

---

Comité Local  
D'Information et de Suivi

---

**RÉUNION  
DU 17 NOVEMBRE 2014**







# SOMMAIRE

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Liste des présents et représentés .....</b>  | <b>Pages 4 à 6</b>   |
| <b>Présentation par M. Jean-Louis CANOVA,<br/>Président du CLIS .....</b>                           | <b>Page 7</b>        |
| <b>Intervention de M. Didier BONIJOLY,<br/>Directeur adjoint BRGM .....</b>                         | <b>Pages 7 à 13</b>  |
| <b>Intervention de M. Jean-Michel MATTRAY,<br/>Ingénieur IRSN .....</b>                             | <b>Pages 14 à 25</b> |
| <b>Intervention de M. Romain VIRION<br/>Association Mirabel Lorraine Nature Environnement .....</b> | <b>Pages 26 à 28</b> |
| <b>Questions/réponses.....</b>  | <b>Pages 29 à 47</b> |
| <b>Annexes .....</b>  | <b>Page 48</b>       |

## **Membres du Clis présents ou représentés : Assemblée générale du 17 novembre 2014**

### **Membres de droit**

---

Mme Isabelle DILHAC, Préfet de la Meuse, représentée par M. Patrick NAUDIN, Sous-préfet

M. Jean-Christophe PAILLE, Directeur de l'agence Régionale de la Santé de Champagne Ardenne, représenté par M. François GUIOT

M. Claude d'HARCOURT, Directeur de l'ARS Lorraine, représenté par Mme Céline PRINS

### **Parlementaires**

---

M. Jackie PIERRE, Sénateur des Vosges, excusé

### **Conseillers Régionaux**

---

Mme Patricia ANDRIOT, Conseillère Régionale de Champagne-Ardenne, excusée

### **Conseillers Généraux de la Meuse et de la Haute-Marne**

---

M. Jean-Luc BOUZON, Conseiller Général de la Meuse, excusé

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, trésorier du Clis

Mme Elisabeth ROBERT DEHAULT, Conseillère Générale de la Haute-Marne, représentée

### **Maires ou conseillers municipaux de Meuse**

---

M. Jean-Claude ANDRÉ, Maire de Demange aux Eaux,

M. Philippe ANDRÉ, Maire de Bonnet

M. Laurent AUBRY, Maire de Saint Joire,

M. Renaud BIENAIMÉ, Conseiller municipal de Montiers sur Saulx

M. François-Xavier CARRÉ, Maire de Delouze Rosières

Mme Laetitia DHAUSSY, Conseillère municipale de Naix aux Forges, excusée

M. Gilles GAULUET, Maire de Chassey-Beaupré

Mme Elisabeth JEANSON, Maire de Baudignécourt, représenté par M. Maurice LABAT

M. Sébastien LEGRAND, Maire de Couvertpuis

M. Gilles LÉVÈQUE, Conseiller municipal de Menil sur Saulx, excusé  
M. Xavier LEVET, Maire de Mandres en Barrois  
M. Daniel LHUILLIER, Maire d'Abainville  
M. Louis LODÉ, Conseiller municipal d'Horville en Ornois  
M. Guillaume MAGINOT, Conseiller municipal de Villers le Sec  
Mme Huguette MARÉCHAL, Conseillère municipale de Dainville Berthéléville  
M. Stéphane MARTIN, Maire de Gondrecourt le Château  
M. Denis STOLF, Maire de Tréveray et vice-président du Clis  
M. Hervé VAN DE WALLE, Maire de Le Bouchon sur Saulx excusé, représenté par  
Mme Sandrine ZANOTTI

### **Maires ou conseillers municipaux de Haute-Marne**

---

M. Bernard ADAM, Maire de Poissons  
M. Albert BARDY, Conseiller municipal d'Osne le Val  
M. Claude DELERUE, Conseiller municipal d'Effincourt  
M. Henri FRANÇOIS, Conseiller municipal de Saudron  
M. Jean-Pierre GÉRARD, Conseiller municipal de Pansey  
M. Claude MALINGRE, Maire d'Epizon  
M. René PETITJEAN, Conseiller municipal de Cirfontaines en Ornois  
Mme Claire PEUREUX VALANT, Conseillère municipale de Paroy sur Saulx  
Mme Marianne ROBERT GASSMANN, Conseillère municipale de Germay  
Mme Martine ROBERT, Conseillère municipale d'Echenay, représentée par M. Jean-Pierre BOURGEOIS  
M. Pierre SUCK, Conseiller municipal d'Harméville/Lezéville  
M. Luc VAN DER MENSBRUGGHE, Conseiller municipal de Germisay

### **Représentants des associations**

---

M. François AUBERT, Sciences naturelles et archéologie  
M. Jean-Marc FLEURY, EODRA  
Mme Corinne FRANÇOIS, Bure Stop 55  
M. Jacques LERAY, CEDRA 52  
M. Dempsey PRINCET, Meuse Nature Environnement  
M. Michel THOMAS, Fédération des chasseurs de la Meuse, représenté

### **Représentants des organisations professionnelles**

---

M. Jean-Paul LHERITIER, UPA Meuse  
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 représenté par M. Gérard SEKELY

M. Jean-Marie MALINGREAU, UD CFTC

M. Charles VARIN, FO

### **Représentant les professions médicales**

---

M. André BALLEREAU, Ordre des Médecins, représenté

M. Francis LORCIN, Ordre des Médecins de la Meuse

### **Représentants les personnalités qualifiées**

---

M. Marc DESCHAMPS, géologue

### **Voix consultatives**

---

M. Jean-Paul BAILLET, Directeur du laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne, représenté par Mme Martine HURAUT

M. Jean-Michel FERAT, ASN Autorité de Sûreté Nucléaire

**M. Jean-Louis CANOVA, Président du CLIS**

Merci à tous d'être venus ce soir à Joinville. Je voudrais, pour commencer, remercier monsieur le maire de Joinville de nous avoir mis cette salle à disposition. Je voudrais également vous présenter Denis STOLF, élu par le conseil d'administration vice-président du Clis, maire de Tréveray et vice-président de la CODECOM du Val d'Ornois.

En annonce préliminaire, je vous informe de la création d'un « Cercle de réflexion Jean GOGUEL » qui va échanger et discuter avec des personnes ressources sur le thème de CIGEO. Jean GOGUEL était géologue et géophysicien français, polytechnicien, ingénieur général du corps des Mines, directeur du BRGM pendant de nombreuses années.

Je vais maintenant donner la parole à M. Didier BONIJOLY, directeur adjoint à la Direction des Géoressources du BRGM. Il nous parlera des connaissances actuelles sur les ressources géothermiques en profondeur dans la région.

Le BRGM et l'IRSN vont présenter leur sujet et ensuite seulement vous poserez vos questions et l'un et l'autre y répondront.

**M. Didier BONIJOLY, Directeur Adjoint BRGM**

Je voudrais vous faire un petit rappel sur la raison de ma présence ici. Le président du BRGM a été saisi en début d'année pour venir discuter d'une question posée il y a quelque temps sur l'éventualité d'une ressource sous la couche du Callovo-Oxfordien qui est la cible hôte du laboratoire souterrain.

Nous avons réalisé un rapport d'expertise pour essayer de faire le point sur cette question et ce sont les résultats de ce travail que je vous présente ce soir. Ce rapport est en accès libre sur le site Internet du BRGM, vous pourrez le télécharger à votre convenance.

