
Comité Local
D'Information et de Suivi



**RÉUNION
DU 4 NOVEMBRE 2013**



SOMMAIRE

Liste des présents et représentés	Pages 3 et 4
Présentation par M. Jean-Louis CANOVA, Président du Clis	Page 5
Intervention de M. Romain VERNIER, BRGM	Pages 6 à 18
Questions/réponses.....	Pages 18 à 25
Intervention de M. Vincent BADOUX, GEOWATT AG	Pages 26 à 35
Questions/réponses.....	Pages 36 à 59
Désignation du représentant supplémentaire du collège des syndicats agricoles, syndicats de salariés et organisations professionnelles au Conseil d'Administration	Page 59
Annexes	

Membres du Clis présents ou représentés : Assemblée générale du 4 novembre 2013

Membres de droit

Mme Isabelle DILHAC, Préfet de la Meuse, excusée
M. Jean-Paul CELET, Préfet de la Haute-Marne, représentée par Coralie WALUGA, Sous-préfète de Saint-Dizier
M. Alain CADOU, Directeur de l'agence Régionale de la Santé de Champagne Ardenne, représenté par M. François GUIOT

Parlementaires

M. Jackie PIERRE, Sénateur des Vosges, représenté

Conseillers Généraux de la Meuse et de la Haute-Marne

M. Jean-Louis CANOVA, Conseiller Général de la Meuse et Président du Clis
M. Roland CORRIER, Conseiller Général de la Meuse
M. Christian NAMY, Président du Conseil Général de la Meuse, représenté
M. Bertrand OLLIVIER, Conseiller Général de la Haute-Marne, et trésorier du Clis
M. Elisabeth ROBERT DEHAULT, Conseillère Générale de la Haute-Marne, représentée

Maires ou conseillers municipaux de Meuse

M. Jean-Paul ADNET, Maire d Horville en Ornois
M. Jean-Claude ANDRÉ, Maire de Demange aux Eaux
M. Gérard ANTOINE, Maire de Bure, représenté par M. Dany EDOT
M. Laurent AUBRY, Saint Joire
M. Robert FERNBACH, Maire d'Houdelaincourt, Vice-président du Clis
M. Gilles GAULUET, Maire de Chassey-Beaupré
M. Joël HERMENT, Morley
M. Maurice LABAT, Baudignécourt
M. Nicolas LANGLOIS, Maire de Saint-Amand sur Ornain
M. Xavier LEVET, Maire de Mandres en Barrois
M. Daniel LHUILLIER, Maire d'Abainville
M. Mickaël MARECHAL, Menil sur Saulx
M. Stéphane MARTIN, Maire de Gondrecourt le Château
M. Claude MOUTAUX, Maire de Montiers sur Saulx
M. Jean-Pierre REMMELE, Maire de Bonnet
Mme Anne-Marie RENARD, Maire de Biencourt sur Orge
M. Denis STOLF, Maire de Tréveray
M. Hervé VAN DE WALLE, Le Bouchon sur Saulx

Maires ou conseillers municipaux de Haute-Marne

M. Albert BARDY, Osne le Val
M. Claude DELERUE, Effincourt
M. Arnauld FOUCAULT, Montreuil sur Thonnance, représenté
M. Henri FRANÇOIS, Maire de Saudron
M. René PETITJEAN, Cirfontaines en Ornois
Mme Claire PEUREUX VALANT, Paroy sur Saulx
Mme Marianne ROBERT GASSMANN, Germay

Représentants des associations

M. François AUBERT, Sciences naturelles et archéologie, représenté
M. Jean-Marc FLEURY, EODRA, représenté
Mme Corinne FRANÇOIS, Burestop
Mme Edith MEYER, CEDRA 52
M. Dempsey PRINCET, Meuse Nature Environnement
M. Michel THOMAS, Fédération des chasseurs de la Meuse

Représentants des organisations professionnelles

M. Jean-Paul LHERITIER, UPA Meuse
M. Pierre MAGER, CGPME 55, excusé
M. Yves THERIN, MEDEF Haute-Marne

Représentants des syndicats agricoles

M. Jean-François VARNIER, FDSEA de la Meuse

Représentants des syndicats salariés

M. Didier BERTRAND, CFDT 55
M. Jean COUDRY, CFE CGC
M. Claude KLEIN, CGT 55, excusé
M. Jean-Marie MALINGREAU, UD CFTC, représenté
M. Charles VARIN, FO

Représentant les professions médicales

M. Francis LORCIN, Ordre des Médecins de la Meuse

Représentants les personnalités qualifiées

M. Marc DESCHAMPS, géologue, représenté

Voix consultatives

M. Jean-Paul BAILLET, Directeur du laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne, représenté
M. Jean-Michel FERAT, ASN Autorité de Sûreté Nucléaire

M. Jean-Louis CANOVA, Président du CLIS

Je vous lis un message de M. FLEURY, qui ne peut se joindre à nous ce soir, qui a été nommé par le conseil d'administration Président de la Commission « Santé et Environnement ».

« Lors du dernier conseil d'administration du CLIS, j'ai été nommé président de la Commission « Santé et Environnement ». Si j'ai accepté cette place, c'est que je crois indispensable qu'un état sanitaire zéro soit fait pour préserver la possibilité d'études de santé à venir si le stockage des déchets nucléaires à Bure vient à se faire. Pour que ce travail se fasse dans de bonnes conditions, il faut que ladite commission compte des membres suffisamment nombreux. Je veux donc lancer un appel à toutes celles et ceux qui ont envie de participer à cette commission. Je vous demande de proposer vos candidatures auprès de M. JAQUET. Pour une fois, sur la problématique qui nous occupe, le sujet doit nous réunir, que nous soyons pour ou contre, ou neutre, mais je n'aime pas cette posture.

En deux mots, cet état zéro doit permettre de suivre l'évolution de la santé sur le secteur de Bure et de permettre d'identifier les éventuelles pathologies qui, dans le futur, pourraient être imputées à la radioactivité. Ce travail devient urgent car la radioactivité sur le site est pour 2025, autant dire demain. Il est essentiel que ce travail soit fait par un maître d'œuvre indépendant. Je propose que le CLIS s'en charge. Le travail a été commencé depuis peu par les observatoires régionaux de santé à la demande de l'ANDRA. Cette tâche est importante et plus compliquée qu'on ne le croit. En effet, le coût va d'un minimum de 70 000 € pour l'état zéro proprement dit et monte à 300 000 € si l'on commence à mettre en place le suivi. Je ne suis pas spécialiste de la chose, mais je pense que le travail fait par les observatoires est correct et peut servir de base à cette démarche. Je rappelle qu'avec d'autres je demande la mise en place de cet état zéro depuis le début de ma présence au CLIS. Si le CLIS se charge de cette étude, le ministère de la Santé sera enfin inclus dans les décisions qui se prennent à Bure. Pour l'instant, nos gouvernants ne l'ont pas jugé utile, notre santé ne les inquiète pas, alors occupons-nous-en nous-mêmes. Nous reviendrons vers vous prochainement pour vous soumettre un planning et un coût. J'espère que cette démarche obtiendra votre soutien unanime. »

J'invite ceux voulant faire partie de cette Commission « Santé » à la fin de cette assemblée, à se rendre auprès de M. JAQUET pour s'inscrire. Ceci étant dit, je laisse la parole à M. VERNIER du BRGM (Bureau des Recherches Géologiques et Minières) qui nous présente le travail sur le potentiel géothermique régional.

M. Romain VERNIER, responsable division Géothermie du BRGM

L'objet de ma présentation est de vous présenter en matière de géothermie profonde quelques notions autour de ressources et potentiel. J'ai le souhait de les traiter de manière globale et vous montrer ce qui existe aujourd'hui en matière de géothermie profonde, ce qu'offrent les nouvelles technologies de manière à avoir une réflexion sur le sujet de ce soir et en tout cas, apporter des éléments de réflexion.

Au BRGM, je suis en charge de la division Géothermie, le BRGM étant l'établissement public de référence dans les sciences de la terre pour gérer les risques et les ressources du sol et du sous-sol. Nous avons une activité à la fois de recherche et développement mais aussi d'appui aux politiques publiques, et c'est plutôt avec cette casquette-là que je suis là ce soir.

Les objectifs sont de faire le point du développement des formes actuelles de géothermie profonde, matures, de voir ce qu'il est possible d'espérer en matière de géothermie profonde de nouvelle génération, appelée EGS (Enhanced Geothermal Systems), issue notamment de l'expérience française de Soultz-sous-Forêts. J'ai fait le choix de reprendre *in extenso* une présentation faite au Sénat cette année, s'appelant « Quel avenir pour la production d'électricité par géothermie en France ? », de manière à être tout à fait objectif puisque c'est ce qui a été montré aux sénateurs en début d'année. Nous pourrions discuter des notions de ressources et de potentiel par la suite.

Cette table ronde était organisée par deux commissions du Sénat avec différents intervenants. Je me permettrai également de commenter les présentations des autres intervenants autour des différentes formes de géothermie, à savoir l'intervention générale du syndicat des énergies renouvelables, puis les autres présentations qui font tout de suite le zoom sur ce qui est possible en termes de géothermie profonde, ce qui est développé actuellement et ce qui a été développé à Soultz en termes de recherche et développement. La géothermie fait

partie, comme les autres énergies renouvelables, d'une politique publique forte, incitant au développement des capacités installées.

Pour la géothermie, cela consiste à développer toutes les formes de géothermie, c'est-à-dire à la fois la géothermie pour la production de chaleur assistée par pompes à chaleur pour les bâtiments, j'en parlerai très peu, mais aussi la production de chaleur par géothermie profonde et la production d'électricité, que je vais détailler par des exemples (**annexe 1**).

La géothermie est l'exploitation de la chaleur issue du sous-sol, énergie renouvelable, visant plusieurs usages en fonction de ce que l'on va avoir à alimenter et de la température du sous-sol concerné. Production électrique si la température est suffisante, production de chaleur et également production de froid par l'usage d'un certain nombre de machines thermodynamiques, notamment les différentes technologies de pompe à chaleur.

Je passe rapidement sur la géothermie assistée par pompe à chaleur qui n'est pas le sujet du jour, mais il faut savoir que globalement, en étant un peu simpliste, en tous points du territoire français, nous pouvons exploiter les premières dizaines de mètres, les premiers cent mètres du sol, à une température constante toute l'année, autour de 12 degrés, pour alimenter en chaleur, en eau chaude sanitaire ou rafraîchir des bâtiments individuels, collectifs ou des bureaux.

Nous allons détailler de manière plus précise l'exploitation des aquifères profonds pour l'alimentation des réseaux de chaleur. Nous avons de nombreux exemples dans le Bassin Parisien. Cela consiste à utiliser un aquifère profond, une nappe, un milieu contenant déjà de l'eau, à pomper cette eau naturellement chaude, à la passer dans un échangeur thermique pour alimenter un réseau de chaleur géothermique et ensuite la réinjecter dans le même aquifère pour économiser la ressource et parce que l'eau est souvent impropre à un rejet en surface. Je détaillerai ensuite dans mon intervention tout ce qui est production d'électricité, à la fois en milieu volcanique et non volcanique.

Nous verrons que nous avons des capacités assez remarquables en France en termes de réseaux de chaleur géothermique ; sur la partie électricité, il faut plutôt prendre une perspective internationale pour prendre en compte la mesure du potentiel géothermique.

Commençons par les deux technologies les plus matures dans le monde, l'usage direct de la géothermie profonde pour alimenter des réseaux de chaleur et la production d'électricité géothermique dans les milieux volcaniques ; en France, cela concernera les départements d'outre-mer.

Qu'allons-nous rechercher pour cette géothermie profonde ? La température, qui augmente avec la profondeur, en moyenne de 3,3°C tous les cent mètres, ce que l'on appelle le gradient géothermique. Ce n'est qu'une moyenne et dans certaines zones cela augmente moins vite et dans d'autres, comme les régions volcaniques, cela augmente beaucoup plus vite et nous pouvons être à 30°C tous les cent mètres. Nous verrons également qu'y compris dans des régions non volcaniques, il y a de fortes disparités et nous trouvons des endroits où nous avons 6 ou 9°C tous les cent mètres. La température ne suffit pas : nous avons besoin d'un fluide à pomper et réinjecter et nous recherchons la présence d'aquifères sédimentaires en France métropolitaine, dans des grands bassins comme le Bassin Parisien, le Bassin Aquitain ou des réservoirs un peu plus complexes que l'on trouve dans des milieux volcaniques ainsi que dans des zones un peu plus fracturées comme le fossé rhénan (**annexe 2**).

Donc température, débit, puis ensuite il faut prendre en compte quelques spécificités de la ressource, des questions de chimie notamment pour l'exploitation, qui peuvent conduire à des questions de dépôts, de corrosion, des difficultés d'exploitation.

En France métropolitaine, la plus remarquable exploitation des ressources géothermiques se situe dans le Bassin Parisien, avec un aquifère appelé Dogger, situé à une profondeur au niveau de l'Ile de France variant entre 1 500 et 2 000 mètres de profondeur et une température de 55 à 85°C ; il est plus chaud à l'est qu'à l'ouest. La présence de cette ressource géothermique et la présence en surface de bâtiments, en l'occurrence beaucoup de logements relativement denses et permettant de créer des réseaux de chaleur, ont fait que cette forme de géothermie a été développée dès la fin des années soixante-dix, début des années quatre-vingt, après les deux chocs pétroliers, pour venir alimenter les réseaux de chaleur et se prémunir du prix variable des énergies fossiles. Il y a eu un grand nombre d'opérations à ce moment-là, sur le principe de pompage d'eau du Dogger, qui passe dans l'échangeur thermique permettant de récupérer la température. L'eau ne circule pas dans le réseau de chaleur car elle est très

salée et il faut donc bien isoler cette eau du reste du réseau ; puis elle est réinjectée dans ce même aquifère.

Beaucoup de réalisations ont eu lieu fin des années soixante-dix, début des années quatre-vingt, avec deux phénomènes qui ont posé problème au milieu des années quatre-vingt. D'une part, la baisse du prix des énergies fossiles, le contre-choc pétrolier, à une époque où nous n'avions pas encore une forte politique de développement des énergies renouvelables, ce qui a mis un premier arrêt à ce genre d'opération. Le deuxième souci a été d'ordre technique, l'eau du Dogger est fortement salée, de l'ordre de 30 g/l, ce qui donne des effets de corrosion, de dépôt, ainsi que des effets microbiologiques accélérés par des bactéries naturellement présentes dans le Dogger, qui ont conduit à ce que les puits réalisés, tubés en acier, connaissent des corrosions accélérées et donc des problèmes d'exploitation. Ces soucis-là ont été résolus fin des années quatre-vingt, avec la mise en place d'inhibiteurs de corrosion, mais cela est la deuxième cause de l'arrêt de réalisations au milieu des années quatre-vingt. Depuis 2007, les réalisations reprennent pour plusieurs raisons : politique en faveur des énergies renouvelables, prix du pétrole de nouveau très haut. Il s'agit de réalisations de nouvelles opérations et aussi de renouvellement des opérations passées, opérations ayant fonctionné pendant trente ans et qu'il faut remplacer, malgré les dispositifs anti-corrosion mis en place. Aujourd'hui, trente-sept opérations fonctionnent dans le Bassin Parisien, ce qui substitue annuellement un équivalent de 90 000 tonnes de pétrole. 150 000 logements sont chauffés et alimentés en eau chaude sanitaire de cette manière, avec une forte concentration dans le Val de Marne qui est à la fois la zone la plus favorable pour le Dogger et où le type d'habitat se prête bien. 280 000 tonnes de CO² évitées chaque année.

Vous l'aurez compris, nous avons besoin d'un réseau de chaleur pour ces choses-là puisque si vous faites le rapport entre le nombre d'opérations et le nombre d'équivalent logements, vous voyez qu'une opération alimente à peu près 5 000 logements. Il en faut plus pour que ce soit optimal parce que la géothermie fonctionne constamment au cours de l'année, et comme très logiquement l'été il y a moins besoin de chauffage, si nous voulons avoir un bon taux de couverture, il vaut mieux avoir plus de logements pour que la géothermie fasse l'ensemble de la base et qu'ensuite nous ayons d'autres

systemes pour faire les appoints l'hiver. Cela peut encore se développer, cela tient notamment au développement des réseaux de chaleur qui est un enjeu à partir du moment où l'habitation est suffisamment dense. Certains pays sont beaucoup plus avancés dans le taux de raccordement aux réseaux de chaleur, la France étant autour de 6 %.

Le coût de ces réseaux est compétitif. Une enquête menée par l'association des maîtres d'ouvrage des réseaux de chaleur montre que la géothermie est dans les mêmes ordres de grandeur que l'incinération des ordures ménagères et donc un peu plus compétitive que la biomasse et les autres solutions : gaz, fioul.

Deuxième type développé aujourd'hui : la géothermie en milieu volcanique où la situation est très différente. En France ce sera la Guadeloupe uniquement au niveau des capacités installées, potentiellement la Martinique et la Réunion. En Europe, nous avons l'Islande, l'Italie où il y a de fortes capacités installées, et puis dans le monde notamment toutes les régions volcaniques de la plaque du Pacifique, la Ceinture de Feu du Pacifique où nous retrouvons les États-Unis, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, l'Indonésie, les Philippines, le Japon. Le principe est le même, nous allons forer pour dans ces milieux-là chercher le réservoir géothermique qui est une zone contenant de l'eau chaude sous pression, réchauffée par un corps magmatique beaucoup plus profond, et nous trouvons des températures beaucoup plus élevées, 200, 300°C, à des profondeurs assez faibles, 1 000, 2 000 mètres. Cela permettra de produire de la vapeur une fois que nous aurons foré, et alimenter des turbines pour produire de l'électricité. Nous sommes sur une finalité avant tout électricité et puis, suivant les milieux, nous aurons des usages secondaires en termes de chaleur. C'est plus facile à trouver en Islande qu'en Guadeloupe ou Martinique, mais une fois l'électricité produite, il peut y avoir exploitation de la chaleur résiduelle.

En France, c'est la centrale géothermique de Bouillante qui est située à l'ouest de Basse-Terre, typiquement à 240°C dès 300 mètres de profondeur. Ce sont des milieux très particuliers ; 15 MW installés produisent en base sur cette technologie.

Je passe sur les autres potentialités Guadeloupe, Martinique, Réunion car, vous l'aurez compris, et c'est quelque chose de générique à toute la géothermie, il s'agit d'une énergie de base pouvant produire constamment, la chaleur géothermique étant toujours disponible, et, dans les départements d'outre-mer,

cela trouve une application très intéressante, en particulier en raison du prix de l'électricité de ces territoires. Nous verrons les développements que l'on trouve en France métropolitaine dans le reste de ma présentation.

J'ai présenté deux types de géothermie développée, l'une pour les réseaux de chaleur de type Bassin Parisien, l'autre pour la production d'électricité dans les milieux volcaniques. J'ai présenté la centrale de Bouillante, mais si nous regardons au niveau du monde, nous avons 11 GW installés, donc 11 000 MW installés. Cela représente une quantité significative quand bien même les besoins en électricité de la population mondiale sont très nettement supérieurs ; cela représente une énergie renouvelable d'un niveau de prix intéressant, produisant en base et s'insérant bien dans les réseaux électriques.

Nous avons sur d'autres types de géothermie des perspectives qui, il y a quelques années, tenaient purement du stade de la recherche et développement, et qui aujourd'hui sont plutôt dans une phase de démonstration. C'est ce qui a pris corps pour la première fois au monde, dans le projet de géothermie profonde de Soultz-sous-Forêts en Alsace, qui est un projet mené par les Français, Allemands et Suisses, avec des financements européens. Quel en est le principe ? C'est une région non volcanique où nous recherchons une température suffisante pour produire de l'électricité, en l'occurrence nous verrons que nous sommes à 200°C, ce qui demande d'aller plus profond que dans les milieux volcaniques puisque la température augmente plus lentement ; et cela conduit aussi à choisir les zones où la température augmente relativement vite par rapport aux autres régions non volcaniques. J'ai indiqué tout à l'heure que le gradient était de 3,3°C tous les cent mètres, en fait il est nettement variable d'une zone à l'autre. Nous avons sur cette carte (**annexe 3**) des zones rouges où la température augmente beaucoup plus vite, le fossé rhénan par exemple, et puis des zones, par exemple une large partie de la Grande-Bretagne où le gradient augmente très peu vite et assez logiquement nous nous plaçons dans des zones assez favorables où la température augmente suffisamment rapidement.

