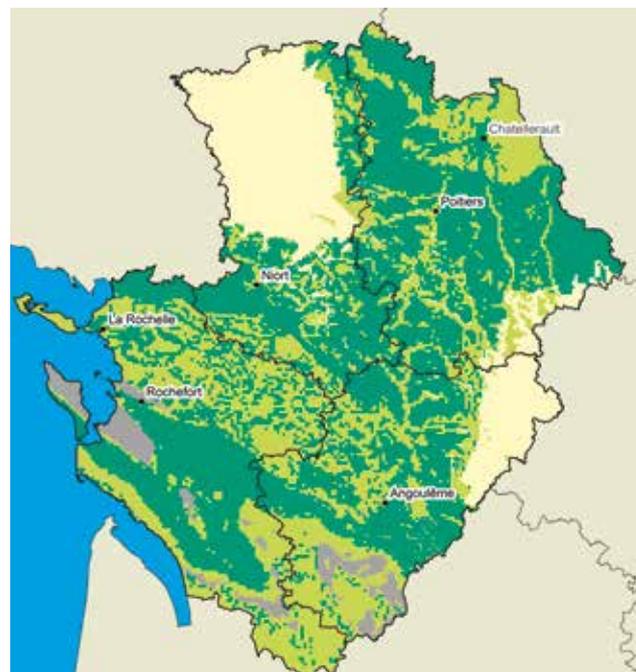
(13) Pour une vision complète de l'encadrement normatif et réglementaire de la géothermie de surface, voir <https://www.geothermies.fr/accompagner-votre-projet#demarches>.

Carte réglementaire nationale de la géothermie de minime importance sur nappe



- Télédéclaration
- Télédéclaration + avis d'expert
- Dossier d'autorisation code minier

Exemple de ressources géothermiques de surface sur nappe en Poitou-Charente



En Poitou-Charentes, le potentiel de la ressource sur nappe, qui est la plus utilisée par les centres aquatiques, est important. Les zones où il est faible sont favorables à l'implantation de sondes géothermiques.

- Potentiel non connu de la ressource
- Potentiel faible de la ressource
- Potentiel moyen de la ressource
- Potentiel fort de la ressource

Une énergie de mon territoire pour mon territoire

La géothermie est une énergie locale, qui fonctionne en circuit très court. Elle n'implique donc pas de transport, pas de gestion de stocks. En s'émancipant des énergies fossiles, elle 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 est l'occasion de rappeler que les potentiels d'un territoire ne s'arrêtent pas en surface et comprennent aussi l'usage de son sous-sol.

Afin de s'assurer de la disponibilité de la ressource et du fait que la maîtrise d'œuvre prenne bien en compte ce potentiel renouvelable, en amont des consultations pour le projet, les maîtres d'ouvrage peuvent réaliser une étude de faisabilité pour valider la pertinence d'une solution géothermique.



TÉMOIGNAGE

Milly-AP-MA Architecture
© Géraldine Bruneel

Centre aquatique des 2 Vallées Alain Bernard de Milly-la-Forêt (91), Île-de-France



« Le Centre aquatique des 2 Vallées Alain Bernard, au cœur du parc naturel régional du Gâtinais a ouvert ses portes en 2017. Le choix de la géothermie répond à une démarche globale pour le développement durable (présente aussi dans traitement de l'eau à l'ozone et l'ultrafiltration des

eaux de lavage de filtre) pour s'inscrire dans la cible HQE n°4 (gestion de l'énergie « très performante »). C'est aussi un choix économique puisque, en tenant compte de la consommation électrique de la pompe à chaleur et de l'appoint de la chaudière gaz à condensation, cette technologie permet d'économiser près d'1 million d'euros sur 15 ans par rapport à un système 100 % gaz. Cela répondait à notre désir d'ancrage local du projet : avec la géothermie, nous valorisons les ressources de notre territoire, celles qui sont sous nos pieds, en circuit court. Cela renforce l'identité locale forte que nous voulions donner au projet d'un territoire rural (ou périurbain) aux portes de la forêt de Fontainebleau respectueux de ses espaces naturels, que nous avons par ailleurs créée avec la métaphore des arbres et la forme de canopée. »

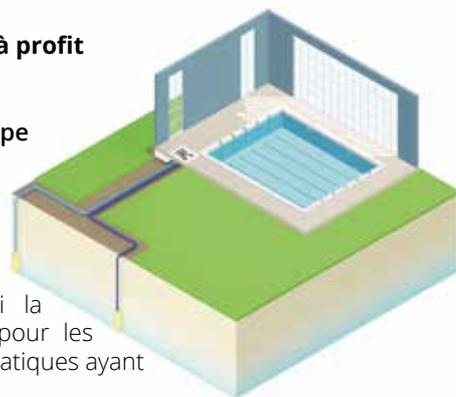
Pascal SIMONNOT,

Maire de Moigny s/ École, Président de la C.C.2.V.