Les ressources géothermales dans l'Est du Bassin Parisien sont dans l'actualité depuis environ trente ans. Pour résoudre ce problème, nous avons en fait utilisé les données disponibles provenant essentiellement des forages d'exploration réalisés dans les années soixante jusqu'aux années quatre-vingt, mais dans l'Est surtout dans les années soixante, et puis quelques données complémentaires sismiques permettant d'avoir une idée de la géométrie des corps sédimentaires sous la surface de cette région (**Annexe 1**).

Je me propose de traiter la question de la manière suivante : d'abord, il s'agira d'identifier les cibles potentielles à caractériser. Ensuite, je vous parlerai plus en détail du Trias puisque c'est l'une des cibles ayant fait l'objet de débats. Je vous donnerai quelques éléments et quelques points d'éclairage également sur le Permien puis je vous proposerai quelques éléments de conclusion.

Pour avoir une ressource géothermale, il faut avoir un aquifère, une roche poreuse dans laquelle se trouve de l'eau. Elle doit se situer à une profondeur suffisante pour que sa température puisse être exploitable. Dans la région de l'est du Bassin Parisien, dont vous avez ici une coupe simplifiée (**Annexe 2**), nous avons la possibilité d'avoir deux réservoirs, un sur le Rhétien et un sur le Trias inférieur que l'on appelle ici le Buntsandstein.

Sur cette coupe synthétique de la série du Bassin Parisien (**Annexe 3**), vous pouvez voir différentes formations géologiques qui sont pour certaines de bons réservoirs comme ceux du Crétacé inférieur mais que vous n'avez pas ici, d'autres plus connues comme le Dogger dans les Côtes de Meuse, l'Oxfordien ici, et ensuite, à la bordure Est du Bassin Parisien, nous trouvons ces grès du Trias qui sont un excellent réservoir ayant une très bonne productivité, exploité depuis bien longtemps et nous imaginons que ce réservoir, s'il se poursuit sous le Bassin Parisien et s'il est amené à des profondeurs suffisantes, pourrait présenter les caractéristiques favorables pour être exploité pour de la géothermie.

Le Permien est quant à lui une question récurrente ; le Permien : aquifère ou pas ! En regardant la bordure nord-est du côté Lorraine du Nord, nous savons que le Permien n'est pas un bon réservoir, à tel point qu'il est le support de l'aquifère du Trias. Il est à sa base, c'est le support du grand réservoir des grès vosgiens, et en Lorraine du Nord il n'y a pas vraiment d'exploitation intéressante dans cette formation-là. Nous verrons ce que l'on peut en faire plus tard.

Voilà une coupe détaillée, synthétique également (**Annexe 4**), qui n'est pas celle que l'on peut trouver ici puisqu'elle a été reconnue par un forage, mais classiquement dans le Trias nous avons la possibilité d'avoir un grand réservoir et un réservoir annexe, le réservoir principal étant celui des grès du Trias inférieur que l'on appelle généralement GTI, qui regroupe les grès vosgiens et le Muschelkalk sableux. Vous avez ensuite des écrans argileux qui font que cet aquifère est isolé des séries du dessus (séries salifères du Muschelkalk), puis nous avons une série carbonatée qui n'est pas un bon aquifère, à nouveau des marnes anhydrites qui sont un bon écran imperméable, qui est le support d'un autre réservoir exploité, les grès du Rhétien.

Que connaît-on de ces deux réservoirs en se déplaçant vers le centre du bassin et que deviennent-ils ? Le BRGM s'est posé la question d'une possibilité d'avoir une ressource géothermale dans ces formations depuis très longtemps puisque les premières études datent de 1978 où deux collègues faisaient une première synthèse de l'ensemble des données disponibles qui ne sont pas très nombreuses, ce sont quelques forages pétroliers. Leurs conclusions étaient que les grès du Trias inférieur se prolongeaient certainement vers le centre du bassin, en passant sous Bure, et qu'il était probable que nous puissions trouver des grès du Trias inférieur pouvant atteindre 150 mètres d'épaisseur, avec des températures voisines de 60° C et une salinité, à l'époque, estimée de 50 g/l. A une profondeur de 1 200 mètres, cela permettait d'estimer une température de 60° C pouvant être tout à fait intéressante pour faire de la géothermie.

Nos collègues ont produit cette carte (**Annexe 5**) qui montre clairement que si l'on se replace à l'époque du Trias où nous avons ici un grand fleuve descendant des zones continentales vers la mer en Allemagne, nous avons de grandes plaines alluviales avec des fleuves divagants déposant des sables, qui ont constitué ces fameux grès du Trias inférieur. La position de Bure, par rapport à cette grande plaine d'inondation n'était pas favorable, mais étant au cœur de la vallée possible où devait couler ce fleuve, nous pouvions estimer avoir des formations perméables intéressantes. En 1979, les résultats de ce premier rapport interpellent et la Direction régionale de l'Équipement redemande une étude plus précise pour savoir



s'il était possible d'identifier un certain nombre de zones favorables pour une éventuelle exploitation géothermale. A l'issue de cette étude, il est apparu que les données étaient à peu près confirmées, ce qui était normal puisque nous partions des mêmes données, nous estimions toujours une température entre 50 et 60° C et une épaisseur plus intéressante entre Joinville et Saint-Dizier, au Nord, plutôt qu'au Sud. Nous estimions que la perméabilité pouvait atteindre 15 à 20 millidarcy, ce qui n'est pas très fort mais peut être utilisable. A l'issue de cette étude, cette carte que vous avez ici avait été produite, et montrait que sur cette zone au cœur de cette plaine alluviale où le fleuve pouvait couler, nous pouvions estimer qu'il y aurait eu une bonne perméabilité, mais en s'éloignant vers la Champagne, nous avions d'autres possibilités de trouver des zones à bonne perméabilité, mais avec tout autour des zones beaucoup plus incertaines.

Les résultats étaient quand même mitigés sur Saint-Dizier où à l'époque il était question d'un forage géothermique et les incertitudes étaient assez importantes.

1980 : La Société Nationale pour l'application de la géothermie et la Direction de l'Équipement commandent une troisième étude au BRGM pour préciser à nouveau ces questions et cibler toujours sur Saint-Dizier. Vous voyez ici (**Annexe 6**) que les prévisions donnaient des salinités probables beaucoup plus importantes, ce qui à l'époque, posait un vrai problème puisque les exploitations que nous avions promues au cœur du Bassin Parisien dans le Dogger, qui avaient des salinités nettement plus faible, 20 à 25 g/l, avaient déjà posé de graves problèmes au niveau de la corrosion des tubages. Un certain nombre de zones paraissant nettement plus favorables pour d'éventuels projets de chauffage par géothermie sont ciblées, quatre villes : Saint-Dizier, Bar-le-Duc, Commercy et Saint-Mihiel (**Annexe 7**). La ville située au droit de la zone la plus favorable, était Commercy, avec les caractéristiques que vous voyez là, où nous espérions des débits de l'ordre de 200 m<sup>3</sup>/h.

Pour résumer cet ensemble de données, sur ces quatre sites identifiés (**Annexe 8**), pour une température de 55°C encore suffisamment intéressante au vu des caractéristiques de perméabilité et de débit espérés, Commercy semblait être la zone pour laquelle le risque semblait le plus faible.

En 1983, une étude a été menée pour aller un peu plus loin sur cette zone, réalisée avec le CEA et l'ANDRA pour confirmer ou non ce potentiel géothermique. La conclusion était que dans la région de Bure, nous étions dans une zone de transition et que le risque de trouver une ressource ou non était beaucoup plus élevé que sur les villes plus au nord. La conclusion des auteurs *in extenso* était que : « *du point de vue géothermique, le réservoir est encore peu sollicité bien que les possibilités soient réelles. A noter cependant que les zones à température élevée supérieures à 60° C correspondent à un réservoir de médiocre perméabilité.* » Suite à ces études, ces deux cartes avaient été produites (**Annexe 9**), puis sont arrivées la crise de l'énergie, la chute du prix du baril, la baisse de l'intérêt pour la géothermie, et tout cela a été mis de côté.