Soultz est la plus forte anomalie thermique dans le fossé rhénan qui est connue par l'exploration pétrolière menée dans le nord du Bas-Rhin depuis longtemps. C'est donc un projet scientifique, point important, c'est un pilote de recherche qui conduit aujourd'hui à des démonstrateurs préindustriels, voire industriels,

mais à condition de bien garder le mot « démonstrateur » derrière. Par contre, c'est une mine de connaissances importantes pour la suite, je vais vous le détailler.

Quand nous allons à ces profondeurs-là, nous n'avons pas les aquifères tels que décrits tout à l'heure dans le Bassin Parisien, nous ne sommes plus dans les aquifères sédimentaires de type Bassin Parisien, mais dans des zones plus complexes où nous jouons sur différentes fractures existantes en essayant de trouver les débits permettant de produire cette électricité. Aujourd'hui c'est une forme de géothermie bénéficiant d'un tarif spécifique. De manière plus importante, nous avons aujourd'hui quatre forages à Soultz, trois atteignant 5 000 mètres de profondeur et la température y est de 200°C. Aujourd'hui, un forage est utilisé pour la production, deux pour la réinjection plus un autre forage fait précédemment, moins profond, qui est utilisé pour la réinjection également. Nous sommes dans un milieu où nous trouvons naturellement de l'eau, plus précisément de la saumure, je parlais de 30 g/l tout à l'heure, cette fois-ci nous sommes plutôt à 100, à une température de 200°C et nous pourrions produire de l'électricité. La composition chimique étant un peu dure et la température moins forte que dans les régions volcaniques, nous n'utilisons pas le même genre de centrale en surface, mais un cycle binaire. Ce n'est pas la vapeur du sous-sol passant dans la turbine, mais un hydrocarbure qui est vaporisé et passe dans la turbine puis ensuite recondensé et tourne complètement en boucle, permettant de produire l'électricité de la même manière.

C'est un pilote de recherche et développement qui a permis de comprendre plusieurs choses sur le type de réservoirs exploités, les réservoirs fracturés. A l'origine nous pensions plutôt trouver des zones chaudes, mais relativement sèches, tout en imaginant fracturer et relier des puits par cette fracturation pour faire circuler ensuite de l'eau entre les puits. Donc créer une espèce de radiateur artificiel entre deux puits, en fracturant puis ensuite en faisant circuler de l'eau extérieure au système pour exploiter la chaleur présente. Il s'est avéré très vite que le milieu était naturellement fracturé, et qu'il y avait déjà de l'eau naturellement présente, y compris à ces profondeurs que l'on connaissait très mal. Il y a eu une phase de stimulation pour rouvrir au maximum les fractures existantes, mais l'eau circulant aujourd'hui dans Soultz est l'eau du sous-sol sans

ajout, sans retrait, cela tourne en boucle, en communiquant assez largement avec le sous-sol profond.

Cela nous a appris plein de choses en termes de démonstration du concept, c'est-à-dire que Soultz aujourd'hui produit de l'électricité, nous avons montré qu'il était possible à ces profondeurs-là de relier des puits et faire circuler le fluide du sous-sol et produire de l'électricité, et cela nous a éclairés sur un certain nombre de sujets, corrosion, dépôt parce que là aussi la chimie du fluide est compliquée, des sujets de fiabilité de différents équipements comme les pompes soumises à rude épreuve dans ces environnements, et donc à renseigner à l'échelle d'un pilote comment faire tourner ce type d'installation.

Aujourd'hui, le projet de Soultz qui n'est pas fait à une échelle commerciale, donne lieu à des démonstrateurs qui sont de puissance supérieure et visent des coûts de production nettement inférieurs. Nous avons des projets dans le même type de contexte, c'est-à-dire dans le fossé rhénan, là où la température augmente rapidement avec la profondeur, à Landau, Insheim, deux villes allemandes, et puis de manière plus récente, en France à Rittershoffen : cela produira le même genre de fluide naturel contenu dans le sous-sol, sans faire de l'électricité, mais pour alimenter une usine en vapeur industrielle.

Le pilote de Soultz ouvre un petit peu la voie à une géothermie profonde que l'on peut qualifier de nouvelle génération par rapport aux deux premières voies que vous ai montrées, largement développées en milieu volcanique et dans des aquifères sédimentaires pour alimenter des réseaux de chaleur.

Que faut-il pour réussir une opération géothermique ? La température : aujourd'hui le forage coûte cher, il n'est pas proportionnel à sa profondeur, c'est-à-dire qu'il explose avec la profondeur. Faire un forage à 2 000 mètres n'est pas deux fois plus coûteux qu'à 1 000 mètres et *a fortiori*, en faire un à 4 000 ou 5 000 mètres est beaucoup, beaucoup plus coûteux. Nous allons donc éviter d'aller systématiquement à 5 000 mètres où, si l'on compte 3°C tous les 100 mètres, nous sommes à 150 plus les 10°C de la surface, donc 160°C. 5 000 mètres étant très coûteux, nous essayons d'aller moins profond que les profondeurs de Soultz. Nous continuons aussi de choisir des zones où le gradient géothermique est supérieur à 3°C tous les 100 mètres.

Les méthodes d'élaboration des cartes sont discutables, il faut voir ça à très grande échelle, mais en matière de température, il y a des choses intéressantes autour du Bassin Pannonien, autour de la Hongrie notamment ; ici le fossé Rhénan, potentiellement dans le Massif-Central, même si c'est un peu plus compliqué, ainsi que le sillon Rhodanien, en Provence, etc **(annexe 3)**.

Il est également question de débit puisque les forages coûtent très cher et globalement un forage de petit diamètre ne coûte pas beaucoup moins cher qu'un forage de gros diamètre. C'est vraiment la profondeur qui est déterminante et à partir du moment où l'on va profond, il faut un débit important si l'on veut que l'opération soit rentable. De manière générale, plus nous allons profond, moins il y a de fluide et moins les débits sont donc faciles à obtenir. Cela a été le cas à Soultz où deux profondeurs ont été successivement investiguées. Le fluide que l'on exploite est dans la roche et peut être contenu sous deux formes : la porosité, liée à la perméabilité : l'image du sable, il y a différents vides à toute petite échelle qui sont tous reliés ; et puis tout ce qui est fracture où nous avons des fractures ouvertes permettant de faire circuler le fluide. Cela veut dire qu'il est souvent assez difficile d'anticiper le débit que l'on va avoir et dans ces milieux profonds, en général non explorés pour d'autres finalités, il y a une réelle difficulté à anticiper ce que l'on va pouvoir avoir de manière naturelle puis ensuite en stimulant, la stimulation consistant à rouvrir les fractures existantes en les faisant rejouer : comme elles ne se replaquent pas aussi bien que ce qu'elles étaient au départ, les débits sont augmentés. C'est la méthode dite stimulation hydraulique. La deuxième méthode est la stimulation chimique consistant à nettoyer les fractures, dissoudre les minéraux à l'intérieur par l'emploi de produits de type acides, produits utilisés dans les forages d'eau et dans les forages d'hydrocarbures classiques.

Aujourd'hui nous savons que nous pouvons faire de nouvelles opérations de géothermie parce que nous bénéficions de nouvelles avancées technologiques, d'une part Soultz, qui a montré qu'il était possible à de fortes profondeurs d'avoir une circulation entre des puits parce qu'il y a une fracturation existante et que la stimulation l'améliore ; également parce que les centrales de production en surface ont une efficacité énergétique ayant augmenté, hier nous cherchions plutôt 200°C, aujourd'hui avec 150, 160°C, à la limite 140, nous pouvons faire de l'électricité ; et puis parce que pour améliorer les débits au-delà de la partie

stimulation, nous pouvons imaginer faire des puits plus complexes aujourd'hui, nous savons forer de manière plus avancée et faire par exemple des puits de type subhorizontaux permettant d'augmenter la distance de contact avec la zone dans laquelle nous espérons des débits, et donc augmenter les débits correspondants.

Tout cela conduit à développer des projets faisant en partie de l'électricité dans des régions non volcaniques. Cela permet finalement d'identifier de nouvelles cibles : un peu schématiquement il y avait jusqu'à présent la géothermie peu profonde, pour le bâtiment ; les aquifères à 70, 80°C pour les réseaux de chaleur ; et puis nous avons essayé d'aller très profond pour le projet de Soultz. Aujourd'hui nous pouvons aller moins profond, ne pas avoir 200 mais plutôt 160°C et plus de chances d'avoir des débits importants, c'est un facteur limitant à Soultz. Cela ouvre également de nouvelles perspectives, puisque l'une des limites dans les régions volcaniques est que souvent nous ne sommes pas sur des bassins de vie très importants, donc nous pouvons à présent nous retrouver dans des bassins de vie plus importants, proches d'industries, etc., et nous allons donc aussi, au-delà de l'électricité produite, trouver des débouchés pour la chaleur, que ce soit des procédés industriels, des réseaux de chaleur, etc.

Nous devons être conscients que nous sommes dans une phase d'apprentissage, de développement technologique : comme le montre la courbe de développement technologique faite par le ministère de l'Écologie et du Développement Durable (**annexe 4**), qui plaçait les différentes énergies renouvelables sur la courbe d'apprentissage, la géothermie profonde est dans une phase de décollage grâce à Soultz-sous-Forêts et puis à un projet récent comme Rittershoffen dont j'ai parlé. Nous sommes clairement dans une phase de démonstration. Cela vaut en France comme dans le monde ; ici, vous avez les perspectives vues par l'Agence Internationale de l'Énergie (**annexe 5**), aujourd'hui nous sommes là, nous avons principalement les 11 000 MW dont je vous parlais de géothermie haute température dans des ressources volcaniques, et en fait nous voyons que, au-delà du fait que cette première forme de géothermie se développe régulièrement et peut monter, l'autre volet de croissance est cette géothermie profonde de nouvelle génération : elle peut se développer à ce niveau de 100 GW à partir de nombreuses conditions,

notamment le fait de lancer un grand nombre de démonstrateurs dans les années à venir, pour améliorer les technologies, réduire les coûts, etc.

Je passe sur les priorités de recherche et développement, nous sommes vraiment dans une technologie demandant à être fiabilisée.

Mme Corinne FRANÇOIS, BURESTOP 55

Et en ce qui concerne le potentiel de la Lorraine ?

M. Romain VERNIER

J'en parle à la fin car il est important d'avoir cette vue globale pour lancer la discussion sur la Lorraine. Ce qui est important c'est que les projets se développant de cette manière-là sont des projets visant la cogénération géothermique dans des régions non volcaniques, cogénération c'est-à-dire que nous faisons de l'électricité mais à 150, 160°C, pas aux 300°C des régions volcaniques. Le rendement de la conversion électrique est moindre, donc les projets faits visent la production d'électricité, mais aussi la production de chaleur pour améliorer la rentabilité des opérations. Nous allons dans des régions où le gradient géothermique est important, d'une part, et puis où nous avons des débouchés chaleur permettant de compléter l'usage énergétique que nous ferons de la ressource géothermique.

Nous sommes aujourd'hui dans une phase de réalisation de démonstrateurs, il y en a un deuxième qui se réalise en Alsace, il y a des permis déposés aujourd'hui, en Aquitaine, dans le Massif Central, en Alsace, en Provence et dans l'est du Bassin de Paris, dans la Brie.

En synthèse et pour ouvrir la discussion, un point important : le potentiel géothermique résulte du croisement entre d'une part une ressource demandant une certaine température plus ou moins connue, des débits souvent peu connus, et une chimie du fluide dépendant très fortement de la zone en question et d'autre part des besoins en surface. Au-delà de la question de la ressource, il est important aujourd'hui de ne pas croire que l'on est dans un schéma de production massive d'électricité en-dehors des régions volcaniques. Lorsque les porteurs de projets de géothermie profonde les optimisent, ils le font en fonction de la ressource, ils cherchent l'endroit où la température est la meilleure, où les débits vont être bons et la chimie sympathique, mais aussi en fonction de l'endroit où ils trouveront des débouchés chaleur en surface pour compléter une

production d'électricité. Si nous ne sommes que sur de la chaleur, bien entendu il faut forcément le débouché en surface. Ces porteurs de projets géothermiques croisent l'ensemble de ces paramètres et aujourd'hui les projets les plus avancés en France métropolitaine sont effectivement en Alsace, un projet en cours alimentant une usine existante, et puis les autres sont notamment autour de Strasbourg pour alimenter des réseaux de chaleur existants.

Les différentes formes de géothermie profonde, les deux formes matures alimentent des réseaux de chaleur, elles produisent de l'électricité purement dans des régions volcaniques et aujourd'hui nous avons une nouvelle forme de géothermie qui se développe, pour l'instant à des profondeurs importantes, de 3 à 5 km, plutôt vers 3 que 5 parce que l'on essaie de limiter les coûts, et pour cette raison, en exploitant les anomalies thermiques connues et en cherchant des usages complémentaires, donc des usages chaleur. Pour être complet sur la géothermie, l'autre forme de géothermie se développant beaucoup et dont on ne parle pas beaucoup, c'est la géothermie de faible profondeur qui permet pratiquement en tout point du territoire l'alimentation en chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire des bâtiments individuels, collectifs et tertiaires.

Je suis un peu embarrassé par rapport à votre question, je sais qu'il y a de nombreux débats sur la ressource triasique et nous y avons travaillé aussi au BRGM à l'échelle de l'ensemble du Bassin Parisien, donc le Trias du Bassin de Paris ; à partir du moment où ce raisonnement est abordé, nous connaissons assez bien les températures, moins les questions de débit notamment, mais la question qui se pose lorsque l'on se demande quel est le potentiel du Trias dans l'ensemble du Bassin de Paris, c'est très clairement de le croiser avec les débouchés en surface. Nous savons grâce au retour d'expérience du Dogger, que pour rentabiliser une opération de géothermie à ces profondeurs de 1 500, 2 000 mètres, nous avons besoin d'un réseau de chaleur alimentant plutôt 10 ou 20 000 équivalent logements pour mutualiser l'ensemble de ces besoins et rentabiliser une opération se traduisant par des investissements très conséquents. Pour la partie purement sous-sol, en considérant que le réseau de chaleur existe dans le Bassin Parisien, nous sommes de l'ordre de 10 millions d'euros pour une opération de géothermie.

Après peuvent se poser des questions de géothermie plus profondes, pour faire de la cogénération et puis très clairement nous sommes dans une phase d'apprentissage où nous allons dans les zones où les anomalies thermiques sont les plus fortes, ce qui n'est pas le cas de la partie Lorraine du Bassin Parisien. Voilà ce que je peux dire sur le sujet. Très clairement, nous ne savons pas ce qu'il y a en-dessous de 2 000 mètres...

J'ai fini mon intervention, nous pouvons ouvrir les discussions.

M. Jean-Louis CANOVA

Je passe la parole à Mme FRANÇOIS.

Mme Corinne FRANÇOIS

Faisant partie du conseil d'administration du CLIS, nous avons un ordre du jour bien précis aujourd'hui, je crois que le sujet du jour est « le potentiel géothermique régional ». Peut-être ne vous a-t-on pas bien expliqué, mais cela fait suite à la dernière intervention de M. DROUOT du Cabinet ERDYN, venu nous expliquer avec des cartes de géothermie de surface, qu'en Lorraine il n'y avait pas de potentiel géothermique, ce qui nous avait bien alertés, et c'est pour cela qu'au CLIS nous voulions savoir ce qu'il en était des cartes en Lorraine. C'est très dommage, nous ne voyons aucune carte de ce qui se passe ici. Vous en avez quand même à disposition ? Ou alors doit-on sortir les nôtres ? Nous voulons voir ces cartes.

M. Romain VERNIER

Je les ai ; mais en fait, il convient de tenir là encore sur un raisonnement de potentiel. Le Trias est ici aux alentours de 60, 70°C, à une profondeur de l'ordre de 1 500 mètres ; la perspective que l'on peut voir pour cette ressource est l'alimentation d'un réseau de chaleur. Juste après vient la question : « quel réseau de chaleur ? ». Je ne connais pas suffisamment bien le territoire, c'est pour cela que je ne fais pas de conclusion définitive, mais nous n'avons pas aujourd'hui de mutualisation de ces besoins de chaleurs dans cette proportion. Par ailleurs, pour ces opérations, nous avons un puits d'injection et un puits de production qui sont distants typiquement d'un kilomètre. Le fait que l'on réalise ce genre d'opération génère très peu de perturbations dans le sous-sol aux alentours de l'opération. Finalement on pompe et on réinjecte de manière pas très éloignée ; si je me place à quelques kilomètres de cette opération, je n'ai

pas tellement de perturbations de l'aquifère parce que tout ce qui est prélevé est réinjecté à proximité, si bien qu'une fois que je me place un peu loin, cela n'a plus d'impact.

Mme Corinne FRANÇOIS

Ce qui nous a alertés, ce sont des cartes établies par le BRGM dans les années quatre-vingt où cette zone, aux alentours de Bure, a un potentiel géothermique.

M. Romain VERNIER

Je vais être provocant : considérons que nous avons 70°C et 200 m³/h, que fait-on ? En outre, il y a une part importante de risque quant à obtenir 200 m³/h. On peut prendre le risque, mais il faut une logique par rapport à un besoin existant, qu'il s'agit de satisfaire. Si vous êtes un porteur de projets et que vous voulez avoir recours à la géothermie, vous n'allez pas viser une ressource si vous n'avez pas le besoin, l'usage en surface.

Mme Corinne FRANÇOIS

C'est quand même dommage que votre intervention ne réponde pas à l'attente que nous avons au niveau d'une partie du CLIS.

M. Jean-Louis CANOVA

Nous pensions avoir une présentation sur le potentiel régional.

M. Michel GUERITTE

La Guadeloupe c'est bien, mais les volcans, franchement en Lorraine il n'y en a pas !

Mme Nadine SCHNEIDER

Vous faites de la prospective et moi j'attendais aujourd'hui une parole scientifique présentant un potentiel géothermique en profondeur, géologique, au-delà d'exploitation économique ou pas. Vous nous dites : « je ne vous les ai pas apportées parce que de toute façon au-dessus c'est désertique, il n'y a personne, donc on ne pourra pas l'exploiter ».

Je me suis peut-être trompée, mais quand on me dit « potentiel géothermique », j'attends la parole d'un scientifique du BRGM qui vient nous présenter des cartes. Après, l'interprétation ou la prospective économique, nous sommes assez grands

pour les faire. Je suis extrêmement déçue, vous n'avez pas dans votre ordinateur les cartes de la Lorraine ?

M. Romain VERNIER

Je peux vous montrer une carte de températures, cela ne me pose aucun problème. Le point important est que la chaleur stockée dans le sous-sol, y compris en ne prenant que les cinq premiers kilomètres, est très nettement supérieure à tous les besoins de l'ensemble de la population mondiale. La ressource géothermique au sens très large du terme, est énorme et même pratiquement infinie au fur et à mesure que l'on approfondit la zone concernée. Nous sommes tout de suite confrontés à la question de savoir si elle est exploitable, d'une part, et si elle répond à un besoin local d'autre part, parce que c'est une énergie locale qu'il faut utiliser sur place. Le fait d'avoir un raisonnement déconnecté de ces considérations-là ne conduit pas à quelque chose de sain ; cela conduit à dire que la géothermie peut couvrir 100 % des besoins de l'humanité, ce qui est typiquement quelque chose que je ne dirai jamais.

D'une manière intrinsèque, il y a des énergies dont le potentiel est très élevé et il faut vite venir à un potentiel technique, économique...

J'ai les cartes dans mon ordinateur et je vous les afficherai, mais là encore, nous verrons qu'il y a 60 et quelques degrés, que nous ne savons pas dire grand-chose de la perméabilité, que le Trias est assez épais, c'est vrai. C'est vrai que la quantité de chaleur stockée est importante, mais la question est : « qu'en fait-on » ?