Deux façons de mettre à profit les ressources locales

La géothermie sur nappe

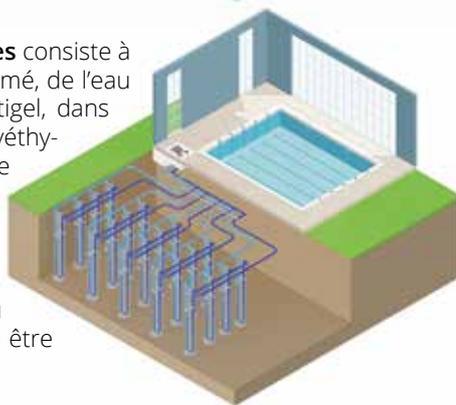
consiste à pomper de l'eau située dans le sous-sol pour valoriser son énergie, particulièrement importante dans certains contextes. Elle est ainsi la solution la plus utilisée pour les piscines et les centres aquatiques ayant des besoins élevés.



La géothermie sur sondes

consiste à faire circuler, en circuit fermé, de l'eau souvent additionnée d'antigel, dans un réseau de tubes en polyéthylène disposés à la verticale dans des forages de 100 mètres de profondeur environ.

Des solutions sur eaux de surface, eaux de mer ou eaux usées peuvent aussi être envisagées.



Des technologies éprouvées et pérennes

Plus de 175 000 pompes à chaleur géothermiques fonctionnent en France. C'est donc une technologie éprouvée. De plus, elle est en amélioration constante grâce à la capitalisation sur les bonnes pratiques, aux progrès technologiques et à la recherche.

Depuis 2009¹⁴, l'ADEME a accompagné près de 50 espaces aquatiques dans leurs projets de géothermie de surface. Ce sont des technologies pérennes : la durée de vie des installations sous-sol est de l'ordre de 50 ans et celle des pompes à chaleur de l'ordre de 17 ans. Leur entretien est limité et simple.



« A Moulins, la pompe à chaleur fonctionne sans problème depuis près de 15 ans. Elle est entretenue régulièrement, et il y a juste eu un compresseur qui a été changé. Cependant, j'encourage la communauté d'Agglo à commencer à réfléchir à son remplacement, parce qu'elle a beaucoup fonctionné, mais surtout parce que des progrès importants ont été faits sur les PAC : nouveaux fluides frigorigènes, compresseurs à vitesse variable. Ces derniers pourraient nous faire gagner significativement en performance. »

JOSÉ NAVETEUR, ingénieur sénior EDF-R&D.

Des professionnels qualifiés

La mention RGE (Reconnu garant de l'environnement) permet d'identifier un réseau de professionnels qualifiés (foyeurs et installateurs de pompe à chaleur, maintenance) pour les travaux mais aussi les études (sous-sol et surface).

Les qualifications RGE

| Type de prestation | Signe de qualité RGE |
|--|----------------------|
| Études / Conseil | |
| Installation / Pose de la pompe à chaleur | |
| Installation / Pose des échangeurs souterrains (sondes, forages sur nappe) | |

(14) Date de la création du Fonds chaleur. Tous les projets ne demandent pas le soutien du Fonds.

(15) https://www.geothermies.fr/sites/default/files/inline-files/Plaqueette_AQUAPAC_29.09.20.V2.pdf

Financement et garantie : un accompagnement institutionnel

Le Fonds Chaleur

<https://fondschaleur.ademe.fr/>



Il peut financer les investissements nécessaires aux projets de production de chaleur et/ou de froid à partir d'énergies renouvelables et de récupération (Etudes et réalisations) ainsi que les réseaux de chaleur et de froid liés à ces installations. Ces aides financières permettent à la chaleur renouvelable d'être compétitive par rapport à celle produite à partir d'énergies conventionnelles. En amont, ce dispositif peut également être sollicité pour accompagner les études de projet.

AGIR : <https://agirpourlatransition.ademe.fr/>

A NOTER :

En complément du Fonds Chaleur, d'autres aides peuvent être allouées à la géothermie (Conseil régional, FEDER, ...). Se renseigner auprès des antennes régionales de l'ADEME : <https://www.ademe.fr/regions> et conseils en énergie partagé (CEP).

ACT'EAU

Lancé par la FNCCR dans le cadre du programme ACTEE, il a pour objectif d'accompagner les collectivités vers des projets de réduction des consommations d'eau et d'énergie dans leurs établissements aquatiques. Il apporte des financements sur les phases amont des projets, à savoir les études d'ordre général ou spécifiques à un poste. <https://www.programme-cee-actee.fr/retrait-de-dossier/devenez-laureat-de-lami-sequoia/#acteau>

Une possibilité de garantie



Cette garantie¹⁵ gérée par la SAF Environnement concerne les opérations sur aquifère superficiel et couvre les risques d'échec de l'opération géothermique (débit d'exploitation insuffisant lors de la mise en œuvre du forage ou non pérenne dans le temps). Elle assure ainsi pendant 10 ans les investissements réalisés pour le captage, le transfert et la réinjection de la ressource. Elle s'adresse à des projets faisant appel à une ressource d'une profondeur inférieure à 200 mètres et utilisant une pompe à chaleur de puissance thermique supérieure à 30 kW.