Les études ont repris récemment, dans un rapport publié par Vincent BOUCHOT, coauteur du rapport que je vous présente. Il a essayé de reprendre l'ensemble des données pour en produire une carte du « potentiel chaleur » (**Annexe 10**). Sa

conclusion était que si l'on est sûr que le Trias inférieur est un excellent réservoir géothermique à l'Est du Bassin Parisien, ses qualités diminuent en se déplaçant vers la région où nous nous trouvons. La conclusion est que seules les régions de Saint-Dizier et Bar-le-Duc présentaient un potentiel géothermique pouvant présenter un réel intérêt. J'attire votre attention sur le fait que cette carte est globalisée, elle intègre différents réservoirs du Trias, elle n'isole pas au sein du Trias, les grès du Buntsandstein des grès du Keuper que nous trouvons dans la région parisienne. Ce qui explique pourquoi cette zone à fort potentiel se situe autour de Paris, le Keuper est dans un horizon complètement isolé de celui que nous avons ici.

Les conclusions que l'on peut déduire de l'ensemble de ces résultats : nous sommes en présence d'un grand aquifère se développant depuis la bordure des Vosges jusqu'à l'Ouest de votre région, ses qualités décroissent de l'Est vers l'Ouest et en ce qui concerne cette région ici, la faiblesse du nombre d'informations ne permettait pas de prédire la productivité sur cette formation argilo-gréseuse.

Nous pouvons reprendre les données et les comparer avec ce qui a été trouvé ici ; les écarts, hors la salinité qui est particulièrement importante, n'étaient pas ridicules au niveau de la température et au niveau de l'épaisseur (**Annexe 11**).

Qu'a pu apporter le forage EST433 dans cette connaissance que nous avons, qui était historique et qui, comme vous l'avez vu, a retraité pratiquement toujours les mêmes données ? Jusqu'à ces travaux, nous n'avions toujours pas de nouvelles informations. Ce forage 433 devait recouper le Trias, ce qui pouvait avoir un intérêt pour caractériser au mieux cette formation. Il y a eu des carottes prélevées sur lesquelles nous pouvions avoir des résultats intéressants, ce qui s'est d'ailleurs vérifié. Malheureusement, ce forage n'a pu passer un conglomérat identifié comme trop dur et très cimenté. Vu la teneur de la matrice qui est très importante, ce sont probablement les galets qui ont été détachés de la matrice et ont fait que l'appareil pouvait bien tourner, il n'arrivait plus à avancer. C'est la pire des choses pouvant arriver à un foreur ! Malheureusement, il s'arrête à 2 000 mètres, il n'arrive pas à passer le conglomérat principal et ne recoupe pas les grès vosgiens. Sur ce forage, il était prévu de faire différents tests dont les premiers étaient hydrauliques de type *slug-test*, tests classiques réalisés lorsque l'on veut reconnaître un aquifère. Puis il devait y avoir une seconde phase de tests de production, de pompage, ces tests devant se faire à l'eau. Les deux *slug-test* sont réalisés et donnent finalement des transmissivités qui ne sont pas mauvaises.

Ce test de production devait être réalisé mais malheureusement il y a eu un nouvel incident de forage à la descente d'une sonde mesurant des contraintes *in situ* opérée par l'IPGP, cette sonde au fond du puits n'a jamais pu être remontée. Ils ont essayé de la dégager mais n'y sont pas arrivés. La seule chose restant à faire était de la tasser et tester les horizons au-dessus.

Et donc du coup, le test en eau claire qui devait être réalisé a été abandonné parce que ces différentes manipulations mettaient en danger le puits et on risquait de le perdre complètement. Puis la crépine a été posée au-dessus de l'outil coincé et n'a permis de tester que la partie tout à fait supérieure de la formation.

**M. Jean-Louis CANOVA**

S'il vous plaît monsieur, vous émettrez vos réflexions après. Laissez monsieur BONIJOLY achever son exposé. Vous interviendrez après.

Vous poserez les questions que vous voudrez après, mais pour l'instant, laissez monsieur achever son exposé.

**M. Didier BONIJOLY**

Voilà un résumé des zones qui ont été testées, carottées, et les différentes études réalisées sur ces éléments. Le résultat, est que sur les différentes analyses réalisées, soit sur carottes, soit en puits, nous trouvons des résultats assez divergents et effectivement, cela a pu troubler un certain nombre de conclusions, mais c'est quand même assez courant. Quand on fait des analyses sur carottes, en général on a des difficultés à pouvoir les extrapoler à l'échelle du réservoir lui-même, parce que les changements d'échelles sont assez difficiles à réaliser ou, en tout cas, à maîtriser. Dans tous les cas, si nous reprenons les deux tests réalisés, nous trouvons quand même des transmissivités qui sont, à notre avis, loin d'être négligeables, voire pas mauvaises, puisque 64 darcy-mètres, ce sont des résultats équivalents à peu près à ce que nous pouvons trouver sur les puits exploités dans le Dogger. Ces valeurs sont difficilement extrapolables à une exploitation réelle parce que les tests de type *slug-test* n'investiguent que la proximité immédiate du puits et nous ne pouvons estimer dans ce cas, la production réelle que le réservoir pourrait fournir. Pour le moment, nous pouvons dire qu'effectivement les caractéristiques en termes de ressources géothermales restent quand même incertaines, même si les résultats ne sont pas mauvais. Se pose alors le problème de l'exploitation dans les formations du Trias. En France nous avons eu des expériences extrêmement pénibles sur trois exemples dans la région parisienne : les forages de Melleray, au sud d'Orléans, de Cergy et d'Achères. A chaque fois que nous avons essayé de produire des formations gréseuses et non pas des formations calcaires, si nous avons trouvé très souvent de très bonnes productivités, nous avons souvent dû stopper les projets en raison d'une très mauvaise injectivité. Comme vous le savez, le principe d'une exploitation géothermique dans des formations où l'eau n'est absolument pas potable, car trop salée, c'est de pomper l'eau, d'en retirer les thermies puis de la réinjecter. Nous n'avons pas l'autorisation de la rejeter en surface, elle polluerait les cours d'eau de surface.

Nous avons alors essayé de regarder ce qui se passait dans d'autres pays et en particulier, les exemples du Danemark, du Royaume-Uni et de l'Allemagne. Nous nous apercevons que finalement, ils ont exploité des formations gréseuses avec des caractéristiques assez voisines des nôtres, voire moins bonnes, mais ont réussi à avoir des débits tout à fait significatifs, avec des exploitations fonctionnant pour certaines depuis plus de 20 ans (**Annexe 12**).

Toutes ces exploitations ont été mises en place 20 ans après nos échecs de Cergy, Achères et Melleray, et en 20 ans des progrès ont été faits, en particulier sur la qualité du tubage et puis, également, sur la façon dont on équipe le puits pour pouvoir filtrer toutes les particules fines remontées. Evidemment, cela coûte plus cher à mettre en œuvre, mais ils ont quand même réussi à avoir des installations qui fonctionnent.

Comparons maintenant nos résultats sur le forage EST433 avec ce qui se fait sur Melleray, Achères et Cergy : les caractéristiques en termes de transmissivité sembleraient, ici, meilleures que là-bas. Par contre, elles sont nettement moins bonnes que ce que l'on peut trouver un peu plus à l'Est, quand les qualités du réservoir sont meilleures (**Annexe 13**).