M. Michel MARIE, CEDRA

L'éventuelle géothermie à 5 000 mètres de profondeur n'a aucun intérêt, on en trouve partout, tout le monde le dit, et cela coûte extrêmement cher, donc mettons cela de côté. Ce qui nous intéresse aujourd'hui, c'est du 1 000, 1 500, 2 000 mètres, un petit peu ce que l'on trouve dans le Bassin Parisien qui est quand même au niveau européen notamment, le top du top. Le deuxième point, effectivement, y a-t-il oui ou non un potentiel ?

Effectivement, tout ce qui se passe en surface ensuite n'est pas un problème du BRGM. Que le BRGM nous dise ceci ou cela, le problème n'est pas là. Je rappellerai quand même qu'au bureau du CLIS il y a maintenant quinze ans, j'ai

retrouvé les rapports des bureaux à cette époque-là, nous avons un certain nombre d'élus présents qui nous disaient « balayons ça d'un revers de main, cela n'a aucun intérêt d'exploitation économique ». Votre présentation est super, nous voyons que le Sénat, nos gouvernants, commencent à s'intéresser un peu plus à l'opération parce qu'effectivement c'est quand même une ressource extrêmement intéressante. S'il y a un potentiel, à ce compte-là oui, nous regardons ce que l'on peut en faire. Y a-t-il oui ou non potentiel ? J'aimerais bien que l'on entende M. BADOUX qui sera peut-être plus intéressant que le BRGM qui nous suit depuis un certain temps et le BRGM est effectivement une pointure au niveau national, au niveau international, mais le gros problème c'est qu'il y a eu, je cite les journalistes il y a dix ans : « *Il y a eu un accord secret entre le BRGM et l'ANDRA* ». J'ai emmené quelques documents de cette époque, il y a une grosse question justement sur le BRGM et votre intervention montre que ce n'est pas ce que nous attendions.

M. Jean-Louis CANOVA

D'autres questions ?

M. Michel GUERITTE

Mes voisines et voisins ont dit l'essentiel, mais je voudrais savoir pourquoi vous avez parlé de la Guadeloupe et des volcans ! Ce sont deux sujets éminemment intéressants mais je n'ai rien compris, vous êtes trop brillant pour moi.

M. Romain VERNIER

Vous avez aujourd'hui un certain nombre de porteurs de projets géothermiques souhaitant développer la géothermie par conviction environnementale, économique aussi, et dans leur raisonnement, nécessairement ils vont regarder ce qui est faisable et aujourd'hui il y a deux types de géothermie matures : je pense que c'est important d'avoir en tête le type de raisonnement que font les opérateurs pour développer ces projets. C'est la conjonction d'une ressource souvent exceptionnelle, j'ai parlé du Dogger du Bassin Parisien et des besoins en surface qui sont là aussi particuliers, qui existent, et il faut la conjonction des deux pour considérer qu'il y a un potentiel géothermique.

M. Claude HUVELIN

On prend le sujet à l'envers : il faut d'abord connaître le potentiel géothermique avant que d'y installer des gens. Et on dit maintenant, non il n'y a personne à installer, cela n'intéresse personne, il n'y a pas besoin d'étudier le potentiel géothermique. Alors effectivement, on ne l'étudie pas du tout. Combien de sondages avons-nous sur le plateau de Bure ? C'est ridicule, ce n'est pas comme cela que l'on fait une recherche. C'est ridicule ! Le raisonnement est mauvais dès le départ. Maintenant, peut-on remettre le sujet à l'endroit et non pas fausser la démarche ? C'est ce que je demande, sinon je serais venu ici pour perdre mon temps. Ensuite, nous parlerons encore des efforts qui ont été faits ou mal faits, c'est une question à débattre car nous serons dans le vif du sujet, cela nous en dira beaucoup plus long.

M. Claude KAISER

Je suis stupéfait, je ne suis pas membre du CLIS, mais je suis venu ici ce soir en voyant l'ordre du jour parce que le sujet était « Y a-t-il oui ou non une ressource géothermique dans le sous-sol de Bure ? ». C'était la question posée au cabinet GEOWATT et vous qui deviez y répondre. Votre exposé, les personnes précédentes vous l'ont dit à mots feutrés, je vous le dis franchement en face, poliment : vous vous moquez du monde. Vous êtes venu ici pour nous faire un exposé qui n'a rien à voir avec le sujet de ce soir. C'est scandaleux ! Si vous vous moquez du monde, c'est peut-être bien parce que jusqu'à présent vous avez menti avec des cartes fournies, vous avez toujours dissimulé cette ressource, peut-être que ce soir elle va apparaître au grand jour et cela va vous ennuyer. Donc vous n'en parlez pas ! Ce n'est pas correct de votre part monsieur ! Je suis venu ici pour entendre un exposé sur ce qu'il y avait dans le sous-sol, vous ne le faites pas, vous faites de l'enfumage sur ce qui se passe ailleurs, sur ce qu'est la géothermie. C'est bien, nous devons le savoir, tout le monde n'est pas au top, mais ce qui nous intéresse c'est ce qu'il y a ici. Vous n'avez absolument pas répondu, c'est vraiment méprisant vis-à-vis des populations locales. Vous pouvez repartir, nous n'avons pas besoin de vous entendre davantage.

M. Romain VERNIER

J'entends ce que vous dites, ce n'est pas du tout ma démarche d'aujourd'hui. J'essaie de faire passer le raisonnement tenu aujourd'hui pour développer la géothermie en France, et ce raisonnement est de développer effectivement la connaissance de la ressource en la croisant à l'utilisation potentielle de cette ressource. Nous ne sommes pas à placer la population au droit des ressources énergétiques, l'énergie est encore suffisamment disponible pour éviter cela et l'énergie géothermique n'est pas la seule énergie disponible. Aujourd'hui, nous en sommes à dire qu'il faut développer cette énergie là où sont les besoins correspondant aux ressources. Je reviens sur le fait qu'il y a un gros enjeu qui est de développer la géothermie de faible profondeur parce qu'elle est disponible partout, ou presque : il y a quelques zones spécifiques où il vaut mieux éviter, on les connaît, et en dehors de ces zones, cette géothermie peut assurer les besoins des bâtiments en chauffage, eau chaude sanitaire et le cas échéant climatisation. Sur la géothermie profonde nous savons que nous avons besoin de gros besoins de chaleur localisés et c'est ce qui guide le développement de ce type de géothermie. Je suis désolé que vous ne me croyiez pas quand je vous le dis, mais je suis entièrement honnête avec moi-même ! Je vous promets après l'exposé de GEOWATT, de vous montrer quelques cartes si vous le souhaitez, de températures et de potentiels...

M. Claude HUVELIN

Ce qui nous intéresse, c'est ce qui se passera ici à Bure, pas en Guadeloupe ni à Soultz. Il y a à peu près cinq, six ans, nous avons eu la même intervention sous l'égide du CLIS à Poissons. J'ai interrogé un ingénieur en géothermie à qui j'ai demandé : à combien faut-il creuser dans la région pour avoir une exploitation rentable en géothermie ? Il m'a répondu 2 500 mètres. Autrement dit, les tuyaux devraient percer la couche d'Oxfordien qui est soi-disant imperméable. Il m'a dit qu'il faudrait la percer de part en part. A ce moment-là, l'exploitation de la chaleur par géothermie ne sera jamais faite dans le secteur.

Mme Corinne FRANÇOIS

Tout à l'heure vous avez dit quelque chose de très intéressant, vous avez dit qu'il y avait un potentiel à Bure, mais que vous ne montriez pas les cartes car il n'y avait personne. Ai-je bien compris !

M. Romain VERNIER

Non. Il y a une ressource qui est mal connue. Mais partout, il y a des ressources. Ce qui fait les valeurs de cette ressource, son potentiel, c'est le croisement avec les besoins à satisfaire. Il ne sert à rien d'avoir un raisonnement sur les ressources profondes s'il n'y a pas de besoin de chaleur suffisant en surface.

Mme Corinne FRANÇOIS

Oubliez le développement. On peut imaginer l'inverse, c'est ce que disait M. HUVELIN : on regarde s'il y a un bon potentiel et ensuite on peut imaginer un développement économique à proximité. Cela se fait toujours comme ça. Le charbon en Lorraine a été exploité, il y a eu un développement économique qui s'est fait autour de la ressource. Il n'y a pas eu exploitation de la ressource parce qu'il y avait des gens là. Les gens sont venus parce qu'il y avait une ressource. Nous pouvons imaginer le même raisonnement : la ressource est là, donc après nous pouvons imaginer un développement économique. Vous nous dites l'inverse, votre raisonnement ne tient pas la route. Montrez-nous tout de suite des cartes de géothermie.

M. Romain VERNIER

Je vous les montre après l'exposé de GEOWATT. S'il y a une ressource exceptionnelle, votre raisonnement effectivement à long terme peut jouer. Dans ce cas en effet, je vais arriver à une chaleur ayant un coût de production qui sera tellement exceptionnel que je vais arriver à attirer de l'industrie, de l'activité, etc. Aujourd'hui, avoir 65 ou 70°C à 1 500 mètres n'est pas exceptionnel, cela existe dans beaucoup d'endroits ; donc pourquoi et comment attirer à un endroit particulier ?

Mme Corinne FRANÇOIS

M. VERNIER, vous vous placez dans la perspective des années à venir, mais nous allons enfouir des déchets nucléaires. Si nos descendants vont fouiller, explorer le sous-sol et trouvent de la géothermie, il est bien clair que c'est incompatible. Il faut se placer effectivement à la fois dans une perspective aujourd'hui de développement des populations, économique, industriel, mais il faut aussi penser aux générations à venir. Le BRGM a une sacrée responsabilité aujourd'hui en disant : « Enfouissez les déchets, il n'y a pas de ressource exceptionnelle, allez-y ! ».

Ce qui m'inquiète beaucoup, c'est que vous faites des présentations pour les sénateurs qui ont quand même une information excessivement tronquée de votre part. C'est très inquiétant. Ce que l'on demande au BRGM, c'est de nous dire s'il y a de la géothermie ou pas, et après c'est à la société, à nous de décider ce que l'on fait. C'est clair !

M. Romain VERNIER

C'est clair.

Mme Corinne FRANÇOIS

Allez dire à votre Bureau à Paris que nous ne sommes pas d'accord avec ce que vous venez de nous dire. C'est de la soupe infâme, infecte, dangereuse.

M. Jean-Louis CANOVA

Nous arrêtons là ce débat, nous verrons les cartes après. Je passe la parole maintenant à M. BADOUX de GEOWATT, cabinet chargé par le CLIS d'évaluer les opérations de forage dont M. JAQUET va nous faire un petit historique.

M. Benoît JAQUET, Secrétaire Général CLIS

L'historique a été fait par M. FLEURY lors de la dernière assemblée générale. Il y a un peu plus de dix ans que suite à une note de M. MOUROT, le CLIS a demandé à l'ANDRA quelles étaient les connaissances sur le potentiel géothermique régional. Suite à la réponse de l'ANDRA, le CLIS avait demandé à l'IRSN s'il estimait qu'il y avait des données suffisantes pour estimer ce potentiel, l'IRSN avait dit que non, et le CLIS avait demandé à l'ANDRA de procéder éventuellement à des recherches pour avoir des données sur la température, le débit, etc. et à telle et telle profondeur. Nous avons ensuite sollicité un cabinet pour évaluer les moyens à mettre en œuvre pour estimer le potentiel géothermique, c'est le rapport ERDYN. Suite à cela, l'ANDRA a décidé de prolonger un forage fait au départ pour des études géologiques, à 2 000 mètres, c'est-à-dire au Trias, et pour obtenir des données de température et de débit. Les opérations ont été terminées en 2009, l'ANDRA a rendu un rapport, estimant le débit faible, la salinité forte et donc le potentiel négligeable. Nous avons ensuite demandé à M. DROUOT de regarder le rapport d'opérations pour nous dire s'il estimait que les résultats obtenus par l'ANDRA étaient correctement interprétés. M. DROUOT avait estimé que c'était correct, en notant quand même

que le débit relevé par l'ANDRA pouvait être sûrement supérieur si nous prenions une épaisseur très importante dans la couche. Et puis il y a un an et demi, deux ans, M. GODINOT a écrit au CLIS en disant qu'il remettait en cause les opérations de forage, les résultats obtenus et l'interprétation faite. En début d'année, nous avons fait une assemblée générale où sont intervenus M. GODINOT pour présenter le résultat de ses recherches et puis M. DROUOT pour justifier le rapport qu'il avait rendu au CLIS. Suite à cette assemblée générale, il a été décidé de demander au BRGM de venir présenter les données actuelles permettant d'estimer ou non un potentiel géothermique dans la région de Bure, et le CLIS a également mandaté GEOWATT AG pour reprendre les opérations de forage, nous dire ce qu'ils pensent du déroulement et éventuellement nous donner une seconde opinion en termes de potentiels géothermiques.

M. Vincent BADOUX, GEOWATT

Effectivement, le CLIS nous a demandé dans un premier temps de reprendre les opérations de forage faites par l'ANDRA dans le Trias, ici dans la région de Bure et, dans un second temps, de donner une opinion sur le potentiel géothermique de la région, point sur lequel je reviendrai en détails plus tard dans la présentation.

Avant de commencer, je voudrais tout d'abord souligner que GEOWATT est un bureau ou cabinet indépendant, privé, qui appartient aux deux membres du conseil d'administration. Le bureau est constitué de deux départements : le département « Engineering » travaille principalement dans le domaine des sondes géothermiques verticales exploitées à des fins de chauffage et de rafraîchissement, essentiellement en Suisse. Il s'agit d'un marché en expansion depuis plusieurs années. Ce département gère entre cinquante et cent projets par an. Le second département est le département « Ressources », qui se concentre sur la géothermie de plus grande profondeur. L'évaluation du potentiel géothermique profond fait partie de nos prestations. Il s'agit du département dont j'ai la responsabilité, et qui traite du thème de la journée d'aujourd'hui.

Le contexte : nous avons été mandatés par le CLIS pour reprendre les opérations de forage réalisées en 2008. Cette prestation a été réalisée par GEOWATT en octobre. Le rapport a été rendu au CLIS la semaine dernière, dont une version corrigée ce matin. Les objectifs de la prestation sont les suivants :

- Vérifier si les opérations faites par l'ANDRA dans le forage au Trias sont concordantes avec ce qui était prévu dans le cahier des charges ;
- Emettre un avis critique sur le programme tel que prévu par le cahier des charges. Ce programme était-il pertinent pour une évaluation du programme du potentiel géothermique de la région ?
- Fournir une seconde opinion sur l'interprétation des résultats des opérations faites dans le forage au Trias ;
- Emettre une seconde opinion sur l'interprétation du potentiel géothermique de la région.

Il est nécessaire de clarifier le point suivant. Au niveau de l'adéquation entre le cahier des charges et les prestations effectivement réalisées, il est tout à fait possible de rester factuel. Cela demande simplement un peu de travail pour vérifier les points un à un. Comme le sous-sol est selon les endroits relativement mal connu, l'évaluation du potentiel géothermique est, dans une certaine mesure, dans le domaine de l'interprétatif. Cela amène nécessairement une certaine subjectivité. Dans ma présentation, je tenterai néanmoins de rester aussi factuel que possible. Néanmoins, plus nous nous avancerons dans l'exposé, plus nous entrerons dans le domaine de l'interprétatif.

Le premier objectif fut de vérifier l'adéquation entre le cahier des charges et les prestations effectivement réalisées. Le cahier des charges est un rapport volumineux qui contient des renvois à d'autres cahiers des charges. Mon temps étant limité, j'ai focalisé mon travail uniquement sur le Trias ainsi que sur les opérations liées à la géothermie. Ainsi, sur l'ensemble des forages prévus dans la région, mon travail s'est focalisé uniquement sur les investigations au Trias du forage EST 433. Il est important de savoir qu'un forage est une opération très complexe, qui fait intervenir de nombreux intervenants. Cette opération est d'autant plus complexe que nous parlons d'un forage de l'ANDRA, qui comprend de nombreuses investigations au niveau du Callovo-Oxfordien. Présenter un cahier des charges lors d'un exposé n'est pas très parlant. La structure du cahier des charges est composée de différents lots, chaque lot ayant un objectif particulier. Mon travail a consisté en premier lieu à trier les différents lots, et à sélectionner uniquement ceux qui ont un intérêt et des implications en termes de

potentiel géothermique. Les autres lots n'ont donc pas été pris en considération dans mon étude.

Une fois le tri effectué, mon travail a consisté en second lieu, à vérifier si dans chacun des lots retenus, les opérations ont effectivement été réalisées selon le cahier des charges. A notre sens, cela a effectivement été le cas pour le lot F11 - opérations de forage, ainsi que pour le lot G02 - suivi géologique. Le lot M19-1 qui concerne les diagraphies différées, dont les diagraphies de températures (premier paramètre important), a été « partiellement » réalisé. Je reviendrai sur les raisons plus tard dans l'exposé. Le lot M23 comprend les tests hydrogéologiques et les mesures de conductivité hydraulique. Il s'agit du deuxième paramètre important. Ces tests ont également été « partiellement » réalisés. Je vous indiquerai également les raisons plus tard dans l'exposé. Les lots M26 - pompage et diagraphies géochimiques - et M27 - suivi hydrogéochimique - n'ont pu être effectués à cause des complications rencontrées lors du forage. Par la suite, je me focaliserai uniquement sur les prestations qui n'ont pas été réalisées ou qui n'ont été que partiellement réalisées.

Sur les trois tests hydrauliques entre obturateurs prévus au Trias, seuls deux ont été réalisés. Des problèmes de colmatage dû à la présence de boues dans le forage n'ont pas permis de réaliser le troisième test.

Les pompages de longue durée et les diagraphies géochimiques prévues n'ont pu être réalisés à cause d'une sonde perdue au fond du trou. La partie inférieure du forage n'était plus accessible.

Le Lot M19 concerne les diagraphies de température. Selon le cahier des charges, les diagraphies devaient être réalisées sur l'intégralité du forage. Ce test n'a pu être effectué comme prévu à cause des problèmes de colmatage d'une part et de la perte des outils au fond du forage, d'autre part. Il n'a donc pas été possible de procéder aux tests jusqu'au fond du forage. La température n'a donc pas été mesurée sur les 140 derniers mètres. Les résultats donnent 66 degrés à 1 855 m. A part cela, le reste des prestations réalisées dans le lot M19 sont conformes au cahier des charges. De petites différences ont été constatées, ce qui est tout à fait normal étant donné que la nature n'est jamais prévisible à 100 %.

Le fait que les diagraphies de températures ne soient pas allées jusqu'au fond du forage n'a pas d'implication en termes de potentiel géothermique. Peut-être auraient-ils mesuré des températures légèrement supérieures – je suis dans l'interprétatif – mais à notre sens, il ne s'agit pas ici d'un point important. Une température de 66°C a été mesurée. Ces niveaux de températures sont à notre sens exploitables.

Le troisième lot M27 - suivi hydrogéochimique et échantillonnage - n'a pas été réalisé. Cela n'a pas tellement d'implications en termes de potentiel géothermique.

Les deux lots qui, à notre sens, ont des implications en termes de potentiel géothermique, sont les tests hydrogéologiques entre obturateurs d'une part et les essais de pompage de longue durée, d'autre part. Les opérateurs n'ont pu faire que deux tests entre obturateurs au lieu de trois. Les essais de longue durée non pas été réalisés. Cela est regrettable, car nous aurions pu en tirer des informations complémentaires utiles pour l'évaluation du potentiel géothermique.

Le deuxième objectif fut d'émettre un avis critique sur le programme tel que prévu par le cahier des charges.

L'ANDRA a des objectifs clairs et précis. Le premier objectif concerne la caractérisation des argiles du Callovo-Oxfordien. Le forage EST 433 a pour second objectif de caractériser également les unités aquifères situés au-dessus et au-dessous des argiles, appelés unités encaissantes. Un troisième objectif était l'évaluation des ressources géothermiques au Trias, point sur lequel mon intérêt s'est porté en particulier.