Pour aller plus loin

Guide ADEME, Clés pour agir, Réussir un projet de qualité en géothermie de surface, 2019.

Guide ADEME, Expertise, Boîte à outils techniques pour les installations de géothermie de surface sur nappe et sur champ de sondes dans les secteurs du logement collectif et tertiaire, 2019.

La géothermie de surface en bref

La géothermie de surface – qui valorise l'énergie puisée à moins de 200 m de profondeur - permet de produire durablement du chaud, du frais/froid, de l'eau chaude sanitaire. Elle offre des solutions aussi bien dans le neuf que dans la rénovation. Elle est pertinente pour des bâtiments qui vont de la maison individuelle à l'éco-quartier, mais aussi pour des procédés industriels ou agricoles.

Une pompe à chaleur (PAC) valorise l'énergie captée dans le sol au moyen d'échangeurs. En mode actif, le système produit du chaud et/ou du froid (climatisation). La géothermie de surface peut également produire directement du frais pour le confort d'été, en mode passif. La PAC, dans ce cas, n'est pas sollicitée, seul le circulateur de l'installation est en fonctionnement. On parle alors de géocooling.

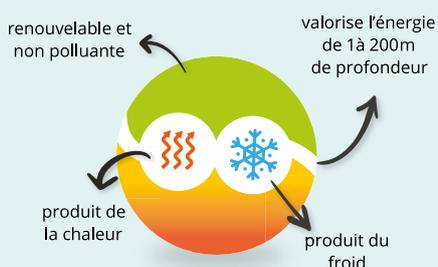
La pompe à chaleur géothermique fonctionne avec de l'électricité mais elle restitue 4 à 5 fois plus d'énergie qu'elle n'en consomme en mode chauffage.

L'efficacité d'une pompe à chaleur est mesurée grâce au Coefficient de performance énergétique, également appelé **COP**. Le COP traduit le rapport entre la quantité de chaleur produite et l'énergie électrique consommée par la pompe à chaleur. Ainsi, dans le cas d'un COP de 4 : pour 1 kWh consommé, la pompe à chaleur géothermique produit l'équivalent de 4 kWh de chauffage.

Le nombre de kWh facturés est ainsi divisé par 4.

C'est donc une énergie compétitive, aux émissions carbone très réduites, puisqu'il ne faut considérer que celles qui sont émises pour faire fonctionner la pompe à chaleur. La géothermie est aussi continue, indépendante des conditions climatiques, discrète et économe d'espace.

En 2019, 175 000 installations de géothermie de surface en France produisent 3,4 TWh de chaud et de froid.



Coédité par l'ADEME et le BRGM

Coordinatrices de projet : Fanny Branchu, Julie Cazal

Comité de rédaction :

ADEME : Astrid Cardona-Maestro, Norbert Bommensatt, Philippe Laplaige

BRGM : Mikaël Philippe, Charles Maragna, Pierre-Étienne Privat

Avec la collaboration de :

AFPG : Jean-Loup Lacroix

AITF : Pierrick Degardin

AMORCE : Harold Vandenberghe

FFN : Basile Gazeaud

FNCCR : Hortense Fournel

SER : Robin Apolit

Les rédacteurs remercient ceux qui ont témoigné pour leur accueil et les informations fournies.

Maquette et réalisation : Kalanka

Illustration de couverture : Centre aquatique Océanide de la Communauté de Communes du Bonnevalais © Océanide
ISBN : 978-2-7159-2747-6 1ère édition juillet 2021



www.geothermies.fr : le site institutionnel exclusivement dédié à la géothermie réalisé conjointement par le BRGM et l'ADEME. En ligne, des infos et des articles sur les différentes formes de géothermie, les technologies, les usages et les applications, la réglementation, les outils et aides possibles, les cartes régionales des ressources géothermiques et des zonages réglementaires...



www.ademe.fr : le site de l'ADEME conseille et oriente les porteurs de projets dans leurs choix grâce à son expertise technique, sa connaissance des réseaux de professionnels compétents ainsi qu'à ses outils sous forme de fiches, de guides et de cahiers des charges.



www.afpg.asso.fr : le site de l'association française des professionnels de la géothermie avec des informations sur la filière, le marché, les acteurs, des fiches exemples, la boîte à outils « géothermie très basse énergie ».



www.brgm.fr : le site de l'établissement public français pour les applications des sciences de la terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol dans une perspective de développement durable.

ADEME
20 avenue du Grésillé,
BP 90406
49004 Angers Cedex 01
Tél. : +33 (0)2 41 20 41 20
Fax : +33 (0)2 41 87 23 50
www.ademe.fr



BRGM
3 avenue Claude-Guillemin,
BP 36009
45060 Orléans Cedex 02
Tél. : +33 (0)2 38 64 30 21
Fax : +33 (0)2 38 64 35 18
E-mail : georessources@brgm.fr
www.brgm.fr