La conclusion, pour ce qui concerne le Trias, serait qu'une ressource existe, et la question est : « est-ce qu'elle est exploitable ? ». Pour le moment, nous considérons que les résultats issus des difficultés rencontrées lors de la réalisation du forage, ne permettent pas de lever toutes les ambiguïtés. Un exploitant, aujourd'hui, hésiterait à deux fois avant d'exploiter cette ressource ici.

Il apparaît donc clairement que le grès à Voltzia par rapport à la couche intermédiaire, est le meilleur des deux aquifères. Même si nous n'avons pas pu avoir des mesures de transmissivité sur la totalité de la formation, sur les 84 mètres, nous avons quand même des informations qui ne sont pas mauvaises et dans tous les cas, nous n'avons toujours pas d'information sur les Grès vosgiens qui sont en-dessous et réputés être toujours de meilleure qualité que ceux du dessus. Mais là, c'est quand même très spéculatif.

Dans tous les cas, cette formation a des caractéristiques assez équivalentes à celle du Dogger. La seule question toujours non résolue est que l'on n'a pas d'information sur la productivité et que l'on n'est absolument pas capables de démontrer si une production d'eau, ici, serait durable ou pas. Voilà pour le premier point.

Concernant le Permo-Carbonifère puisque nous avons un bassin Permo-Carbonifère très important qui se développe dans tout l'Est de la France et présente des épaisseurs qui peuvent être significatives, nous avons 1 300 mètres pour le Permien et 1 800 mètres pour le Stéphien, mais ils ne sont absolument pas connus puisque le seul forage ayant recoupé une partie de la formation du Permien c'est le forage de Germisay. Ce forage a trouvé quand même des formations pas très sympathiques pour quelqu'un qui voudrait exploiter de l'eau. Nous considérons plutôt que c'est du « tight réservoir », c'est-à-dire des réservoirs à très faible perméabilité pouvant présenter un intérêt si l'on cherche du gaz ou de l'huile, mais qui, pour de l'eau, sont quand même très compliqués à produire.

Vous avez ici une carte produite par l'IFP en 2002 (**Annexe 14**), qui proposait une répartition de ces différentes unités. Ici, nous sommes dans une zone où il y aurait un petit peu de Westphalien, formation comprenant les couches à charbon de Lorraine du Nord, et puis du Permien au-dessus. L'ensemble pourrait atteindre plusieurs milliers de mètres d'épaisseur.

Cette coupe (**Annexe 15**) est un document tout à fait original et récent puisqu'il a été présenté à la presse la semaine dernière, édité par l'association des Géologues du Bassin de Paris. Ce document vous illustre ici la géométrie de ce grand bassin Permo-Carbonifère. Le Permien ici, avec ses formations volcaniques en son sein et puis le Stéphien et le Westphalien qui, ici, n'apparaît que sur une toute petite bordure et qui se développe transversalement à la coupe, puisque la coupe est Est/Ouest et le bassin et le Nord-Est/Sud-Ouest.

Que peut-on dire de ces formations ? Les formations permienes sont réputées peu perméables, comme je le disais en introduction. Elles ont, en général, des transmissivités verticales très faibles. On peut trouver des petits niveaux perméables, comme quelques-uns reconnus dans le forage de GERMISAY. En général, la perméabilité du Permien est faible, a priori défavorable pour une production de géothermie conventionnelle. Seules les failles sont possiblement perméables. C'est le cas en Lorraine du Nord, puisque l'eau arrivant dans les mines de charbon provenait du Trias et traversait le Permien par les failles. S'il n'y avait pas de failles, il n'y avait pas d'eau dans le gisement ; s'il y avait une faille, il y avait des venues d'eau pouvant être très importantes.

Si les épaisseurs sont confirmées, une température de 150° C pourrait être tout à fait possible vers 4 600 mètres. Dans tous les cas, cela nécessiterait de mettre en œuvre des concepts complètement nouveaux que sont les systèmes géothermiques ouvragés, c'est-à-dire de grands drains horizontaux dans la couche. On fait de la stimulation de réservoir, dans certains cas de la fracturation hydraulique pour pouvoir mettre en production. C'est vraiment une autre option.

En conclusion, la ressource géothermale de basse température dans le Trias existe-t-elle ? Nous pouvons dire que pour les grès vosgiens elle n'a pas été reconnue, le forage EST433 n'ayant pas recoupé cette formation. Seule la partie supérieure du Trias a été caractérisée, les informations obtenues permettant de dire que probablement une ressource existe, en particulier dans les grès à Voltzia, la partie supérieure. Les mesures de transmissivité issues des *slug-test* donnent des caractéristiques voisines du Dogger. Mais nous n'avons pas de test de production sur de longues durées, sur des puits nettoyés à l'eau claire, qui aurait permis d'estimer quelle pourrait être la productivité de ce réservoir.

Pour le Permien, la ressource géothermale moyenne température existe. Aujourd'hui les géothermiciens pensent même pouvoir s'affranchir complètement de la géologie et récupérer la chaleur par la mise en œuvre des EGS (Enhanced Geothermal Systems). En fait, on crée soi-même sa perméabilité autour de son puits et on cherche simplement à récupérer de la chaleur à l'aide d'un fluide caloporteur.

Mais bon, là ce sont vraiment des voies loin d'être simples à mettre en œuvre et qui, probablement seront mises en œuvre dans d'autres zones où les gradients thermiques sont beaucoup plus importants, plutôt que d'aller ici où le gradient géothermique est très banal.

Vous pouvez retrouver toutes ces informations-là dans le rapport qui s'appelle comme le titre de cette publication et qui est donc en accès libre.

### **M. Jean-Louis CANOVA**

Merci M. BONIJOLY. M. MATTRAY, je vous passe la parole.

Je préférerais que l'on fasse l'exposé pour avoir un temps suffisamment long pour pouvoir après poser toutes les questions que vous souhaitez. M. GODINOT soyez encore un peu patient !

### **M. Jean-Michel MATTRAY, Ingénieur IRSN**

Tout d'abord, je voudrais remercier M. BONIJOLY pour avoir fait cette présentation qui présente à peu près les conclusions que je vais vous exposer également. Nous arrivons à des choses tout à fait similaires. Je me suis permis de faire une présentation en cinq points, tout en rappelant ce qu'est la géothermie.

Ensuite, j'aborderai les différents types de ressources géothermiques dans la zone de transposition que vous devez certainement connaître bien mieux que moi. Il s'agit d'une zone qui fait à peu près 250 km<sup>2</sup> regroupant les formations géologiques pour lesquelles les informations collectées au niveau du site de BURE peuvent être transposées.

Ensuite, en troisième point, je ferai un point sur ce qu'est une exploitation d'une ressource à proximité de CIGEO, puis analyserai le rapport que GEOWATT a réalisé pour le compte du site de BURE. Je déclinerai chacun des points et donnerai les conclusions et avis de l'IRSN.

Je voudrais d'abord me présenter : je m'appelle Jean-Michel MATTRAY. J'ai une formation Universitaire et ai réalisé toute ma carrière sur les saumures pétrolières géothermales et également sur les aquifères du bassin de Paris, donc je suis un petit peu au courant de ce qui se passe dans ce bassin et je suis à l'IRSN depuis 2002.