Les diagraphies de température sont les premières investigations que nous avons contrôlées. Vous avez sur ce graphique (**annexe 6**) en axe horizontal la température mesurée dans le forage et en axe vertical la profondeur. Vous constatez que la température augmente avec la profondeur. La courbe en vert correspond à la première mesure de température. Elle diffère des autres courbes. La raison est que les opérations de forage perturbent la température du terrain. Lors du forage, les boues injectées ont une certaine température qui diffère de celle du terrain. Cela a pour effet de modifier les températures dans l'environ immédiat du forage. Ainsi, si la plupart des diagraphies peuvent être réalisées directement après le forage, les diagraphies de température doivent être

réalisées après plusieurs mois, afin d'obtenir des mesures représentatives. La première chose à vérifier était donc que les diagraphies ont bien été réalisées après rééquilibrage thermique. Vous voyez sur le graphique, différentes courbes qui correspondent à des mesures effectuées entre juin 2008 et février 2009. Les courbes montrent un rééquilibrage thermique. La plus récente confirme que le rééquilibrage thermique a bien été atteint.

Je me permets une critique sur la pertinence du cahier des charges : un forage est une opération extrêmement complexe. Et plus le forage est profond, plus les opérations sont complexes. Imaginez un forage de 2000 mètres de profondeur, qui fait seulement quelques centimètres de diamètre en sa partie la plus profonde. Toutes les opérations et les interprétations sont faites dans ce tube. L'ANDRA le sait et c'est d'ailleurs marqué noir sur blanc dans le cahier des charges. Lorsqu'un forage a des objectifs multiples, cela rend les choses encore plus compliquées, car vous devez faire des compromis et définir des priorités. Un forage est usuellement dimensionné et planifié pour remplir un objectif bien précis. L'objectif principal du forage de l'ANDRA est évidemment les argiles du Callovo-Oxfordien. Le forage a ensuite été repris puis prolongé pour aller tester le Trias. C'est important de le savoir, car cette multiplicité des objectifs est possible mais rend les choses plus compliquées, en partie à cause de la multiplicité des intervenants sur ce forage. A chaque fois qu'une nouvelle personne intervient, vous avez par exemple le risque de perdre un outil ou une sonde. Et c'est ce qui s'est passé.

Une de mes critiques est donc que l'Andra a voulu réaliser un forage avec autant d'objectifs. Cela a rendu les choses plus compliquées et toutes les investigations prévues n'ont pas pu être réalisées. Toutes les données n'ont donc pas pu être obtenues.

Le programme des tests hydrauliques entre obturateurs est tout à fait pertinent. Les méthodes utilisées pour déterminer des valeurs de perméabilité, sont les meilleures disponibles. C'est également le métier des personnes qui ont interprété ces tests. Je crois personnellement à la compétence et à la rigueur de ces personnes.

Je critique plutôt le fait que ces tests n'ont pas été prévus sur l'ensemble du Trias. Trois tests entre obturateurs étaient prévus, dont deux sur les parties supérieures. Les zones testées sont probablement les meilleures en termes de

transmissivité, mais l'intégralité de la formation n'a pas été testée. Nous aurions bien voulu voir des tests entre obturateurs sur la partie inférieure du forage. Cela n'était pas prévu.

Je vais vous présenter le fonctionnement d'un test hydraulique entre obturateurs, afin que vous voyiez comment cela fonctionne et que vous compreniez pourquoi le potentiel géothermique est difficile à quantifier (**annexe 7**). Voici la géologie telle qu'elle se présente dans le sous-sol à Bure. Elle est basée sur les logs diagraphiques disponibles dans le forage. Les argiles sont représentées en gris, les grès fins en jaune, les grès moyens en orange, et les grès grossiers en rouge. Nous constatons au premier abord que nous avons un millefeuille sous nos pieds. La première difficulté consiste à identifier les zones à tester. Les diagraphies de porosité permettent d'identifier les zones perméables.

La seconde étape consiste à forer et à installer un tubage qui consolidera le trou. Le trou est ainsi fermé (tubé) jusqu'à 1 700 mètres. Ensuite, le forage est laissé ouvert. Le but est de tester le réservoir et de déterminer la perméabilité de la roche. L'une des méthodes employées est le test entre obturateurs. Ce test consiste à descendre un appareillage contenant de gros ballons, dits obturateurs, qui se gonflent pour isoler la zone comprise entre les obturateurs. Les tests hydrauliques entre obturateurs permettent de définir les propriétés de l'aquifère dans la zone comprise entre les deux obturateurs.

Un test de pompage consiste à pomper l'eau de la formation géologique. Lors d'un test entre obturateurs, l'eau provient de la zone isolée par les obturateurs. Lors du test, la pression va diminuer. L'analyse de la vitesse à laquelle la pression diminue et les mesures de débits permettent de déterminer la conductivité hydraulique et la transmissivité. Cette dernière est le produit de la perméabilité avec l'épaisseur. La transmissivité est déterminée sur l'intervalle compris entre les deux obturateurs, soit sur une épaisseur de 25 m. Trois tests étaient prévus : le premier est celui que je vous montre. Le deuxième et le troisième étaient prévus à des profondeurs plus faibles. A chaque fois, l'intervalle testé était de 25 mètres. Le test 3 n'a pu être réalisé à cause des complications liées aux boues de forage.

Un aspect important, le colmatage : lorsque vous faites un forage, vous injectez des boues ou des polymères qui viennent se coller sur le pourtour du forage. Ces boues créeront un effet de peau, dit effet pariétal ou *skin-effect*. Ces boues sont

nécessaires pour stabiliser le forage. Le problème est que ces boues pénètrent dans l'aquifère et influencent les résultats des tests hydrauliques. Je vous montre les photos publiées dans les rapports de l'ANDRA où l'on voit ces boues ainsi que l'effet pariétal par le colmatage (**annexe 8**). Cet effet pariétal peut être pris en compte par les experts lors de l'interprétation d'un essai de pompage. Les outils modernes permettent de déterminer la perméabilité de la couche de colmatage ainsi que celle de la formation derrière cette peau. Si les perméabilités déterminées pour l'intervalle testé sont bel et bien représentatives, cet effet de peau a une incidence notable sur les débits pompés. Cette couche imperméable a pour effet de diminuer très fortement les débits qui peuvent être extraits de la formation. La quantité d'eau pompée est nettement plus faible que celle que vous obtiendrez avec un vrai forage d'exploitation géothermique.

Deux zones ont été testées. Comme le Trias fait 125 mètres d'épaisseur, il y a environ 75 mètres de la formation qui n'ont pas été testés. La grande question que les hydrogéologues se posent est la suivante : supposant que les deux transmissivités sont effectivement représentatives des intervalles testés, comment peut-on déterminer une valeur représentative de l'ensemble de la formation ? Or c'est précisément cette dernière qui nous intéresse dans le cadre d'une installation géothermique. Ce phénomène est appelé effet d'échelle (ou upscaling en anglais). Comment peut-on passer d'une valeur locale à une valeur globale ? Il n'y a pas de solution évidente et il n'est pas possible de déterminer une valeur unique. Il est possible d'émettre certaines hypothèses conservatrices ou non et donner ainsi une gamme de transmissivité. Il est également possible de déterminer une perméabilité dite « équivalente » pour les 125 mètres de la formation. Une solution aurait été de faire un forage de production, avec une crépine sur l'ensemble de la formation ainsi qu'un massif filtrant qui permette d'éviter la venue des boues. Des méthodes de stimulation auraient pu être utilisées pour augmenter la perméabilité et donc la productivité. C'est uniquement lorsqu'on réalise un forage géothermique selon l'état de l'art des technologies, que les débits mesurés peuvent être considérés comme représentatifs et qu'une comparaison est possible avec les installations du Bassin Parisien. Les perméabilités de 10^{-5} m/s obtenues par les tests hydrauliques dans le forage au Trias sont à notre sens représentatives de ce type de formation. Néanmoins, ils ont rencontré énormément de complications lors de la réalisation

des tests, en particulier à cause des boues, ce qui fait que l'interprétation des résultats est discutable. Les intervalles de confiance donnés sont extrêmement faibles. Nous sommes relativement critiques sur ce point. A notre sens, ils ne sont pas représentatifs de l'intervalle de confiance de la formation du Trias au niveau régional. Nous nous permettons de remettre en doute les intervalles de confiance donnés, qui sont liés aux méthodes mathématiques utilisées.

En l'absence de test sur l'ensemble de la formation, les transmissivités obtenues dans ce forage au niveau du Trias sont à notre sens sous-estimées. Les débits mesurés de 5 m³/h ne sont aucunement représentatifs de ce que vous pourriez obtenir si une installation géothermique était réalisée dans les règles de l'art, dans la région. Seulement dans ce cas, une comparaison des débits avec les installations du bassin de Paris est possible.

Le prochain objectif de l'étude concerne l'évaluation du potentiel géothermique.

Au niveau du potentiel géothermique, M. VERNIER nous a parlé des trois paramètres dont dépend principalement le potentiel géothermique, à savoir : la profondeur, la température et la transmissivité. Il y a d'autres paramètres tels que la chimie des eaux qui entrent également en ligne de compte.

Profondeur : en Suisse, nous faisons des forages à des fins d'électricité à 4 500 mètres. Nous avons parlé de Soultz dont la profondeur du réservoir est équivalente. En Islande, la chaleur est sous les pieds, il n'est pratiquement pas nécessaire de forer. La profondeur du réservoir dans le bassin de Paris est de l'ordre de 2000 mètres. À Bure, vous avez sous les pieds une ressource géothermique située à 1800 mètres de profondeur.

Température : Bure 66°C. Paris 85°C. Il y a trois type d'utilisation, selon les gammes de températures : la basse température, entre 10 et 20°C pour du chauffage ou du rafraîchissement au moyen de pompes à chaleur ; la moyenne température, entre 60 et 90°C, pour du chauffage direct ou pour de l'agriculture sous serres ; la haute température, au-delà de 100°C, pour la production d'électricité, et la très haute température au-delà de 200°C. Avec 66°C à 1 800 mètres, la ressource à Bure se trouve dans des gammes de températures qui permet une utilisation pour du chauffage direct.

Transmissivité : la grande incertitude concerne la transmissivité du réservoir. Il s'agit du paramètre le plus délicat à déterminer et il s'agit du paramètre

déterminant. Les transmissivités sont décrites selon une échelle logarithmique. Pour les transmissivités, on parle de 10^{-5} m²/s ou de 10^{-4} m²/s, soit un facteur 10. C'est gigantesque en comparaison de l'incertitude sur les températures qui varient d'un facteur de l'ordre de 1,1 ou 1,2 (66°C ou 70°C).

Ce paramètre varie non seulement selon plusieurs ordres de magnitude, mais il est surtout difficile à estimer sans un forage. Pour le déterminer, nous avons recours aux tests hydrauliques. Leur interprétation comporte toujours néanmoins une certaine incertitude. Il n'est donc pas possible de prédire la transmissivité du Trias dans une région donnée avec précision, sauf lorsque cette région est intensément forée ou riche en projets existants. Dans ce cas, l'expérience et la connaissance du sous-sol permettent de faire des nouveaux projets sans prendre trop de risques. Dans une région peu explorée, les risques de ne pas trouver d'eau à une température suffisante sont importants (risque minier).

Comme toute l'épaisseur du Trias n'a pas été testée, les transmissivités obtenues à Bure sont sous-estimées. C'est un paramètre dont les variations peuvent être très importantes. Faire un pronostic sur la transmissivité du réservoir à Bure est un exercice difficile auquel personne ne va se risquer. Nous pouvons uniquement donner des plages de transmissivité, en posant des hypothèses optimistes ou pessimistes. L'ANDRA a déterminé une conductivité hydraulique de 10^{-5} m/s. A notre sens, c'est une valeur représentative de ce type de formation. En additionnant les transmissivités des deux intervalles testés, nous obtenons une transmissivité de l'ordre de 10^{-3} m²/s, qui constitue un minimum. En mettant ces résultats en relation avec les transmissivités observées dans le Bassin de Paris et compte tenu de l'incertitude de ce que l'on peut avoir, nous sommes à Bure dans la même gamme de transmissivités que celle mesurées dans le Bassin de Paris, voire supérieure.

Les débits de 5 m³/h ne sont pas représentatifs, car ces débits n'ont pas été obtenus avec un forage géothermique réalisé dans les règles de l'art. Le forage doit être considéré comme un forage d'exploration. Les tests hydrauliques ont certes permis de déterminer la conductivité hydraulique du Trias. Mais les débits ne sont pas représentatifs. Pour nous, avec de telles transmissivités, il doit être possible dans la région, d'obtenir des productivités du même ordre de grandeur que celles obtenues dans le Bassin de Paris.

Pour conclure, j'ai tout d'abord énuméré les différences constatées entre le cahier des charges et les prestations effectivement réalisées. Ensuite, le cahier des charges tel que prévu nous a semblé tout à fait pertinent et les tests hydrauliques ont permis de déterminer la conductivité hydraulique du Trias à Bure. Cette dernière nous paraît tout à fait représentative pour ce type de formation. Les transmissivités estimées pour le Trias sont, à notre sens, sous-estimées. Elles sont également basées sur la base de certaines hypothèses. Du fait des forts effets de colmatage, les valeurs mesurées sont discutables et présentent une grande incertitude qu'il faut prendre en compte.

Nous estimons que les transmissivités mesurées présentent un facteur 5 à 10, ce qui est important. Nous regrettons évidemment l'absence de tests de longue durée, et également les tests d'injectivité, qui auraient pu permettre de tester l'ensemble de la formation. Ces derniers n'ont malheureusement pas pu être réalisés.

Un autre point important concerne les salinités élevées. Ces dernières peuvent entraîner des complications supplémentaires et engendrer des coûts plus importants.

Une température de 66°C a été mesurée au sein du réservoir. Cette valeur peut être considérée comme fiable. Cette température est dans la gamme de températures qui permet à la ressource d'être exploitée pour du chauffage direct. Un des modes d'utilisation possible s'effectue au moyen d'un réseau de chauffage à distance. Sur ce point, je rejoins les propos de M. VERNIER, sur la nécessité de la présence d'un besoin en surface.

Pour information, en Suisse, un agriculteur privé a effectué un forage à 1 500 mètres pour chauffer ses propres serres.

Il convient également de considérer d'autres ressources géothermiques potentielles dans la région, comme des aquifères superficiels ou au moyen de technologies plus profondes de type EGS.

A notre sens, il manque aujourd'hui une étude de faisabilité économique pour un projet concret. Des investisseurs ne seront intéressés à exploiter une ressource géothermique que si la rentabilité est démontrée. C'est la question la plus importante aujourd'hui à nos yeux. Est-ce qu'un projet géothermique est aujourd'hui économiquement et techniquement faisable dans la région ?

M. Jean-Louis CANOVA

Merci M. BADOUX. Vous avez des questions, des réflexions ?

M. Michel MARIE

Simplement pour vous rappeler que Jean-Marc FLEURY avait demandé de faire une intervention à sa place sur la géothermie. Il me l'a transmise et je me permets de lire cette intervention. Je rappelle simplement que Jean-Marc FLEURY a été l'un des très rares – ils étaient trois si je ne me trompe – qui, dès les années 2000, au sein du CLIS, se sont intéressés à ce sujet de géothermie. C'était compliqué puisque treize ans plus tard nous en parlons toujours. Jean-Marc FLEURY a demandé une intervention car il ne pouvait pas être là ce soir, et durant sa vice-présidence, il s'est fortement intéressé à la question. Je ne fais que vous lire sa note, cela nous permettra de lancer le débat.

« La géothermie revient à l'ordre du jour du CLIS, une fois de plus. En préambule à cette intervention, il faut souligner que le travail demandé à GEOWATT est plus compliqué qu'il n'y paraît. »

Jean-Marc FLEURY dit ça parce qu'il a lu le rapport avant ce soir, et tout comme moi il le trouve un peu trop succinct, malheureusement, mais le débat nous permettra peut-être de revenir sur certains points où dans le rapport nous lisons des choses vraiment très intéressantes.

« ... Pas sur un plan technique, que le cabinet maîtrise parfaitement, mais il ne faut pas perdre de vue qu'on lui demandait un avis sur des confrères. Nous devons avoir à l'esprit que le rapport présenté l'est avec une formulation diplomatique et que nous devons donc lire entre les lignes. Et pourtant, quelle limpidité dans la conclusion ! »

Pour Jean-Marc FLEURY deux choses essentielles le frappent : *« Le forage de l'ANDRA ne s'est pas déroulé dans de bonnes conditions. Deuxièmement, les conclusions de l'ANDRA, confirmées alors à cette époque par M. DROUOT, sont fausses et j'oserais dire mensongères. Pour mémoire, la plénière du CLIS du 4 février dernier : tout d'abord, sur les conditions du forage, je vous rappelle les affirmations de M. ROBIN de l'ANDRA : « les tests se sont bien passés », disait-il. On voit ce qu'il en est. Deuxième point, ensuite sur les conclusions de l'ANDRA : la ressource géothermique est médiocre. Ce à quoi M. DROUOT, mandaté par le*

CLIS, répondait : « Et puis, il y a Louis DROUOT qui n'a pas changé d'avis, qui indique que la ressource est médiocre » ».

Donc l'ANDRA disait ressource médiocre et M. DROUOT confirmait.

« Alors que dit l'analyse de GEOWATT sur ces points ? Sur les conditions du forage : « Mais, à notre sens, les résultats obtenus par l'ANDRA sont à prendre avec précaution à cause des raisons suivantes : colmatages importants de la crépine lors des opérations de tests hydrauliques entre obturateurs ; absence de test dans la partie inférieure du Buntsandstein ; absence de test d'injectivité ; absence de test sur l'ensemble du Buntsandstein et intervalles de confiance très faibles. Au vu de la qualité des données ou des difficultés rencontrées pour l'interprétation des tests hydrauliques, nous estimons que les intervalles de confiance des conductivités hydrauliques sont d'un facteur de 5 à 10 environ. »

Jean-Marc FLEURY ne fait que rappeler ce que vient de nous dire M. BADOUX de GEOWATT.

« Le point deux, GEOWATT toujours sur la ressource en géothermie : nous pensons que la transmissivité du Buntsandstein au droit de la zone de transposition serait au minimum dans la gamme des transmissivités rencontrées dans le Dogger parisien ».

« Compte tenu des données et informations disponibles, nous sommes d'avis que les ressources géothermiques du Trias dans la région de Bure peuvent aujourd'hui être exploitées de manière économique avec l'emploi de techniques et de matériels appropriés (référence à la salinité).

Je ne peux pas terminer sans rappeler une ficelle énorme et supplémentaire et de l'ANDRA et de M. DROUOT, toujours en plénière du 4 février, citation : « Ce stockage n'est pas incompatible avec un forage de géothermie ». Or, aujourd'hui dans son rapport, GEOWATT dit : « L'enfouissement des déchets radioactifs empêche l'accès aux ressources géothermiques dans une région donnée et crée ainsi une perte au niveau économique. Et maintenant, que faire ! Deux choses. Point n° 1 : obtenir un nouveau forage permettant enfin de conclure sur les caractéristiques de cette ressource existante qui est supérieure à ce qui est exploité en région parisienne et qui peut être qualifiée d'exceptionnelle et non pas de médiocre ou autres comme cela a été dit par l'ANDRA et M. DROUOT.

Point n° 2 : comme le préconise GEOWATT, il faudrait faire une étude de faisabilité technique et financière par un bureau d'ingénieurs spécialisés et indépendants qui devraient permettre de confirmer la possibilité d'une exploitation géothermique sur le secteur de Bure. Je conclurai en rappelant que le CLIS a payé une étude réalisée par M. DROUOT et que celui-ci a rendu un travail mensonger. Il nous faut en tirer les conclusions et je demande que le bureau du CLIS traite cette question lors de sa prochaine réunion. Enfin, je pose à notre assemblée du CLIS la question essentielle : l'ANDRA mérite-t-elle notre confiance sur les recherches qu'elle mène à Bure ? »

Au vu de la réponse de l'analyse et du rapport géothermique, nous avons déjà des éclairages.

M. Jean-Louis CANOVA

M. BADOUX, vous avez des commentaires à faire ?

M. Vincent BADOUX

La température a été mesurée. Elle est donc connue, de même que la profondeur. Concentrons-nous sur les transmissivités. L'ANDRA a fait un test entre obturateurs et a obtenu une valeur. Dans le rapport d'opération il y a beaucoup d'autres valeurs qui proviennent de tests similaires. L'ANDRA n'a retenu qu'une valeur qui nous paraît effectivement représentative de ce type de formation. Vous avez toute l'information à disposition et je ne pense pas qu'il y a besoin de faire un nouveau forage pour faire des mesures supplémentaires à ce niveau-là. Est-ce qu'une conductivité hydraulique de 10^{-5} m/s constitue une ressource exceptionnelle ? Il convient de relativiser. Si vous présentez ces données en Islande, ils diront qu'il n'y a rien d'exceptionnel. En Suisse, on rêverait néanmoins d'avoir une telle ressource. Bure dispose d'un aquifère avec des températures suffisantes à une profondeur de 1 500 mètres, ce qui est relativement bien accessible.

M. Jean-Paul LHERITIER, UPA

Le débit du forage, $5 \text{ m}^3/\text{h}$ est-il maximum ? Combien peut-on sortir en débit/heure à 66°C par rapport à Paris par exemple ?

M. Vincent BADOUX

Ces débits ont été obtenus lors de tests hydrauliques alors que la crépine était colmatée. Le forage a de surcroît un diamètre inférieur à un vrai puits d'exploitation. Les caractéristiques du forage font qu'ils ont obtenu un débit $5 \text{ m}^3/\text{h}$ lors de tests. Ils ont également pu déterminer une transmissivité. Il n'est pas possible de déterminer le débit qu'il aurait été possible d'obtenir si le forage avait été réalisé dans les règles de l'art. Nous pouvons estimer que sur la base des transmissivités mesurées, des débits comparables à ceux du Bassin de Paris auraient pu être obtenus.

M. Jean-Paul LHERITIER

On parle de $5 \text{ m}^3/\text{h}$, c'est rien.

M. Vincent BADOUX

Ces valeurs-là ne sont pas du tout représentatives de ce que vous obtiendrez si vous effectuez un forage d'exploitation géothermique.

M. Jean-Paul LHERITIER

Alors à Paris, combien y a-t-il de débit ?

M. Vincent BADOUX

$140 \text{ m}^3/\text{h}$, $200 \text{ m}^3/\text{h}$, peut-être $400 \text{ m}^3/\text{h}$.

M. Jean-Paul LHERITIER

Est-ce qu'un forage réalisé à cette profondeur peut sortir $400 \text{ m}^3/\text{h}$?

M. Vincent BADOUX

Je ne peux pas vous répondre aujourd'hui, car le paramètre important est la transmissivité et ce dernier ne peut être estimé à l'avance. Nous disposons aujourd'hui d'une valeur pour la région, qui indique que les transmissivités sont bonnes, voire très bonnes. Je partage complètement l'avis de M. VERNIER. Si vous voulez faire un forage géothermique, il faut tout d'abord avoir un besoin en surface. Cela ne sert à rien de faire un forage géothermique si vous ne savez pas quoi faire de la chaleur. Y a-t-il, dans la région, un réseau de chauffage à distance ?

M. Jean-Paul LHERITIER

Non. On aurait pu envisager quand vous en avez parlé avec le BRGM tout à l'heure, la cogénération. Aujourd'hui, en faisant de la cogénération, nous avons des températures trop basses, mais c'était l'idéal. Nous fabriquons de l'électricité et avons un réseau de chaleur à côté, là nous pouvions faire quelque chose. Mais avec une température de 66°C, je ne pense pas que nous puissions faire de la cogénération.

M. Vincent BADOUX

Non, la cogénération c'est d'abord la production d'électricité, ensuite vous générez de la chaleur. Pour rendre votre exploitation rentable, il peut être nécessaire de vendre les deux.

M. Jean-Paul LHERITIER

C'était plus facile de vendre derrière la cogénération parce qu'on produisait du gratuit derrière elle et on vendait l'électricité. Là peut-être !

M. Vincent BADOUX

Aujourd'hui, une exploitation géothermique à des fins de chauffage direct avec des niveaux de température de l'ordre de 66°C, 70°C ou 85°C est à nouveau très tendance. De nombreuses installations de ce type sont en cours de réalisation en Europe. C'est de cette utilisation directe de la chaleur dont nous parlons aujourd'hui. Y-a-t-il un besoin dans la région ? Je ne le sais pas, car je ne connais pas la région.

M. Jean-Paul LHERITIER

Il va se faire à côté de Commercy, à trente kilomètres d'ici, une centrale de méthane, méthanisation en cogénération, c'est-à-dire que le méthane récupéré au niveau des boues des vaches et autres, va pouvoir faire de l'électricité avec une turbine derrière et derrière un réseau de chaleur, pour le village. Là nous sommes d'accord ! Mais ici il n'y a rien. Les 66°C il faut les maintenir en température, juste à la sortie du forage et s'en servir directement. Autrement cela ne sert à rien.

M. Maurice MICHEL, ASODEDRA de l'Ouest Vosgien

Je n'ai pas compris pourquoi vous estimez qu'il n'est pas nécessaire de faire un nouveau forage, alors que dans vos conclusions, vous les entourez de beaucoup de précaution et vous pointez du doigt de nombreuses incertitudes. Est-ce qu'un nouveau forage ne pourrait pas lever ces ambiguïtés et ces incertitudes ? Un nouveau forage, compte tenu du coût de CIGEO, c'est 0,006 % du coût total de l'installation.

M. Vincent BADOUX

Si vous faites un forage aujourd'hui sous cette maison, vous allez obtenir une certaine valeur de transmissivité et elle ne vous dira pas forcément quelque chose sur les conditions se situant à 200, 300 ou 500 mètres à côté.

M. Maurice MICHEL

Il faut en faire plusieurs.

M. Vincent BADOUX

C'est le problème de la géologie. Spatialement, la transmissivité est un paramètre qui varie très fortement. Dans le Bassin de Paris ou par exemple le bassin munichois, il y a abondance de forages et beaucoup de données à disposition. Cela permet aux géologues et porteurs de projets de pouvoir prédire la transmissivité avec une faible incertitude. Ils peuvent dire si une zone paraît transmissive ou pas. Ils peuvent estimer les chances de succès. Par succès, j'entends que le forage obtient des bonnes températures et des bons débits. A Bure, vous avez la chance d'avoir un forage qui présente de bonnes valeurs de transmissivité. A mon sens, il faut aujourd'hui identifier un projet avec un besoin en chaleur. Ensuite vous pourrez vous demander quelle est la productivité si un forage devait être réalisé dans telle ou telle zone. Il est malheureusement difficile de le faire en avance. Un deuxième forage vous permettra tout au plus de réduire l'incertitude et de lever certaines hypothèses.

M. Jean-Paul LHERITIER

GRDF calcule ses extensions de réseaux sur le B/I (bénéfice sur investissement). Tout industriel qui voudra réaliser quelque chose calculera son bénéfice sur investissement et là, zéro.

M. Claude HUVELIN

Qui y a-t-il sous ce Trias ? Nous sommes allés jusqu'au Trias mais l'accord indiquait que pour faire ce sondage, il fallait toucher le Permien et rentrer dedans d'au moins trente mètres. Sitôt arrivé au Permien, on s'est arrêté, on ne sait pas ce qu'il y a dessous. Si notre schéma est bon, il y a du Permien sur 2 000 mètres, cela fait beaucoup et nous ne savons pas ce qu'il y a dedans. Il serait temps de faire un sondage, qui aille jusqu'à 4 000 mètres, cela nous permettrait de savoir ce qu'il y a dans ce Permien que l'on met sous forme d'un petit bassin épais, à mon avis par équivalence avec certains points de la géologie, c'est un Graben recouvert par le Trias. Un Graben est un espace de sédiments bordé par failles. C'est un morceau de sédiment plus ancien qui reste là par failles. Ce serait recouvert transgressivement par le Trias. C'est très intéressant de savoir ce qu'il y aurait là-dessous parce que vous auriez peut-être du chauffage électrique dans la région.

M. Antoine GODINOT

Effectivement, dans le rapport ERDYN, il avait été demandé à ce que l'on aille au Permien. J'ai retrouvé une lettre de MNE au CLIS qui demandait que dans cette étude de GEOWATT soit demandé un coup d'œil sur le Permien. M. BADOUX, puisque l'on ne vous a pas demandé d'étudier le Permien, il se trouve que juste en-dessous de Bure, en-dessous du forage EST 433, nous avons un bassin Permien épais de 2 800 mètres d'épaisseur, tout en grès et argile, c'est-à-dire vingt fois l'épaisseur du Buntsandstein. Les données venant du référentiel ANDRA 2001 ne vous ont pas été données non plus, vous ne pouviez pas le savoir, mais j'entends M. VERNIER dire que ce n'est pas exceptionnel. Je m'attendais d'ailleurs à ce qu'il le dise puisque son patron est M. Patrick LANDAIS venant de l'ANDRA.

Justement, nous avons une épaisseur exceptionnelle d'une série gréseuse et moi je vous pose la question : que peut-on faire de cette série gréseuse avec les techniques modernes ou pas ?

M. Claude HUVELIN

Ce Permien serait un Graben recouvert en discordance par le Trias, c'est-à-dire qu'il y a eu une phase de faillage antérieure à une transgression triasique. Nous avons le même genre de phénomène au Maroc, c'est-à-dire des Grabens enfouis,

il y en a en particulier à la mine de Mohammedia au nord de Casablanca, ces Grabens enfouis et recouverts transgressivement par du crétacé, ce n'est pas tout à fait la même chose, mais enfin le phénomène est le même. Quand vous allez sous le crétacé, vous avez cet espace faillé, ce Graben. Et que trouve-t-on dans ce Graben ? Trois cents mètres de sel pur, de quoi faire une belle mine et d'ailleurs ils l'exploitent. Quelles ressources peuvent se trouver dans ces 2 000 mètres supplémentaires qui ne valent pas la peine de tenter un forage à 4 ou 5 000 mètres. D'autant plus que vous risquez de tomber sur de l'eau chaude.

M. Vincent BADOUX

Je ne connais pas le Permien dans la région. Evidemment, une étude a montré que le Trias était l'aquifère qui présente le meilleur potentiel dans la région. C'est pour cette raison que nous nous sommes focalisés sur cet aquifère.

Intervenant

Nous aurions aimé que l'on vous donne cette tâche en plus...

M. François MATIVET

J'ai entendu des choses extraordinaires ce soir et d'autres moins. Vingt ans à l'échelle géologique c'est vraiment rien, c'est une seconde. En fait, il y a vingt ans, dans les décharges de déchets ménagers en Belgique, on fermait puis on enfouissait du plastique. Aujourd'hui, depuis 2012, en Belgique on rouvre les décharges de déchets ménagers pour récupérer le plastique pour faire du pétrole. Il y a une ressource avérée sous Bure, maintenant c'est très clair, et une autre chose très claire est que l'ANDRA a menti et j'ai tendance à ne pas faire confiance aux menteurs. Il y a une ressource avérée très clairement, peu importe qu'elle soit exploitable aujourd'hui ou demain, de toute façon il faut la préserver. Ce n'est pas en mettant des déchets radioactifs dessus que nous la préserverons. Que faut-il faire pour préserver cette ressource pour les générations à venir ? Aujourd'hui il y a quatre-vingt-dix habitants à Bure, mais qui dit que dans vingt ou cinquante ans il n'y en aura pas deux cents, cinq cents ou dix mille ! Aujourd'hui, notre devoir est de préserver cette ressource-là pour les générations futures.

M. Claude KAISER

Je suis un peu ému, c'est la première fois depuis des années que j'ai l'occasion sans risquer le procès en diffamation, de traiter les gens de l'ANDRA de dissimulateurs, de menteurs et de tricheurs, et je pèse mes mots !

M. Jean-Louis CANOVA

Soyez courtois quand même M. KAISER.

M. Claude KAISER

Non monsieur, je pèse mes mots, je les répète et les répéterai partout où il le faudra, parce que les conclusions du cabinet GEOWATT sont suffisamment claires et éloquentes pour prouver qu'il y a eu dissimulation, tricherie sur l'interprétation des données. Ma question s'adresse un peu à tout le monde : peut-on confier le suivi d'un projet aussi important que l'enfouissement des déchets radioactifs et le sort des générations futures à des menteurs ? Mon collègue Jean-Marc FLEURY a fait toute une liste de propositions et revendications sur des forages, moi j'en vois une s'imposant avant toutes les autres, c'est l'arrêt immédiat des travaux de Bure confiés à des menteurs. Arrêt immédiat, maintenant, est-ce qu'on attend quinze jours, est-ce qu'on attend trois semaines ou est-ce que l'on vire l'ANDRA tout de suite ? Des gens qui sont capables de mentir aussi effrontément à des élus, à des populations entières ne sont pas dignes de poursuivre ces travaux. Voilà où nous en sommes aujourd'hui. Je le savais, je m'en doutais, mais aujourd'hui nous en avons la preuve, ces gens-là sont capables de mensonges. Il y a une ressource géothermique à Bure, même si certains comme Jean-Paul font semblant de ne pas comprendre qu'elle est exploitable et qu'elle peut être rentable, c'était pourtant assez clair dans l'exposé. Ces gens-là ont voulu le dissimuler pour poursuivre le projet. Ce n'est pas à eux de décider, ils ont triché, ils ont menti, quand les vire-t-on ? C'est dommage qu'ils ne soient pas là, j'espère que cela leur sera répété.

M. Jean-Louis CANOVA

Si, ils sont là.

M. Claude KAISER

Ah très bien ! Je vous le dis en face, madame, voilà ce que vous êtes : des menteurs, des dissimulateurs et des tricheurs.

M. Jean-Louis CANOVA

Je passe la parole à l'ANDRA pour un droit de réponse.

Mme Sarah DEWONCK, ANDRA

Quand on nous traite de tricheurs, menteurs, je voudrais quand même apporter quelques éléments de réponse. Nous sommes tout à fait en phase avec le rapport présenté comme il vous l'a été dit aussi bien par le BRGM que M. BADOUX, pour déterminer un potentiel nous avons besoin de connaître la température. Le log de températures a été fait, stabilisé, équilibré, nous avons eu une valeur de 66°C, la température a été trouvée à 1 855 mètres dans le Trias...

M. Antoine GODINOT

C'est au-dessus des grès ?

Mme Sarah DEWONCK

Non c'est dans le Trias...

M. Jean-Louis CANOVA

S'il-vous-plaît !

Mme Sarah DEWONCK

Comme on en est tous d'accord aussi, le gradient est de 3°C par cent mètres, si vous faites le calcul, personne ne le remet en cause, de 66°C pour aller à la base des grès, ajoutons 3 à 4°C, nous avons 70°C. Il faut au moins être entre 70 et 80°C, nous sommes plutôt dans la fourchette basse.

M. Antoine GODINOT

60 à 70°C, pas 70 à 80.

Mme Sarah DEWONCK

Je me réfère aux transparents présentés tout à l'heure, c'était entre 70 et 80°C. Sur la température, je ne vois pas du tout où l'ANDRA a pu mentir. Encore une fois, cette valeur n'est pas exceptionnelle. Nous avons besoin de déterminer une transmissivité : comme il vous l'a été dit également, le sous-sol est connu, mais nous ne savons pas à dix mètres près ce que nous allons trouver. Quand nous avons réalisé le forage, nous avons fait des diagraphies de porosité. Elles ont pu

nous montrer là où nous étions très précisément, les zones les plus poreuses, pouvant apporter le plus de débit de quantité d'eau. Monsieur a dit qu'il y avait trois zones à tester et il a tout à fait raison, nous n'en avons testé que deux. Si vous regardez ces diagraphies de porosité, les zones testées sont celles de plus haute porosité. D'ailleurs sur les deux tests effectués, nous voyons aussi par rapport aux diagraphies, que sur le test 1 nous avons une porosité moins importante que sur le test 2 et ces tests ont été confirmés. La zone n° 3 que nous avons testée, par rapport au prévisionnel géologique, nous avons pensé que la zone la plus productive serait au-dessus. C'est pour cela que nous avons voulu le vérifier. En le vérifiant, nous avons rencontré des problèmes de colmatage, ce sont les photos que vous avez vues. Sur les tests 1 et 2, nous avons pu les réaliser et avons fait appel à des gens sachant interpréter ces tests.

Pour les forages nous avons fait appel également à des personnes faisant des forages dans le Bassin de Paris, dans le Dogger, qui connaissent tout à fait l'état de l'art. Nous avons utilisé de la boue parce qu'en rencontrant des horizons gréseux avec des lits argileux entre, nous avons des problèmes de tenue de forage. Si nous ne mettons pas une boue un peu dense et qui appuie sur les parois de forage, nous perdons le forage, c'est aussi simple que cela. Après, il y a des techniques et nous essayons de faire le mieux possible, avec la géologie rencontrée.

Troisième élément que je voudrais mettre en avant, nous avons vu que la salinité pouvait poser des problèmes. M. VERNIER a mentionné tout à l'heure que le Dogger du Bassin de Paris avait des salinités de l'ordre de 30 g/l. Dans celui réalisé, la salinité est de 179 g/l.

M. Antoine GODINOT

Je crois que c'était 120...

Mme Sarah DEWONCK

Même si vous voulez 120, c'est quand même entre quatre et six fois plus que...

M. Antoine GODINOT

Comme en Allemagne et au Danemark, pareil où ils exploitent depuis 1997...

Mme Sarah DEWONCK

Je ne vous dis pas que c'est impossible, je vous dis que ce sont des éléments ne faisant que compliquer le fait de l'exploitation. Vous allez avoir à réinjecter de l'eau puisqu'au niveau de la salinité, cette eau que vous allez pomper ne sera pas remise dans la nature. Vous savez tout aussi bien que moi que pomper est plus facile que de réinjecter. Vous allez avoir des problèmes de corrosion qui vont altérer votre forage et au lieu de durer trente ans, il ne durera que dix ans. C'est pour cela que l'argument économique est un point important, oui, parce que nous regardons si la ressource est exceptionnelle ou pas. Comme cela vous a été dit aussi, je pense que des ressources de ce même type, dans l'est du Bassin de Paris, nous en avons beaucoup. En dehors de la zone, et d'ailleurs je ne vois pas l'incompatibilité qu'il y a entre le fait de faire CIGEO et le fait d'avoir des forages géothermiques. A partir du moment où l'on est en dehors de la ZIRA et des 15 km² que ferait CIGEO s'il y était autorisé, nous pouvons faire des forages jusqu'au Trias s'il y a un besoin. Les difficultés que nous avons eues pour estimer des débits, il faut vraiment être en condition et les débits que nous avons sont dépendants des diamètres des ouvrages. Ensuite, je pense que durant la phase d'exploitation de CIGEO s'il voit le jour, si nous nous mettons en dehors de cette zone de la ZIRA, nous aurons le même potentiel qu'à la verticale de Montiers pour le forage EST 344, donc je ne vois pas l'incompatibilité. Le dernier point, si après la fermeture de CIGEO – si CIGEO existe, après sa phase d'exploitation, une fois fermé et malgré les efforts que l'on fait pour en conserver la mémoire, on l'oublie, nous avons des scénarios d'intrusion étudiés pour voir l'impact que cela aura. Dans les études de sûreté c'est pris en compte. Ce soir, tout le monde peut être d'accord sur le fait que la ressource géothermique n'est pas exceptionnelle à l'endroit du forage et dans la zone.

M. Antoine GODINOT

Mais sous le Trias, au Permien ?

Mme Sarah DEWONCK

Moi je ne suis pas allée au Permien, vous peut-être ! Les problèmes que nous avons eus pour aller forer à 2 000 mètres, vous imaginez à 4 000 qu'ils seront encore plus compliqués.

Mme Corinne FRANÇOIS

Je vous admire vraiment, car ce soir vous arrivez à vous sortir une épine du pied alors que vous avez manipulé des résultats, que d'un côté votre rapport de 2008 et 2009 disait que la ressource était faible, négligeable, donc il n'y a absolument pas de problème, nous sommes dans les clous, la règle fondamentale de sûreté dit : « il ne peut pas y avoir de stockage à l'aplomb d'une ressource géothermique »... Qu'est-ce que ça veut dire exceptionnel ? Or, ce soir vous arrivez à reconnaître que vous êtes d'accord avec les deux personnes présentes, que M. BADOUX nous présente que les travaux n'ont quand même pas été trop bien menés, sinon pas du tout avec le tableau du départ, partiellement, etc., mais cela n'a pas empêché l'ANDRA de dire que c'était négligeable et très faible. Or, j'ai entendu tout à l'heure M. BADOUX indiquant : « si nous, nous avions cela chez nous, nous serions super contents ! ». Cela veut quand même bien dire qu'il y a une ressource bonne à exploiter ! Vous pourriez avoir l'humilité de reconnaître que les travaux que vous avez menés ont été mal menés, avec des conclusions n'allant pas dans le bon sens et vous sortez avec une pirouette aujourd'hui, alors que vous devriez prendre la porte et vous excusez d'avoir trompé tout le monde.