Vous savez ce qu'est la géothermie, mais c'est quand même important de le rappeler. La terre c'est quoi ? Une boule d'énergie dans laquelle se trouve une température jusqu'à 5 000° C au centre de la terre. Bon là c'est une simplification évidemment, 0° en surface, c'est une moyenne. L'origine de la chaleur de ces 5 000° C dans le cœur qui est complètement solide, c'est quoi ? C'est tout la radioactivité naturelle, c'est-à-dire la décroissance des radio-isotopes à vie longue, tels que l'uranium 238, 235, thorium 232, potassium 40, etc. Le reste est lié à la libération de la chaleur primordiale au moment du refroidissement de la terre, et également aux impacts météoriques. Ce qui fait que si vous considérez que la croûte fait 30 km d'épaisseur, vous avez un gradient compris entre 0 et 1 000°, donc de 3° C/100 m, valeur que l'on va trouver au niveau du site de Bure.

La géothermie a été classifiée selon trois catégories, en fonction de la température, de l'état physique de l'eau et de l'utilisation de la source de chaleur. Concernant la température, on a considéré que la température très basse énergie (TBE) était comprise entre 12 et 30°. La basse énergie dont je parlerai beaucoup, est comprise entre 30 et 90° et la moyenne au-delà.

L'état physique de l'eau. Vous avez l'eau sous forme liquide ou vapeur et puis, ensuite, l'utilisation de la source de chaleur, c'est soit par pompe à chaleur reliée au sol pour la TBE en particulier, soit l'utilisation directe de l'eau souterraine telle qu'elle peut être utilisée dans le cadre de la basse énergie. Et, enfin, la production d'électricité via des centrales thermiques notamment.

La TBE c'est quoi ? Vous creusez des galeries entre 0 et 1,60 mètre et vous reliez ces tuyaux à une circulation de fluides caloripoteurs via une pompe à chaleur. Il

existe également des sondes verticales qui peuvent aller jusqu'à 150 mètres de profondeur et, actuellement, sont à l'étude des sondes pouvant descendre jusqu'à 5 000 mètres de profondeur pour tester, en fait, la faisabilité d'utiliser la chaleur de la terre sans avoir besoin d'autres fluides que celui contenu dans la sonde. A priori, cette technique c'est n'importe où et sans réservoir. Donc sonde verticale 150 mètres et sonde à l'étude actuellement à 5 000 mètres de profondeur.

Maintenant, la géothermie basse énergie, 60 à 90° C. Elle utilise directement l'eau des aquifères pour alimenter soit les réseaux de chaleur, les piscines, etc., et là se pose le problème de la compatibilité des eaux avec les eaux de surface, comme le disait fort justement M. BONIJOLY. Si oui, ces eaux sont compatibles, à ce moment-là on peut les relâcher dans les rivières superficiellement. Si ce n'est pas le cas, à ce moment-là il faut réinjecter, c'est ce que l'on verra certainement, c'est une des difficultés majeures à l'exploitation de ce type de ressource.

Enfin, la géothermie moyenne à haute énergie, peut être produite via des cycles à fluide binaire. Vous avez une vapeur qui va faire tourner avec un circuit secondaire, un fluide calorporteur, qui va vaporiser à une température relativement basse et faire tourner des turbines et produire de l'électricité. Ce sont des techniques à l'étude actuellement pour produire de l'électricité à basse température. Puis, vous avez l'utilisation directe de la valeur et, pour cela, on considère qu'il faut une température au moins supérieure à 150° C pour avoir un circuit indirect à la condensation.

Concernant le potentiel en zone de transposition maintenant, en ce qui concerne la très basse énergie ; celle-ci peut se faire n'importe où et sans réservoir géothermique. Le potentiel exploitable actuellement va jusqu'à 150 mètres, c'est-à-dire qu'il concernerait au niveau de la zone transposition le Thitonien et le Kimméridgien et également par pompes à chaleur, comme je vous l'ai expliqué tout à l'heure. En gros, aucune conséquence sur les installations CIGEO en profondeur et ce n'est pas de notre point de vue, un enjeu de sûreté pour le stockage géologique.

Je vais m'arrêter plus longuement sur la basse énergie. Vous allez voir des choses qui seront des redites exactement de ce que M. BONIJOLY a présenté précédemment. Elles sont d'ailleurs tirées des cartes du BRGM, qui présentent en fait à l'échelle du pays, les grands aquifères ici en bleu clair et ici les zones pour lesquelles on pourrait trouver des températures supérieures à 70° C (**Annexe 16**).

#### **M. Jean-Louis CANOVA**

Monsieur GODINOT, s'il vous plaît ! Ayez au moins la correction de laisser l'intervenant faire son exposé.

#### **M. Jean-Michel MATTRAY**

J'ai représenté la zone de transposition à son échelle au niveau du site en bordure de la zone à 70° C, effectivement, comme l'a démontré le forage 433, nous atteignons une température dans ce secteur-là équivalente à 66 ou 67° C.

Quels sont les aquifères concernés ? C'est exactement ce que M. BONIJOLY a présenté tout à l'heure. Ici, j'insisterai tout simplement sur les isothermes à 60 et 100° C qui, en fait, limitent la zone d'intérêt pour une exploitation de type BE. Là,

de la même façon, j'ai reporté évidemment la zone de transposition qui serait sur ce pli vertical théorique (**Annexe 17**).

Ce qu'il faut retenir de cela, c'est qu'effectivement ici vous avez l'aquifère du Rhétien qui, au droit de la zone de transposition, n'est absolument pas aquifère d'ailleurs. Puis, vous avez donc les grès du Buntsandstein situés juste en-dessous et qui ont été sollicités par le forage 433.

Donc ceci ne concernerait que les aquifères potentiels du Trias et éventuellement du Permien, voire du Carbonifère sous-jacent s'il y en avait et, maintenant on sait qu'il y en a.

Nous avons reporté tous les forages pétroliers réalisés entre 1956 et 1994 et, vous voyez que les forages sont surtout localisés dans la partie Ouest de la zone de transposition qui est représentée ici (**Annexe 18**). Ici vous avez la ZIRA (en orange), Zone d'Intérêt pour une Reconnaissance Approfondie, dans laquelle pourrait éventuellement être réalisé le stockage CIGEO. Ici, vous avez donc le point noir, c'est le Laboratoire ANDRA de Bure. Et puis, vous voyez que dans le secteur, il n'y a pas grand-chose comme forage. Seul le forage 433 qui a atteint le Buntsandstein, et vous avez également le forage de Lezéville, comme le signalait M. BONIJOLY et, également celui de Germisay, mais qui lui n'a atteint que la partie supérieure du Buntsandstein, les 50 premiers mètres en fait.

Voici d'ailleurs la coupe géologique simplifiée de l'époque (**Annexe 19**). Vous voyez que le forage de Germisay date de 1956. Ce forage était en fait, un forage de reconnaissance réalisé par la SNPA (anciennement ELF AQUITAINE, puis maintenant TOTAL) et il est intéressant de voir que finalement ce forage avait recoupé 157 mètres de Trias inférieur, de Buntsandstein essentiellement, grès argileux, conglomérats. Il avait recoupé également 1 300 mètres de Permien, ce qui laissait penser qu'il y en avait encore plus que ça. Effectivement, comme on l'a vu sur la magnifique coupe de l'AGBP (Association des Géologues du Bassin de Paris).

Quatre niveaux à eau salée ont été recoupés par ce forage. Le premier au Bathonien, le second au Rhétien, le troisième au Trias inférieur et le dernier au Permien. C'est à peu près tout ce que l'on sait de la productivité de ces forages.

Le forage de Lezéville lui, a recoupé sur 51 mètres le Buntsandstein, traversé grès moyen, grès grossier, peu cimenté, avec passées d'argile. On ne sait pas grand-chose finalement sur ces données.

Maintenant, chose plus intéressante, voici le log stratigraphique obtenu sur le forage Est 433 avec une représentation de la coupe géologique (**Annexe 20**). Ici les différentes diagraphies et là, des diagraphies de type RMN, je vous expliquerai un petit peu plus tard ce dont il s'agit. Il y avait outre l'Andra, douze partenaires constitués d'instituts, de chercheurs, d'universitaires, le CNRS et l'IRSN en faisaient partie également.

Les mesures de température ont été réalisées au moyen de deux sondes et ces mesures ont été effectuées cinq mois après l'opération, c'est-à-dire que l'on considère que la température avait eu le temps nécessaire pour s'équilibrer. Il y a eu également une mesure ponctuelle qui a été réalisée dans les grès à Voltzia situés ici.



Ce profil de températures en est le résultat obtenu, avec des gradients géothermiques compris entre 3,7 et 3,9 dans l'argile, 2,15 dans l'oolithe ; vous voyez qu'elle a un gradient qui diminue, il y a près de 100 mètres de sel qui se trouvent dans la partie supérieure du Trias et on voit que le gradient est pratiquement constant jusqu'à atteindre cette couche de sel. Puis là, vous avez une chute du gradient qui s'explique justement par le fait que cette couche a une conductivité thermique plus faible que pour les autres roches. J'ai reporté l'isotherme à 60° C qui est ici et qui nous laisse penser que tout ce qui se trouve dessous cet isotherme peut être sollicité pour une exploitation de type BE.

Nous avons déjà évoqué les unités hydrogéologiques (**Annexe 21**). Elles sont parfaitement bien identifiées, justement par l'outil RMN qui est la résonance magnétique nucléaire ou protonique. En gros, vous générez un champ électromagnétique qui va exciter les molécules d'hydrogène et l'hydrogène étant majoritairement présent dans la molécule de l'eau, on arrive ainsi à identifier les zones poreuses et les zones porteuses d'eau et donc à identifier les formations aquifères. Et là, la première surprise est que l'on a trois aquifères au lieu des quatre auxquelles on pensait initialement. Le Rhétien n'est absolument pas aquifère à ce niveau-là, alors qu'il l'est beaucoup plus dans les réservoirs pétroliers situés légèrement plus à l'Ouest. La raison est toute simple : il devient complètement cimenté, colmaté par la formation de minéraux authigènes, cristallisation de minéraux, etc. On a identifié ainsi trois niveaux aquifères, mais également deux niveaux semi-perméables. Les semi-perméables sont des formations ayant une très faible perméabilité.

Effectivement, parmi ces niveaux semi-perméables, vous avez donc la fameuse formation Callovo-Oxfordien, qui est la formation hôte potentielle pour la réalisation du stockage géologique. Celle-ci fait à peu près 150 mètres d'épaisseur. Le Trias supérieur est également complètement semi-perméable, parce que colmaté. Dessous, vous avez effectivement le fameux banc de sel ou halite qui se trouve au toit du Trias.

Là, vous avez l'aquifère du Buntsandstein qui a été observé. Ce que l'on peut voir, c'est qu'il y a, effectivement, deux petites zones bleues, zones à eau libre, c'est-à-dire où là on peut extraire de l'eau par simple pompage. J'ai reporté l'isotherme à 60° C ; à ce niveau-là, vous avez un réservoir aquifère qui pourrait être sollicité pour une production de type BE.

Pour cela, effectivement, le forage EST433 a donné lieu à un certain nombre d'essais, comme le disait M. BONIJOLY (**Annexe 22**).

Pour les grès à Voltzia, vous avez une transmissibilité de  $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , ce qui donne une perméabilité équivalente à  $4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ , avec une charge hydraulique qui est un petit peu étonnante. On s'attendait à une charge très supérieure et une salinité de l'ordre de 180 g/l. Je dois préciser ici, j'imagine qu'il peut y avoir une confusion là-dessus : nous avons nous-mêmes analysé cette saumure et l'avons déterminée à 150 g/l. Pour avoir travaillé sur les saumures pendant plus de quinze ans, je dois dire que lorsque vous analysez une saumure comme ça, vous êtes tenu de réaliser de nombreuses dilutions, car on cherche en fait à analyser non pas la salinité, mais surtout à avoir tous les composants chimiques, isotopiques contenus dans celle-ci.

Nous sommes obligés de diluer énormément les solutions et donc les 150 g/l que nous avons estimés, sont à peu près à 10 % près de la concentration donnée ici. Il ne faut pas espérer avoir quelque chose de mieux que cela en termes de salinité ; ceux qui vous disent le contraire, ne donnent pas de chose réelle.

C'est l'ordre de grandeur qui est important.

Ce qui est important également, c'est de voir que finalement nous avons affaire à deux niveaux aquifères : grès à Voltzia et couches intermédiaires. Les couches intermédiaires ont donné une transmissivité, pour une hauteur équivalente, 25 mètres, en gros pratiquement quatre fois inférieure à celle du grès à Voltzia et une perméabilité équivalente de l'ordre de  $10^{-5}$  m/s. On en parlera tout à l'heure.

Ici, on a effectivement enregistré une véritable ressource potentielle qui pourrait éventuellement être testée pour de la basse énergie. Je dis « être testée ». Effectivement, il faut pouvoir tester la productivité.

J'ai comparé les résultats acquis au niveau du grès à Voltzia et des couches intermédiaires avec l'ensemble des faciès du Dogger géothermique du centre du Bassin de Paris, lesquelles données sont tirées du rapport de Rojas et al 1989 (**Annexe 23**). J'imagine que cela n'a pas dû changer énormément depuis, bien qu'il y ait eu quelques nouveaux doublets réalisés ces derniers temps. On a une assez bonne confiance avec 110 forages. Evidemment, on n'a qu'un seul forage qui a traversé les deux formations. On voit que les températures sont globalement du même ordre de grandeur, voire légèrement inférieures pour le grès du Buntsandstein. La transmissivité exprimée en darcy-mètres, j'ai tout converti en darcy-mètres parce que, dans le rapport en question tout était donné dans cette unité. Maintenant, on préférerait plutôt utiliser des  $m^2/s$ . La hauteur testée est intéressante...

### **M. Jean-Louis CANOVA**

M. GODINOT après s'il vous plaît ! Asseyez-vous ! M. GODINOT, on ne vous écouterait pas. Laissez continuer monsieur ! Par politesse, essayer de laisser monsieur faire son exposé. Si vous faisiez un exposé et que l'on interrompe comme cela tout le temps, qu'est-ce que vous diriez ? M. GODINOT, soyez patient, vous aurez la parole après. Vous demanderez des explications après.

### **M. Jean-Michel MATTRAY**

On en parlera après évidemment. Je suis ouvert à toutes les questions, n'ayez pas de crainte là-dessus.

Il est important de voir que les hauteurs de production moyennes du Dogger géothermique par exemple sont à peu près du même ordre de grandeur que celles testées sur le forage EST433, 25 mètres pour les grès à Voltzia, les couches intermédiaires.  $18 \pm 8$  au niveau du Dogger géothermique. Pourquoi  $18 \pm 8$  ? C'est-à-dire qu'on peut voir que, lorsqu'on exploite un réservoir géothermique de type BE, on ne cherche pas forcément à avoir des hauteurs de production extrêmement élevées. On cherche à avoir des niveaux particulièrement perméables, producteurs, et dans lesquels on puisse réinjecter l'eau. La porosité totale est à peu près du même ordre de grandeur.