M. Vincent BADOUX

Je ne critique pas les travaux de l'ANDRA qui sont réalisés avec beaucoup de professionnalisme. Au niveau de la réalisation des tests hydrauliques et de leur interprétation, ils ont néanmoins rencontrés quelques difficultés. A nouveau, je ne critique pas l'ANDRA sur la manière de réaliser ces travaux et sur l'interprétation au niveau des transmissivités. La seule chose que je remets en cause, ce sont les débits mentionnés dans ce rapport. $5 \text{ m}^3/\text{h}$ n'est absolument pas représentatif des débits que l'on obtient avec des forages de production. Pour moi, tout le reste est en ordre. Ce débit est le critère important ! J'émetts une petite critique concernant la gamme de températures dite « inférieures ». Le point important est que nous sommes dans une gamme de températures directement utilisable pour du chauffage à distance ($> 60^\circ\text{C}$). Bien entendu, 85°C serait préférable. Mais si la température est inférieure à 60°C , alors il n'est pas possible d'utiliser cette ressource pour du chauffage direct. A-t-on atteint le seuil de 60°C ou pas ? Combien coûte un forage de 2 000 mètres ? Quelle puissance thermique en MW peut-on obtenir d'une telle ressource ? A quel prix

peut-on la vendre ? Vous avez raison sur un point. La salinité rencontrée augmentera les coûts de production à cause des problèmes éventuels de corrosion. Les pompes immergées sont très chères. Au lieu de durer trente ans ou dix ans, elles dureront peut-être cinq ans. Après quoi il faudra les remplacer. Tout cela doit se calculer dans le cadre d'une étude de faisabilité économique et financière. Est-ce qu'une telle installation est économiquement rentable et à quel terme ? Peut-on faire un forage à cette profondeur-là ? Apparemment c'est faisable. Est-ce rentable ? C'est la grande question !

Je me permets de donner ici un avis très personnel sur le stockage radioactif. Ce sont des questions de sécurité nationale, nous avons la même problématique en Suisse où la NAGRA a fait une sélection de sites. Cinq sites ont été retenus. Nous sommes dans le même type de système. Pour moi il y a des questions de priorité à définir et c'est aux politiques de dire quelles sont les priorités. Est-il plus important d'avoir un site où l'on peut stocker avec toute la sécurité nécessaire des déchets radioactifs ? Nous avons des déchets radioactifs. C'est un problème qu'il faut régler. C'est un fait qu'il faut pouvoir les stocker quelque part. Je ne connais pas les règles françaises, mais à mon sens, le fait de stocker des déchets nucléaires dans une région donnée rend une ressource inexploitable, du moins pendant un certain temps. La mise en balance économique des deux pour une région est importante. C'est la question.

M. Michel MARIE

Pour rebondir sur ce que vient de dire M. BADOUX concernant les températures. Au bureau du CLIS, quand nous nous sommes intéressés à la question il y a déjà un certain temps, nous nous étions adressés à Paris puisque nous l'avons dit et répété, c'est un des exploitants les plus importants, en leur donnant la température supposée à cette époque-là, effectivement c'était 60°C, nous entendons maintenant parler de 66, et il y a déjà quelques années nous avons des astuces nous permettant de faire monter la température en passant par les moteurs, etc., tout un tas de choses permettant de faire monter la température. C'est intéressant à savoir parce que le fond du problème est double : premièrement, on veut ou pas. Evidemment, si l'on ne veut pas, on n'en parle plus.

Le point intéressant est qu'au CLIS et notamment son conseil d'administration, nous cherchons depuis des années et des années, à savoir si oui ou non il y a un

potentiel. Pendant très longtemps il nous était répondu que non. J'ai repris moi aussi ce que disait l'ANDRA, je lis : « ressource faible ». Aujourd'hui vous nous dites que ce n'est pas du tout faible ! C'est une clé de voûte. Le deuxième point, les aspects économiques, cela nous intéresse également, là aussi effectivement nous avons une dualité entre ce que l'on fait avec cette région, ce secteur. Je pense que tous, industriels, monde économique ou simples citoyens, ce qui nous intéresse, c'est aussi le développement de notre région. Or, il semblerait que nous ayons quelque chose et s'il y a une ressource, ne peut-on pas l'exploiter ? Cela me paraît une démarche importante en tant que citoyen.

Ce point économique, je le couple avec ce que disait la RFS « Règle Fondamentale de Sûreté » rédigée par le Ministère de l'Industrie, en juin 1991, avant toutes les démarches. Que dit-elle ? Elle ne parle pas de potentiel géothermique exceptionnel et tout ce que l'on peut entendre. Non, elle ne dit qu'une seule chose que j'ai relevée ici : « *Il faut qu'il n'y ait aucune ressource par sûreté* ». Si on faisait un enfouissement de déchets radioactifs, en Suisse comme en France, il faut absolument qu'il n'y ait aucune ressource parce qu'un jour ou l'autre, aujourd'hui, dans dix ans, dans vingt ans ou cinquante ans, nos descendants pourraient se dire puisqu'il y a une ressource ici, je vais l'exploiter. Alors, je rappelle qu'il y a dix ans, effectivement, on nous a balayés d'un revers de main, comme ce soir, mais de toute façon ce n'est pas rentable. Il y a dix ans, c'était encore moins rentable que maintenant, vous l'avez montré, le BRGM l'a montré, le Sénat, nos gouvernants commencent à s'intéresser à la géothermie beaucoup plus qu'il y a dix ans. Et dans dix ans, quand le pétrole coûtera plus cher ? Il n'y aura pas de ressource intéressante pour les gens du coin ! J'aimerais bien que nous discussions des aspects économiques et que ce soit une carotte à exploiter, cela montrerait que nous avons de bons élus.

Le troisième et dernier point, fondement de ce que cherche le CLIS, y a-t-il oui ou non potentiel géothermique ? Je pense que cela a été assez démontré et dit, je ne sais pas comment dire autrement que « l'ANDRA nous a roulés dans la farine ! ». Il y a dix ans, nous avons demandé qu'il y ait un forage jusqu'au socle – je me souviens même du terme – il faut forer jusqu'au socle pour savoir si oui ou non il y a des aquifères et des potentiels géothermiques. Or, l'ANDRA n'a jamais, jamais, jamais été jusqu'au socle. Ne serait-ce qu'à 2 000 mètres de profondeur, voire plus ! Combien y a-t-il eu de forages ? Un seul, il faut le dire,

après la loi 2006 car cela arrangeait bien tout le monde, et puis surtout grâce au CLIS ayant fait cette démarche de saisir votre cabinet, nous découvrons qu'en plus ce forage n'aurait pas dû être fait ainsi. Si l'on voulait chercher un potentiel géothermique, il aurait fallu faire un forage spécifique. Autrement dit, les dés sont pipés de tous les côtés, je pense qu'au niveau du CLIS nous avons un réel malaise à ce niveau-là. Je rejoins ce que disait quelqu'un dans le fond de la salle, il y a une entourloupe énorme. Il y a peut-être des questions à se poser tout de même !

M. Vincent BADOUX

Le forage tel que réalisé permet de quantifier le potentiel géothermique de la région.

M. Michel MARIE

Sauf qu'il y a un problème sur les débits et que si l'on en avait fait un spécifique, nous en saurions plus.

M. Michel GUERITTE

Sauf que les conclusions sont totalement inverses.

M. Vincent BADOUX

Juste sur la question des débits. Nous ne pouvons pas prédire les débits sur la base...

M. Michel MARIE

Pourquoi fait-on un forage géothermique s'il nous manque des résultats ?

M. Vincent BADOUX

Pour obtenir la température, la conductivité hydraulique et la transmissivité. Sur cette base-là, il est ensuite possible d'estimer des débits d'exploitation et faire des planifications de projets. Les débits peuvent également varier selon comment le forage est réalisé et selon son emplacement exact.

M. Michel MARIE

Sauf que nous ne sommes pas comme la NAGRA en Suisse, nous sommes sur ce projet depuis vingt ans passés, et ces conclusions nous aurions dû les avoir il y a des années. Il est temps, en 2013, de nous donner des conclusions et encore, nous les avons parce qu'il a fallu se battre. Ce n'est pas à vous que je dois dire

cela, je le dis à l'ensemble du CLIS, à tous les gens présents, car nous sommes tous concernés. En tant que citoyen je n'accepte pas ce malaise et cela entache effectivement le projet d'une tache noire énorme. Au niveau confiance et des conclusions à tirer, nous en parlerons lors du prochain conseil d'administration du CLIS, il y a des questions et des choses à faire maintenant.

M. Jean-Louis CANOVA

C'est notre rôle.

Mme Corinne FRANÇOIS

M. BADOUX, dans votre rapport vous dites que l'on peut faire des investigations supplémentaires. Pouvez-vous développer si c'est vous qui pouvez les faire ou connaissez-vous des cabinets ? Vous avez fait des propositions à la fin du rapport. Cela nous intéresse en tant que CLIS. *« La réalisation d'une étude de faisabilité technique et financière par un bureau d'ingénieurs spécialisés et indépendants devrait permettre de confirmer les suppositions. Les suppositions c'est quoi ? Les ressources géothermiques du Trias dans la région de Bure peuvent être aujourd'hui exploitées de manière économique avec l'emploi de techniques et de matériel appropriés. »*

Vous dites bien que sel, boues, on s'en moque, il y a de la géothermie, elle existe, on peut l'exploiter de manière économique. Cela débouche sur du concret, et qu'il peut y avoir une étude de faisabilité technique et financière. Cela nous intéresse en tant que CLIS...

M. Vincent BADOUX

L'étude de faisabilité technique et financière va vous dire si une telle installation est techniquement faisable, quelle quantité de chaleur va pouvoir être produite, et enfin à quel prix la chaleur va pouvoir être vendue. La ressource géothermique correspond à la quantité de chaleur stockée d'une part, et celle qui peut être exploitée au moyen des technologies actuelles, d'autre part. La notion de potentiel géothermique fait intervenir de surcroît les aspects liés au besoin en chaleur (utilisation en surface). Cela rentrera dans l'étude. S'il y a un besoin en surface, ce type d'exploitation devrait être aujourd'hui rentable – du moins pour un tel type de projet en Suisse. Si un réseau de chauffage à distance est existant, la rentabilité d'une telle installation est généralement démontrée. Si en plus du coût de forage, il faut créer ou développer un réseau de chauffage, dans

ce cas-là la faisabilité économique est plutôt négative. Mais il y a d'autres types de besoin que ceux liés à l'utilisation d'un réseau de chauffage à distance. On peut imaginer des besoins pour l'agriculture, comme pour chauffer des serres, ou une exploitation type balnéaire. Tous ces aspects sont pris en compte lors d'une étude de faisabilité économique et financière. Je ne connais pas les conclusions, si une telle étude devait être réalisée dans la région ! Il y a également la question de l'indépendance des bureaux d'étude.

Mme Corinne FRANÇOIS

Cela peut être vous ? Ça rentre dans vos compétences ?

M. Vincent BADOUX

Oui, cela pourrait être GEOWATT. La question de l'indépendance est importante. Bien que l'indépendance absolue n'existe pas, nous pensons être suffisamment indépendant et pouvons ainsi réaliser une telle étude.

M. Jean-Louis CANOVA

Nous sommes assujettis aux appels d'offres, Madame FRANÇOIS !

M. VERNIER, vous pouvez nous présenter vos cartes ?

M. Romain VERNIER

Cette première carte est plus à des fins d'exhaustivité (**annexe 9**) ; le numéro de rapport figure ici et elle est issue de travaux réalisés en 1989. C'est une échelle très large, vous reconnaissez ici l'agglomération parisienne. Je préfère passer plutôt à celle qui est plus actuelle et complète, réalisée dans le cadre d'un projet CLASTIQ consacré aux ressources de type Trias. Nous ne parlons donc ici que du Trias (**annexe 10**).

En fait, nous rejoignons ce qui vient d'être dit, c'est-à-dire qu'à l'époque c'était plutôt une vision de la chaleur en place et puis après se pose la question de son exploitabilité. L'évaluation de la chaleur en place est obtenue par croisement d'un certain nombre de paramètres, on trouve un maximum qui est un petit peu excentré de Paris, vers la Brie, des zones favorables qui vont vers la Champagne... Aujourd'hui le Trias n'est pas une ressource exploitée, à Bure comme ailleurs. Comment cela est-il calculé ? On prend en compte l'énergie stockée, qui est liée à la température ; on comprend bien que plus la température est élevée plus nous pouvons utiliser...

Mme Corinne FRANÇOIS

Vous pouvez nous montrer où se trouve Bure ?

M. Romain VERNIER

Châlons-en-Champagne est ici, puis vous le trouvez un peu plus loin.

Mme Corinne FRANÇOIS

Ce n'est pas une carte précise de 1984...

M. Antoine GODINOT

Nous avons mis cette carte dans le document sur le site du CLIS dans l'une de nos annexes. Je peux aussi avec vous, si M. CANOVA le veut bien, donner commentaire de la carte et je donnerai le nôtre qui est déjà sur le site du CLIS.

M. Romain VERNIER

Je finis mon commentaire : c'est calculé à partir de la température, plus elle est élevée, plus potentiellement je peux exploiter une énergie importante. Ensuite, c'est lié à l'épaisseur de la formation, qui, plus elle est élevée, plus potentiellement si j'arrive à exploiter l'ensemble de l'épaisseur de la formation, je vais pouvoir retirer plus d'énergie ; ensuite, c'est multiplié par un facteur de récupération qui n'est pas forcément très variable, mais qui dit qu'on n'arrive jamais à tout exploiter parce que tous les niveaux ne sont pas producteurs, etc.

En regardant dans le détail, il y a aussi des aspects de profondeur, qui rentreront dans des questions de calculs économiques : plus c'est profond, plus ça coûte cher... Les facteurs les plus importants sont les températures, assez corrélées avec la profondeur, et les aspects d'épaisseur. Nous sommes plutôt en ce qui concerne l'est, sur des effets d'épaisseur et davantage sur des effets de températures au niveau de l'ouest. D'où cette double bulle, celle de l'ouest étant plus forte que celle de l'est ; celle de l'ouest est plutôt due à des questions de température. On dépasse à ces endroits-là les 100°C, sans pour autant que ce soit des températures de 150°C ou plus, permettant d'envisager de la cogénération. A l'est, nous sommes plus sur un effet d'épaisseur.

Je suis désolé d'insister sur ce que l'on disait en termes d'existence de ressources mais c'est important : autour de Munich il y a effectivement énormément d'opérations qui se font actuellement parce que nous avons à la fois

une ressource et des besoins. Dans le Bassin Parisien, certains projets se font aussi. Sachez que ce n'est pas au droit de Paris que la ressource dans le Dogger est la meilleure, c'est bien meilleur à Coulommiers, dans des zones un peu plus à l'est ; il y a effectivement quelques forages à Coulommiers. Maintenant, nous pourrions très bien aller de Coulommiers à Paris et forer tous les trois kilomètres et faire des puits et en sortir 10 MW avec un niveau de risque tout à fait mesuré. Mais personne ne le fait faute de besoin à satisfaire qui soit suffisamment mutualisé. De la même manière, l'étude technico-économique à Bure montrerait que certes nous avons une ressource correcte, mais lorsque l'on n'a pas le besoin sur place...

Mme Corinne FRANÇOIS

M. VERNIER, arrêtez-vous là, vous venez de dire « certes il y a une ressource qui est correcte », cela nous suffit.

M. Jean-Louis CANOVA

Mme FRANÇOIS, s'il-vous-plaît !

Mme Corinne FRANÇOIS

Vous n'avez jamais parlé de CIGEO...

M. Jean-Louis CANOVA

Ce n'est pas très correct.

Mme Corinne FRANÇOIS

Je sais bien que ce n'est pas correct, mais nous n'allons pas repartir deux heures sur l'ensemble... Le sujet d'aujourd'hui est : « est-il raisonnable, sensé, pas dangereux et sûr de mettre des déchets radioactifs au-dessus d'une ressource géothermique ? » C'est la question, après ce qui se passe dans le Bassin Parisien, nous n'allons pas refaire votre exposé du début. Je vous interroge en tant que spécialiste du BRGM, cela vous paraît-il raisonnable ? Vous venez de le dire, il y a une ressource en-dessous qui existe, elle est correcte. C'est ce qui a été démontré depuis plusieurs heures, on le sait, il y a la ressource à Bure, à l'aplomb de CIGEO, si CIGEO se fait. M. VERNIER, cela vous paraît-il compatible de mettre des déchets nucléaires au-dessus de cette ressource qui peut servir ? Après, l'utilisation de cette ressource appartient à tous, pas seulement à l'ANDRA, au BRGM, ou aux politiciens dont vous parlez M. BADOUX, mais cela

nous intéresse, nous habitants, et aussi les générations futures. C'est le problème ! Ce qui m'inquiète encore plus, si nous mettons ces déchets radioactifs, la représentante de l'ANDRA a beau dire que ce sera bien fermé, sûr, mais ce n'est pas possible. La mémoire du site sera perdue un jour, nous le savons et tout le monde en est conscient aujourd'hui. Nos descendants vont chercher désespérément de l'énergie et s'ils font des progrès au niveau technologique, ils ouvriront le coffre-fort de la poubelle atomique, que se passe-t-il ? C'est la question non !

M. Romain VERNIER

Je n'ai pas connaissance des différentes études de sécurité ou de danger qui ont pu être menées. Je dirais simplement que la surface est à 500 mètres de la formation dans laquelle les déchets sont envisagés, la ressource est à mille mètres dessous. Nous ne sommes pas sur des migrations plus spécialement vers le bas, la droite ou la gauche. Il n'y a pas d'effet de gravité à ma connaissance. Il faudrait regarder les perméabilités de toutes les formations pour évaluer cela et je ne suis pas en train de dire que cela montera facilement à la surface. Mais pourquoi le stockage irait-il préférentiellement polluer la ressource ? Deuxièmement, l'aspect latéral : nous sommes en train de parler de deux puits écartés de 1 000 mètres pour la géothermie, à partir du moment où l'on s'éloigne de quelques kilomètres, nous ne serons pas dans une zone de perturbations particulières. C'est un point sur lequel j'insiste, concernant la géothermie comme on pompe et on réinjecte, nous n'avons pas trop de perturbations à grande distance. Si je ne fais que pomper, au bout d'un moment je peux toujours imaginer que cela aura un effet perturbateur à distance sur des éléments qui cherchent à migrer. Mais, dans un système de doublet, on pompe et on injecte à distance d'environ un kilomètre, dès que l'on s'éloigne de quelques kilomètres, nous n'avons plus de perturbation sur l'aquifère. Nous n'accélérons pas la migration. En somme, je ne connais pas suffisamment le sous-sol de cet endroit-là pour dire si les éléments radioactifs migreraient préférentiellement vers le bas ou le haut, mais dans tous les cas je dirais que l'on est déjà deux fois plus loin pour la ressource géothermique que ne l'est la surface. Enfin, je préciserai aussi que nous avons des phénomènes de radioactivité à Soultz, vous l'avez peut-être vu sur les diapositives, parce que le fluide est naturellement radioactif. Mais nous sommes sur des boucles fermées,

nous réinjectons ce que l'on a pompé dans le même aquifère. Si bien que cela n'a pas d'impact en surface en dehors des dépôts éventuels qu'il faut gérer convenablement. Voilà les éléments de réponse que je donnerai à votre question.

M. Antoine GODINOT

Nous devions parler de carte, nous ne l'avons pas encore fait. Celle-là se trouve dans notre dossier, dans la pièce annexe 4. C'est un calcul d'énergie volumique, donc vous multipliez l'épaisseur par la température. M. VERNIER indique que ce n'est que pour le Trias. Oui, la ruse ! Parce que le Trias descend dans le Bassin de Paris, c'est-à-dire que le Trias, à Bure, s'arrête vers 2 000 mètres, alors que là où c'est rouge, où il y a plus d'énergie, le Trias est vers 3 500 mètres de profondeur. Vous ne pouvez pas comparer du tout car pour comparer il faut justement prendre le Permien qui, à Bure, va à 4 300 ou 4 500 mètres de profondeur. Si vous ajoutez le Permien à Bure, je vous prédis M. CANOVA, je vous promets que sur cette carte-là, le plus bel endroit du Bassin de Paris est à Bure. En plus, vous avez deux failles et vous avez du jaune entre les deux allant à 12, ce qui est déjà le double du Dogger, selon le propre rapport CLASTIQ. Vous voyez que Bure est au milieu du jaune, ce qui est normal puisque c'est l'arrivée des sables, nous en avons déjà parlé moult fois et les cartes que vous voulez que le BRGM nous montre sont exactement cette arrivée des sables. Nous la voyons très bien et vous avez à peu près Joinville ici et Gondrecourt là, uniquement en allant à 2 000 mètres de profondeur. Vous rajoutez le Permien jusqu'à 4 600, vous avez un stock de chaleur sous Bure qui est le meilleur du Bassin de Paris selon ce rapport CLASTIQ si vous incluez le Permien. Pourquoi le rapport CLASTIQ n'a pas inclus le Permien ? Parce que le président du BRGM à ce moment-là était M. Philippe VESSERON, un ancien du CEA, et que comme par hasard, CLASTIQ n'a pas eu à étudier la Lorraine. Bizarre !

M. Jean-Louis CANOVA

Merci M. GODINOT de votre explication.

S'il n'y a plus de questions...

S'il-vous-plaît, nous essayons de poser les bonnes questions, ce n'est pas facile parce que nous ne sommes pas des spécialistes non plus, nous sommes comme vous. Nous avons essayé d'avoir un bon débat, tant pis !

Intervenant

On l'a eu le bon débat, la preuve est faite, merci les élus...

Nous sommes réellement indignés, nous ne faisons pas ça pour le plaisir. On n'est pas payé pour répondre ...

M. Jean-Louis CANOVA

Le troisième point de l'ordre du jour, demande d'adhésion au CLIS de l'ASODEDRA.

M. Michel MARIE

Monsieur le Président, nous avons la chance d'avoir deux spécialistes au moins sur place, Claude HUVELIN demande la parole depuis au moins un quart d'heure...

M. Jean-Louis CANOVA

Excusez-moi ! Oui, mais pas très longtemps, il est tard.

M. Claude HUVELIN

Nous n'avons pas suffisamment parlé de ce fameux sondage. Il était prévu pour descendre jusqu'à 2 000 mètres de profondeur, les 2 000 mètres n'ont pas été atteints, pourquoi ? Parce qu'on a changé la pente du sondage en cours de route, peut-être pas exprès, mais enfin ce sondage a été stoppé à 2 000 mètres de longueur, ce qui n'est pas pareil. Deuxièmement, nous n'avons pas atteint le Permien qui aurait dû être atteint. Les conglomérats du Permien étaient notés sur les prévisions, le sondage devait rentrer d'au moins quelques dizaines de mètres sous-entendu, dans le Permien. On ne le connaît pas du tout ce Permien, c'est la grande inconnue à Bure. Or, Bure c'est probablement là où il y a des surprises parce que l'on en prévoit par la géophysique du BRGM qui est bonne, semble-t-il, 2 000 ou plus, 2 800 mètres d'épaisseur de Permien et vous avez déjà vu des épaisseurs de Permien fantastiques comme ça, avec le Trias discordant par-dessus ? Je l'interprète par analogie avec ce qui se passe au Maroc, nous avons des fossés, c'est-à-dire des Grabens qui sont recouverts...

M. Jean-Louis CANOVA

Vous nous l'avez dit déjà.

M. Claude HUVELIN

Oui, mais je vous le redis car vous n'avez pas bien entendu justement.

M. Jean-Louis CANOVA

Si, nous avons bien entendu.

M. Claude HUVELIN

Ces Grabens peuvent contenir jusqu'à 300 mètres de sel pur exploités minièrement juste dans cet intervalle avec le crétacé discordant par-dessus. Les Grabens de ce type, puisque nous avons la chance d'en avoir un qui n'a jamais été dénoncé comme tel ici, il est temps de faire un sondage de 4 à 5 000 mètres.

M. Jean-Louis CANOVA

Merci monsieur. Ceci étant dit, le troisième point à l'ordre du jour, c'était la demande d'adhésion au CLIS de l'ASODEDRA. Avons-nous encore le quorum ? Reportons-la à une prochaine réunion, vous assistez quand même.

En fonction des gens présents en début de séance, nous avons le quorum, maintenant beaucoup de personnes sont parties. Pour voter il faut le quorum.

Nous avons la désignation des représentants supplémentaires des collèges de syndicats agricoles, syndicats de salariés et organisations professionnelles. Sont-ils encore là ? C'est entre eux, ce n'est pas pareil mais je ne sais pas s'ils sont encore là.

M. Benoît JAQUET

Ils sont cinq plus un pouvoir.

M. Jean-Louis CANOVA

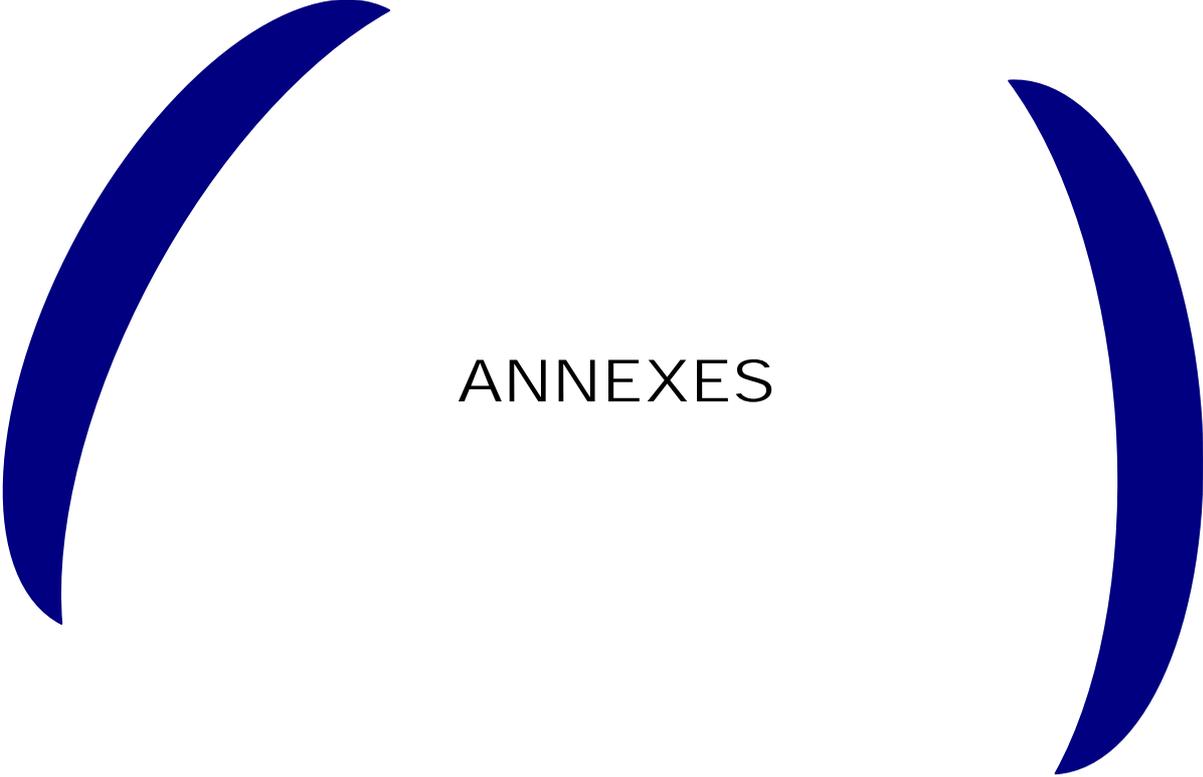
Il faudrait que vous vous réunissiez entre vous dans une petite salle à côté, et puis à tous je vous remercie beaucoup pour ce débat passionnant. Nous ferons un conseil d'administration pour en discuter rapidement, et nous reprendrons le tout pour voir ce que nous en faisons.

(Interruption de séance)

M. Jean-Louis CANOVA

Je vous annonce que M. Jean-Marie MALINGREAU, de la CFTC, a été désigné pour siéger au conseil d'administration. Je vous remercie.

Comité Local
D'Information et de Suivi



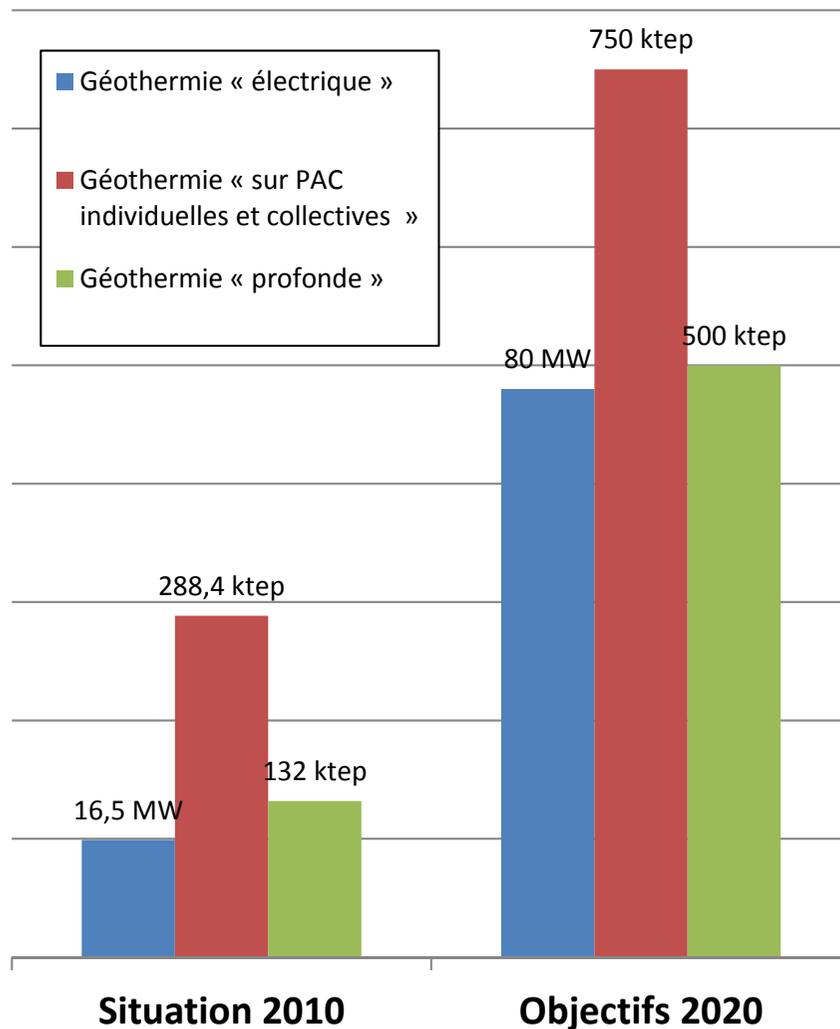
ANNEXES



La géothermie en France

Situation 2010 et objectifs 2020

ANNEXE 1



Quelques chiffres-clés sur la géothermie

Situation 2010

➤ **Géothermie « sur PAC individuelles et collectives » : 288,4 ktep**

(Parc d'environ 150 000 pompes à chaleur géothermiques installées en France fin 2011 et 7 800 unités installées en 2011) -> **la France est le 3^{ème} marché européen**

➤ **Géothermie « profonde » sur réseaux : 132 ktep**

(68 installations - réseaux de chaleur - en France, assurant la couverture des besoins de près de 200 000 équivalent-logements, dont 150 000 en région parisienne)

➤ **Géothermie « électrique » : 16,5 MW**

(soit une production électrique en 2011 d'environ 89 GWh)

Objectifs 2020

➤ **Géothermie « sur PAC individuelles et collectives » : 750 ktep**

➤ **Géothermie « profonde » : 500 ktep**

➤ **Géothermie « électrique » : 80 MW**

Les ressources géothermales en France

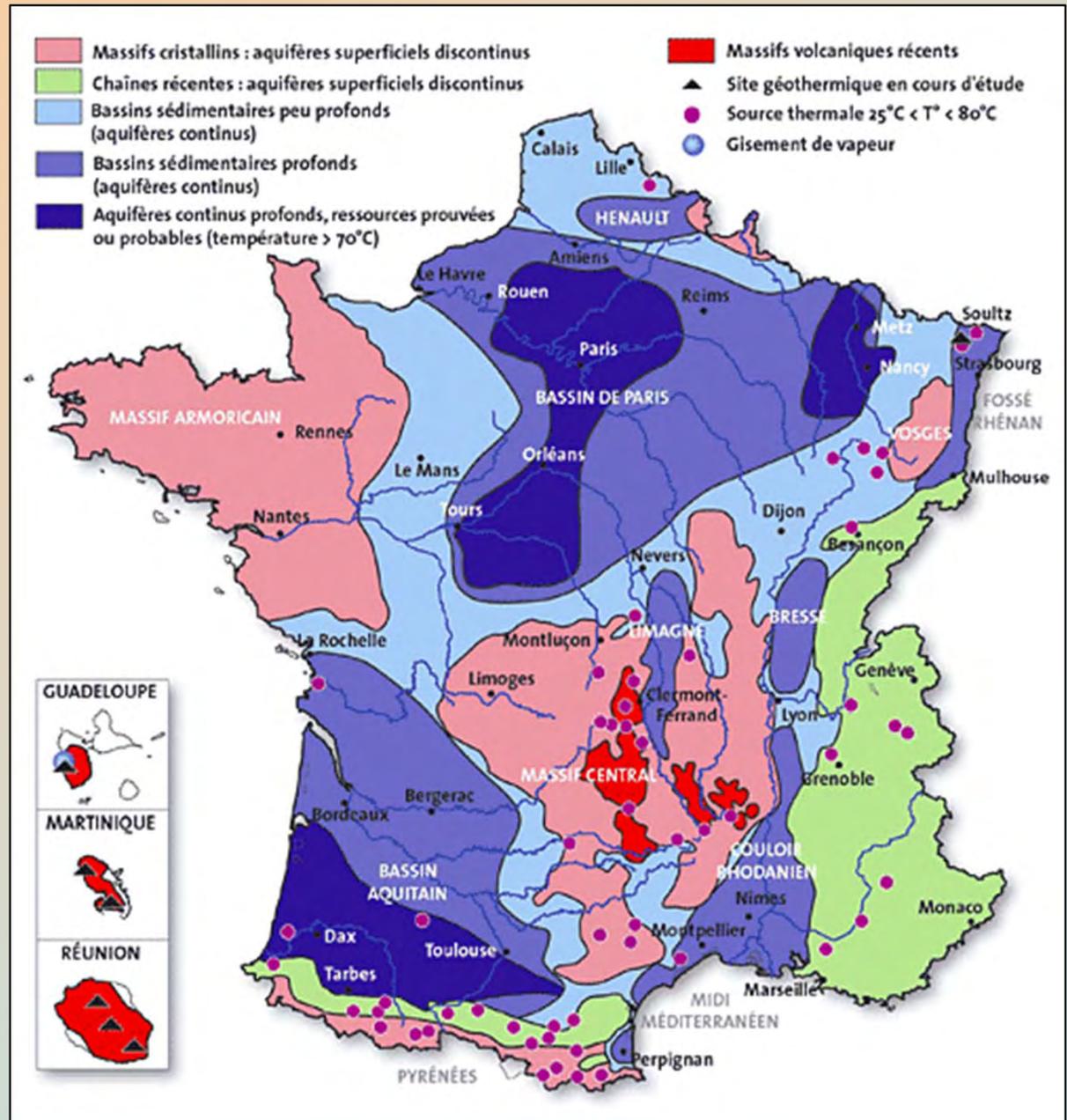
ANNEXE 2

Gradient géothermique

- ✓ 3,3°C/100m en moyenne
- ✓ De fortes disparités

Potentialités françaises

- ✓ Présence d'aquifères en profondeur
- ✓ Exploitation de failles
- ✓ Systèmes volcaniques

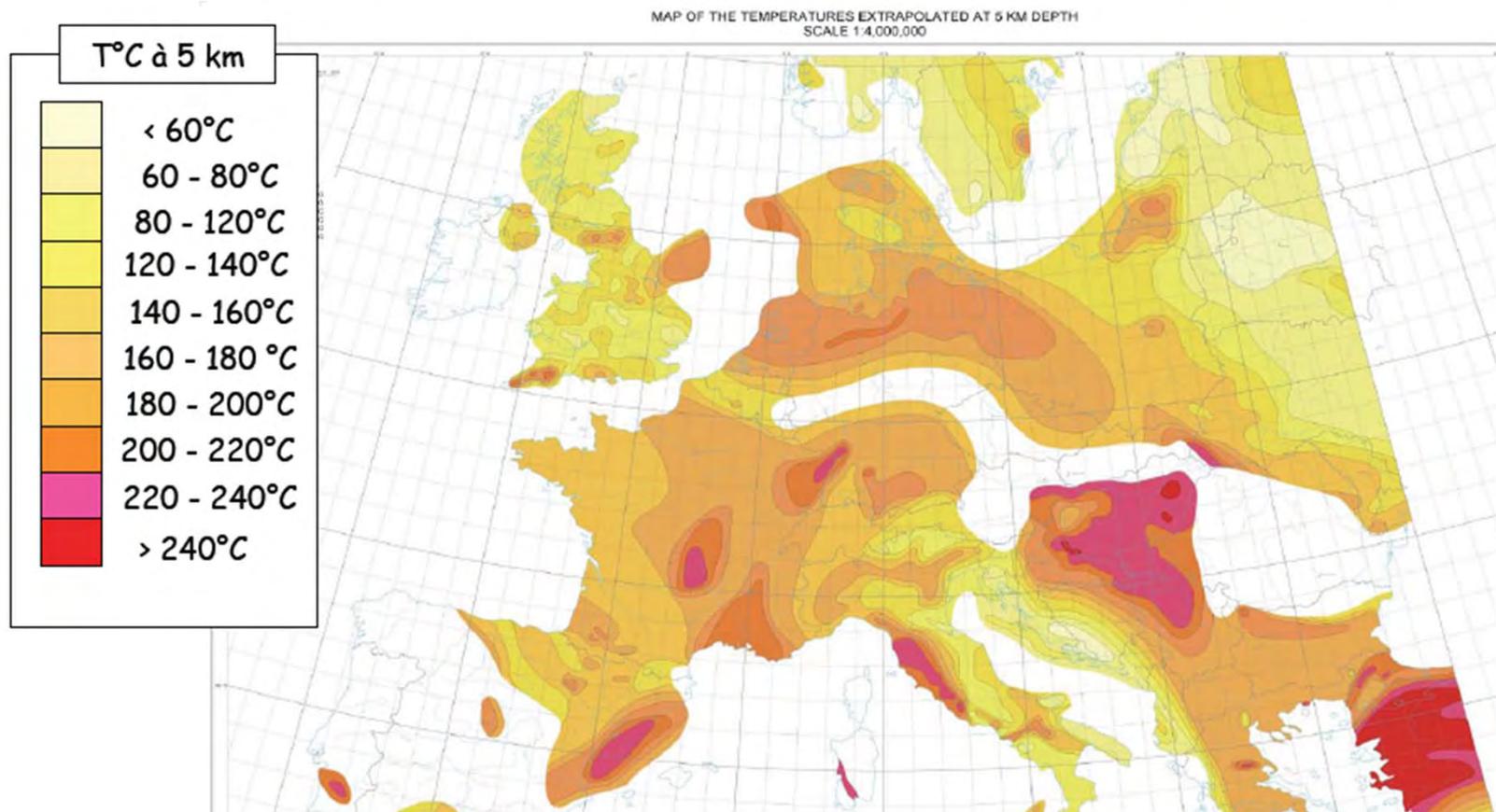


Les deux facteurs clés de la réussite d'une opération géothermique

ANNEXE 3

> La température

- Le gradient géothermique moyen est de 3°C / 100 mètres
- En milieu volcanique, la présence de sources de chaleur magmatiques conduit à des températures élevées à de faibles profondeurs
- Des anomalies thermiques existent, y compris en milieu non volcanique