La salinité 1 à 35 g/L pour le Dogger géothermique / 180 g/L pour le Buntsandstein. Nous l'avons mesurée à 150g/L, ce n'est pas dramatiquement différent. Le débit de production moyen est de l'ordre de 260 m<sup>3</sup>/h. Là, effectivement, on ne les connaît pas. Pourquoi ? Parce qu'on n'avait pas de pompe suffisamment puissante pour pouvoir le tester. Effectivement, il y a eu colmatage de la pompe, mais ce n'était pas l'objectif. L'objectif était vraiment d'avoir accès à la perméabilité. Dans la première phase, les problèmes techniques qu'il y a eu par la suite, comme l'a très bien expliqué mon voisin, ont fait que les tests de production n'ont pu être mis en œuvre.

La conclusion est importante. Les propriétés hydrauliques du Buntsandstein sont très proches finalement de celles du Dogger carbonaté du centre du Bassin de Paris. Donc là, on a identifié une vraie ressource potentielle.

Maintenant, en regardant les aires concernées par les températures supérieures à 60°. Vous avez ici tout l'aquifère du Dogger (**Annexe 24**) :

- en jaune concerne les températures supérieures ou égales à 60° C;
- en rouge, elles atteignent jusqu'à 85° C, du côté de Meaux, Coulommiers. Là, les températures dans le Dogger sont les plus importantes.

Ici, j'ai reporté également l'extension des grès du Buntsandstein dans leur totalité, c'est-à-dire que cela comprend tous les faciès du Buntsandstein, y compris les grès à Voltzia et couches intermédiaires, les grès vosgiens, etc. La zone pour laquelle on peut trouver des températures supérieures à 60° C est quand même limitée. Elle est située plutôt à l'Ouest de la zone. J'ai reporté également la zone de transposition qui se trouve en bordure. On est en limite de ce secteur. Ces géométries ont été calculées à partir de profils sismiques, de données de forage, etc. La température a été calculée pour un gradient géothermique de 3° C/100 m qui est exactement le gradient mesuré lors du forage 433.

J'ai reporté l'extension des grès à Voltzia. C'est également l'extension des couches intermédiaires. En revanche, pour ce qui est des grès vosgiens, on a une extension légèrement supérieure.

#### **M. Jean-Louis CANOVA**

M. GODINOT, vous aurez la parole après.

#### **M. Jean-Michel MATTRAY**

Cette carte (**Annexe 25**) est, à ma connaissance, la seule référence géologique, stratigraphique, mais également qui présente l'ensemble des faciès et leur extension sur le cycle B7, cycle stratigraphique, qui représente en fait l'extension des grès à Voltzia. La zone de transposition se situe dans ce secteur. Les points noirs représentent les forages à partir desquels cette carte a pu être estimée. Nous avons quand même une certaine incertitude concernant l'extension de ces niveaux parce que, ici, il n'y a pas vraiment de forage. C'est une extension à minima. La zone de transposition fait 250 km<sup>2</sup>. La ZIRA fait 30 km<sup>2</sup> environ.

J'ai reporté justement l'extension de la température pour l'ensemble du Buntsandstein où la température était supérieure à 60°. Cela veut dire qu'ici, nous

avons (en rouge) la zone qui délimiterait la zone des grès à Voltzia pour lesquels la température excéderait les 60°, donc pour lesquels on rentrerait dans le domaine de la géothermie de basse énergie. Cette zone représente une superficie approximative de 3 000 km<sup>2</sup>. Evidemment, il faut prendre tout cela avec des pincettes parce que, comme je vous le disais, ici on n'a pas de forage. La zone de transposition de 150 km<sup>2</sup>, la ZIRA de 30 km<sup>2</sup>. Ici, vous avez un secteur où la température laisse à penser qu'on pourrait exploiter ces grès sur une superficie de 3 000 km<sup>2</sup>, c'est-à-dire une superficie qui est environ une centaine de fois supérieure à celle de la ZIRA.

J'ai reporté également l'extension du Dogger carbonaté. C'est simplement pour avoir un comparatif qui, pour 34 installations, regroupe une superficie d'environ 10 000 km<sup>2</sup>.

Avant d'aller plus loin, il faut d'abord parler des conditions nécessaires à une exploitation. Il faut déjà, comme on le disait tout à l'heure, pouvoir réinjecter totalement l'eau produite lorsque la salinité est excessive. Pourquoi ? Il y a trois raisons à cela :

- 1) pour éviter l'incompatibilité biochimique de l'eau salée avec les aquifères supérieurs et les eaux de surface. C'est la loi sur l'eau de 2005 et son extension.
- 2) Il faut également maintenir une charge hydraulique constante dans l'aquifère parce que si jamais vous enlevez toute l'eau, vous n'aurez plus aucune ressource. Donc il faut pouvoir maintenir ce réservoir.
- 3) Enfin, il faut éviter aussi les risques sismiques pouvant être potentiellement engendrés par le pompage. On a pu voir les conséquences récemment sur le forage de Saint-Gall en Suisse où les gens qui cherchaient à exploiter un réservoir à 4 ou 5 000 mètres, dans une formation fracturée, ont généré un séisme de magnitude 3,6 lié aux activités de simulation. Ceci a eu pour conséquence de reboucher le forage tout simplement. C'est-à-dire qu'il faut faire très attention lorsqu'on produit dans une formation, et surtout les formations fracturées, et éviter également de fracturer celles qui ne le sont pas. Donc il faut faire extrêmement attention à cela.

Il faut également des débits pérennes. Une exploitation sans débit pérenne n'est pas une exploitation. Il faut des débits minima supérieurs à 150 m<sup>3</sup>/h au producteur comme à l'injecteur. Il faut aussi une température nominale. Cette température doit être obtenue à partir d'essais hydrauliques longs, ce qui, malheureusement, n'a pu être fait lors de la réalisation du forage EST433 pour les raisons évoquées précédemment. Enfin, il faut un débit d'injection égal au débit de production ou alors multiplier le nombre de forages de réinjection. Là, évidemment, les coûts sont multipliés d'une manière exponentielle.

Pour exploiter la ressource, il faut voir à peu près quelle est l'extension de la zone de l'aire d'influence d'un doublet. Les propriétés de perméabilité et de température des grès à Voltzia notamment, sont à peu près du même ordre de grandeur que celles du Dogger géothermique. J'ai représenté, ici (**Annexe 26**), tout simplement une aire d'influence d'une exploitation par un doublet classique, tel qu'il y en

a dans le Bassin de Paris. Ici, est présenté un champ de pression induit par une exploitation. Ce que vous avez ici c'est -1 m, c'est-à-dire que lorsque vous pompez, vous générez un puits de dépression qui se traduit par ces cercles : -1 m, -2 m... On peut aller jusqu'à plusieurs dizaines de mètres en négatif. J'ai reporté ici l'extension de ce que pourrait être CIGEO. On voit que finalement cette aire d'influence a, à peu près, la même extension que celle d'une exploitation de type CIGEO. Autrement dit CIGEO, s'il était réalisé et s'il y avait une servitude pendant quelques années pour ne pas exploiter quelque chose, pourrait geler au maximum une surface équivalente à une installation de type basse énergie typique du Dogger du Bassin de Paris. C'est l'ordre de grandeur qui est important encore une fois. En termes de potentiels géothermiques, CIGEO (30 km<sup>2</sup>) pourrait geler au maximum 1 à 2 % de la ressource régionale qui est de 33 000 km<sup>2</sup> à peu près. Evidemment que c'est faux, mais on sait que c'est l'ordre de grandeur qui est important.