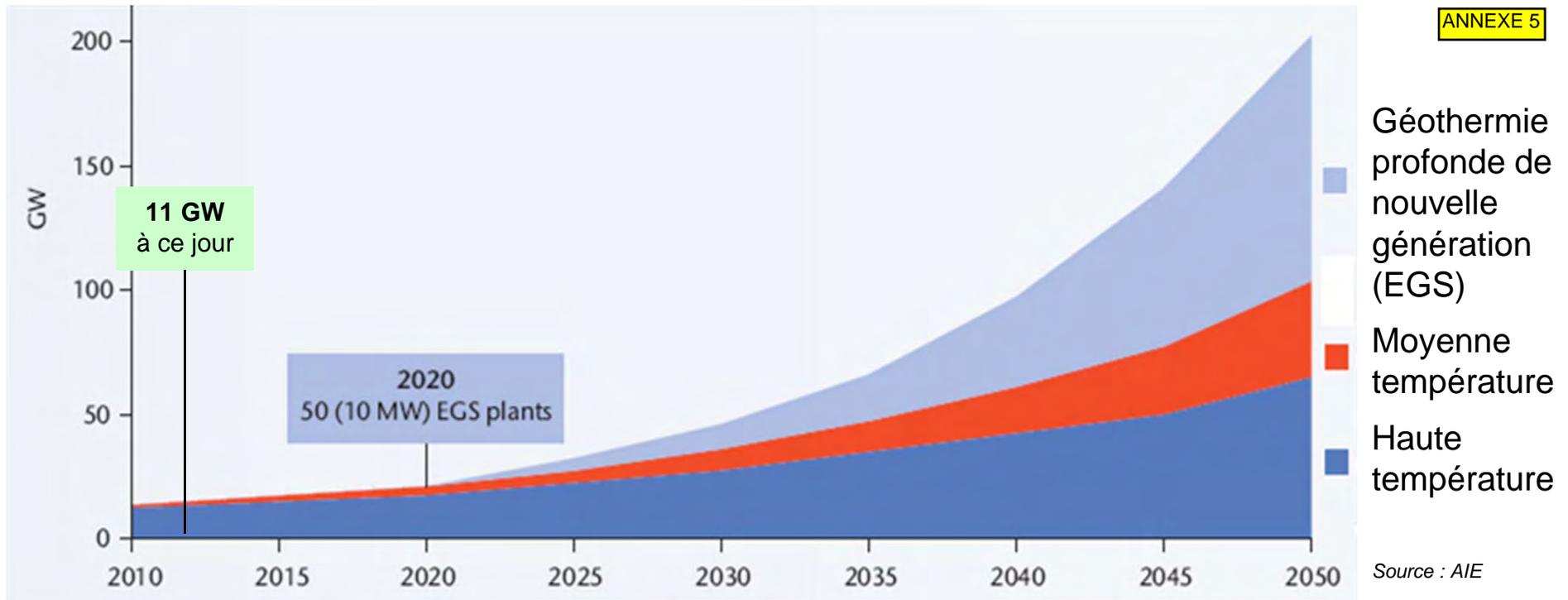
La géothermie, filère industrielle stratégique de l'économie verte

ANNEXE 4

- > Le rapport de 2010 du MEDDM sur les filières vertes positionne cette géothermie profonde comme un marché en décollage.
- > C'est dans cette phase qu'il convient d'acquérir un savoir-faire et de conquérir des parts de marché.



Les perspectives de développement vues par l'AIE



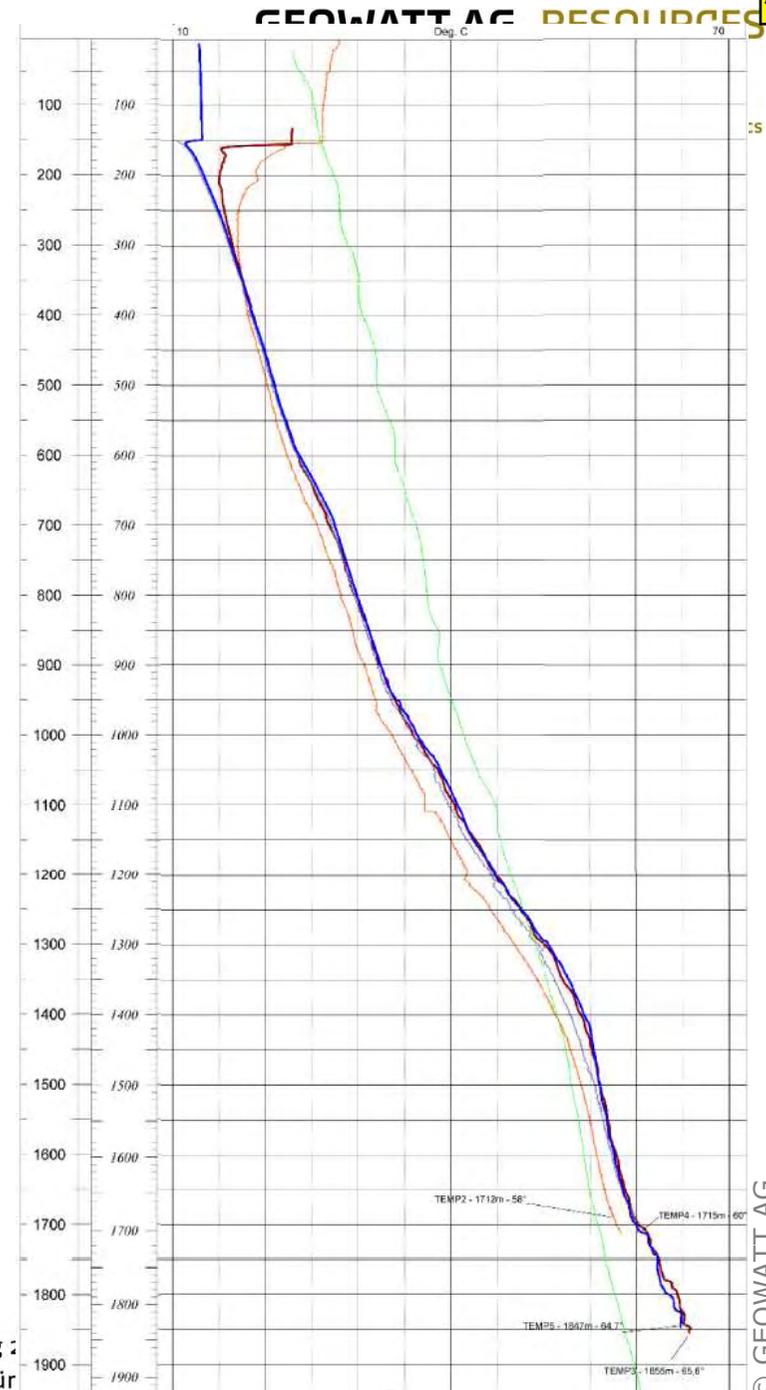
- > Ce développement est conditionné par la réalisation d'une cinquantaine de **démonstrateurs** au niveau mondial
- > Cela doit permettre de lever les **verrous** scientifiques et techniques et de faire baisser les **coûts**
- > L'enjeu est la valorisation de l'énorme **potentiel** de l'énergie géothermique

Pertinence du CCE_FZT2 pour l'évaluation du potentiel géothermique

- Dans son ensemble, le programme de forage, de tests hydrauliques et de diagraphies tels que planifié dans le CCEE_FZT2, nous paraît tout à fait adéquat pour permettre une évaluation quantitative du potentiel géothermique au Trias.
- Diagraphies de température réalisées après équilibrage thermique

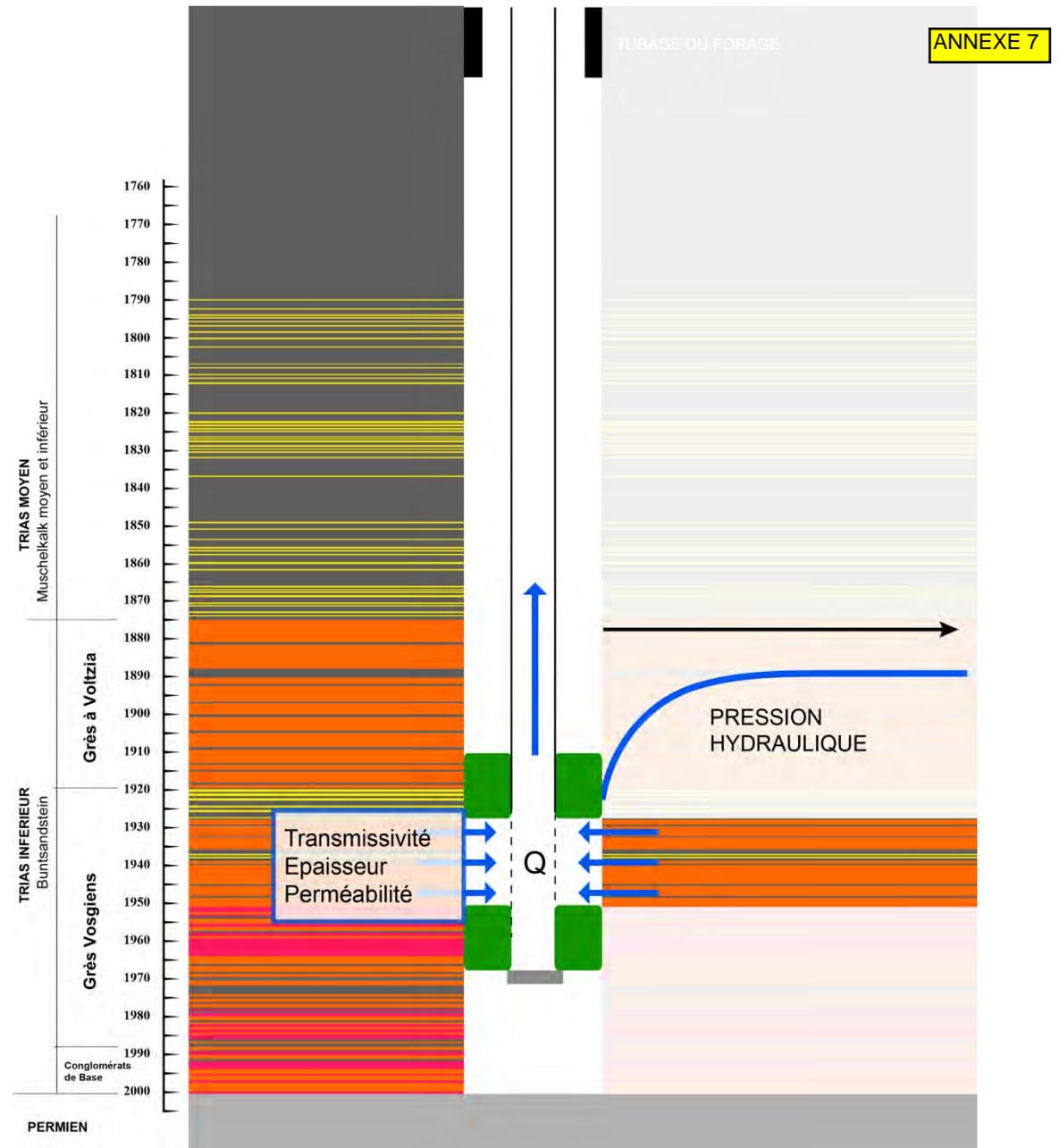
Légende [°C]

- Juin 2008
- Août 2008
- Août 2008
- Février 2009
- Février 2009



Test hydraulique

- Tests d'injection/de pompage
- Mesure:
 - Pression hydraulique en trois points
 - Débit Q
 - Temps
- Interprétation des tests hydrauliques
 - Transmissivité
 - Coefficient d'emmagasinement
- Connaissant l'épaisseur il est possible de déterminer une conductivité hydraulique



Colmatage

- Présence de grande quantité de boue lors de la réalisation des tests hydrauliques

TRIAS MOYEN Muschelkalk moyen et inférieur	
TRIAS INFÉRIEUR Buntsandstein	Grès à Voltzia
	Grès Vosgiens
	Congloméra de Base
PERMIEN	



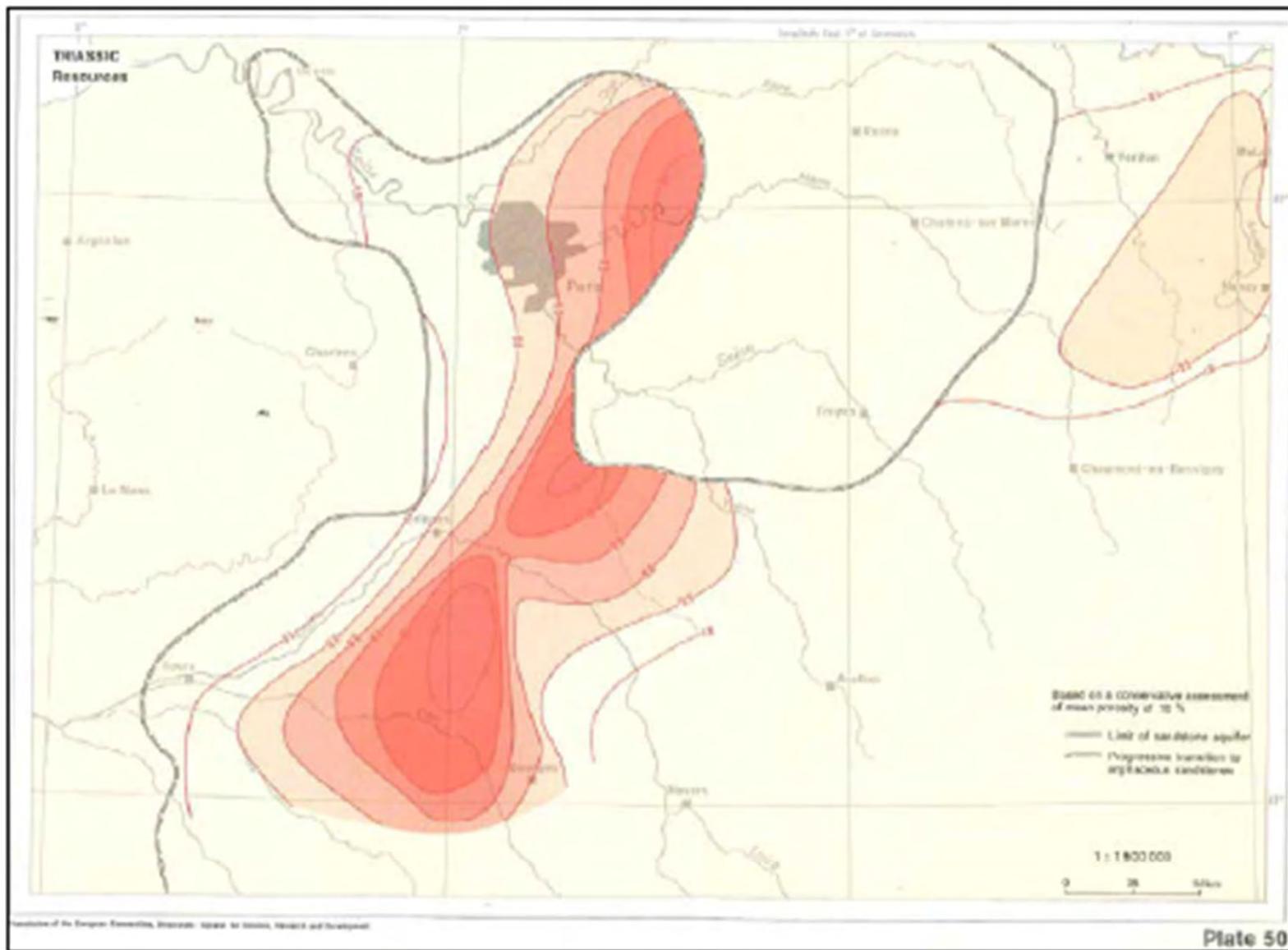
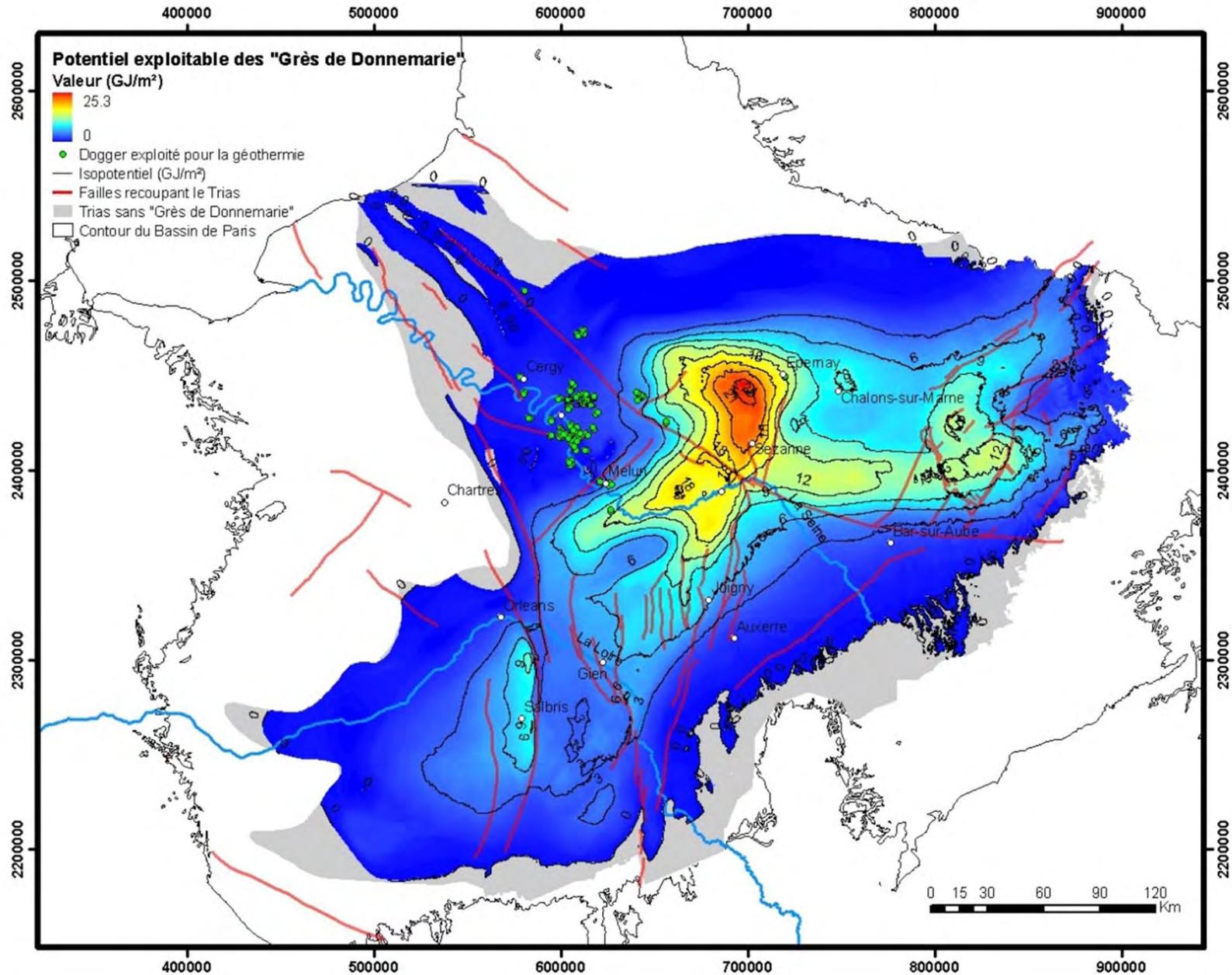


Figure 36 : Carte du potentiel géothermique du Trias, à l'échelle du Bassin de Paris, réalisée par Cautru et Maget (in Haenel, 1989). Les valeurs maximales atteignent 15 GJ/m² (en rouge).

Énergie volumique (liée à la température) x épaisseur de la formation x facteur de récupération



ANNEXE 10



Le Lavoir – Rue des Ormes – 55290 BURE
TÉL. 03 29 75 98 54 – FAX. 03 29 78 36 33 - www.clis-bure.com