On a dit également, et c'est un point très important, qu'il y a eu des tentatives d'exploitation de la ressource en France, notamment il y a eu des tentatives de réinjection dans les grès du Trias. En fait, il y a eu deux tentatives d'exploitation des grès du Trias : Cergy, Achères, productivité insuffisante. On s'est replié sur le Dogger à ce moment-là. Il y a eu surtout le cas de Melleray qui avait un bon débit de production de l'ordre de 150 m<sup>3</sup>/h. Lorsqu'on a voulu réinjecter cette eau qui faisait à peu près 35 g/l comme l'eau de mer d'ailleurs, on s'est rendu compte qu'il y avait une surpression extrêmement rapide à l'injecteur, ce qui a limité le débit d'injection à 80 m<sup>3</sup>/h. On a été obligé de limiter le débit de réinjection de moitié pratiquement pendant un an, puis on l'a abandonné. En fait, le puits producteur a été utilisé à des fins de recherche pendant cette période. L'Institut Mixte de Recherche Géothermique sur le site du BRGM a cherché à l'époque à évaluer les causes de la surpression qui avait été engendrée au moment de cette injection. On s'est rendu compte qu'il y avait deux causes essentielles, à savoir : les causes exogènes liées à l'exploitation, il y avait soit la possibilité de créer une surpression, par exemple en dégazant et en réinjectant des bulles de gaz, c'est ce que l'on pensait à l'époque, et il y avait aussi les produits de corrosion. Puis, il y avait surtout les causes endogènes. Il a été réalisé un projet, cofinancé par la Communauté Européenne, pour évaluer ces causes de surpression. On s'est rendu compte qu'il y avait jusqu'à 17 kg/jour (ou 7 tonnes par an) de particules produites par ces formations. 95 % de ces particules étaient des particules fines qui faisaient moins d'1 micromètre. Dans ces formations argilo-gréseuses, on peut très bien imaginer que l'on puisse avoir la même chose dans les grès à Voltzia car ce sont des formations provenant de l'érosion de reliefs qui étaient des reliefs granitiques (les massifs hercynien de l'époque), lesquels contenaient beaucoup de feldspaths, lesquels lorsqu'ils vont se dégrader, vont produire des particules argileuses de type illite. C'est tout ce qu'on ne veut pas avoir dans un réservoir parce que ce sont de petits filaments d'argile qui autorisent la production, mais limitent la réinjection. Ces filaments, lorsqu'on réinjecte, se mettent dans des positions impossibles, forment des espèces de filets et bloquent tout.

Quelques exemples d'exploitations par doublet dans les formations argilo-gréseuses en Europe : globalement, ce sont des exploitations par doublet et non pas par puits unique. Des formations avec des températures relativement basses et des salinités

élevées comme celles des grès à Voltzia. Les débits sont malgré tout assez réduits lorsqu'on les compare à ceux du Dogger géothermique.

Il faut retenir que l'on a des exemples européens où cela marche mais, en fait, on est obligé de limiter énormément les débits de production et de réinjection, en particulier lorsqu'on veut fonctionner en doublet.

Existe-t-il une ressource plus profonde dans la zone de transposition ? Nous avons évoqué les grès vosgiens, le permien, le carbonifère. Effectivement, mais elle est inconnue.

Pour ce qui est des conclusions sur la basse énergie, le Buntsandstein présente bien un potentiel géothermique compatible avec l'exploitation de type BE, température supérieure à 60°, une très bonne transmissivité. Attention, pour le secteur reconnu et se trouvant en limite de bordure d'aquifère, il pourrait y avoir une limite hydrogéologique, on pourrait avoir un impact sur une exploitation, des débits qui vont diminuer.

La salinité des eaux du Buntsandstein imposerait une exploitation par doublets avec puits producteurs et injecteurs. Effectivement à 150-180 g/l, vous êtes obligés de réinjecter dans la formation dans laquelle vous avez pompé, avec des débits d'exploitation conditionnés par ceux des puits injecteurs dans ce type de formation. Le retour d'expériences montre que si on veut réinjecter dans ce type de formation on peut s'attendre à avoir une diminution sensible du débit d'exploitation. Le débit d'exploitation réel est inconnu à ce jour dans ce type de réservoir.

CIGEO pourrait ne geler qu'une proportion très réduite finalement de la ressource au Trias. 98 % de cette ressource resteraient disponibles à une future exploitation. Quand bien même le pourcentage était supérieur, on pourrait tout aussi bien réaliser des forages inclinés pour exploiter la ressource dans la ZIRA si on en sentait le besoin. Les niveaux inférieurs, grès vosgiens et grès du permien, ont des propriétés hydrauliques, minéralogiques et thermiques actuellement inconnues en effet. Pour ce qui est des formations inférieures, on va passer très vite : moyenne énergie à haute énergie. Si on considère quelque chose, comme un gradient géothermique de 3° C/100 m, il faudrait pour une vapeur directe faire réaliser un forage à 5 km de profondeur, et pour une vapeur indirecte en utilisant un flux de travail, réaliser un forage à 3 km de profondeur.

Vous avez ici la même coupe géologique qui vient de sortir (**Annexe 27**) et pour laquelle on voit le superbe bassin permo-carbonifère qui est recouvert par le bassin mésozoïque ou secondaire. Je pense que la zone de transposition doit être située à peu près dans ce secteur-là ; on a à peu près 2 kilomètres de profondeur de permien. Le socle se trouve à 6 ou 7 kilomètres de profondeur, donc à l'aplomb de la zone de transposition, le potentiel géothermique des formations permo-carbonifères est actuellement inconnu.

Abordons le troisième point, l'exploitation d'une ressource à proximité de CIGEO, dont deux aspects doivent être considérés : le premier concerne la contamination radioactive d'une exploitation géothermique et les risques associés pour l'environnement et la population. On doit reconnaître que, à notre connaissance, il n'existe pas d'étude spécifique réalisée à ce jour sur ce type de contamination. Dans

le cas d'une ressource avérée, l'IRSN estime que l'ANDRA devra évaluer l'impact de l'usage d'une telle ressource sur la sûreté du stockage.

En ce qui concerne l'accès à la ressource du fait de la présence du stockage à son aplomb : actuellement on considère que 1 à 2 % de cette ressource seraient obérés et que les forages déviés contournant CIGEO donneraient accès à toute la ressource géothermique. C'est important !

Nous avons analysé le rapport GEOWATT en trois points. D'abord, nous avons étudié le programme de forages, de tests et de loggins. Pour ce qui concerne cette analyse, il faut rappeler que les objectifs du forage étaient multiples effectivement. Quels étaient les objectifs ? La connaissance de la couche hôte et son encaissant, et en particulier des formations sous-jacentes qui n'étaient pas connues ou mal connues à ce jour. Il y avait également un objectif de connaître les phénomènes de transfert qui se situaient au niveau de toute la couche sédimentaire, en particulier pour connaître l'origine du sel dissous dans les eaux des aquifères inférieurs. Cette connaissance est, en fait, nécessaire pour valider ou caler les modèles hydrogéologiques du secteur et de la région de Meuse/Haute-Marne. Le troisième point est évidemment l'évaluation du potentiel géothermique.

GEOWATT nous a bien dit qu'il y avait trop d'objectifs pour bien évaluer le potentiel géothermique.

En ce qui concerne l'IRSN, on considère que les objectifs étaient en accord avec la demande des évaluateurs qui étaient l'ASN et la CNE. Nous faisons partie également du consortium réclamant notamment une meilleure connaissance des transferts dans la pile sédimentaire. On était plutôt en accord avec l'ensemble des objectifs proposés.

Concernant l'adéquation entre le cahier des charges d'exécution et les prestations : GEOWATT reconnaît que cette adéquation est très bonne mais qu'il y a eu effectivement des aléas liés aux forages. L'IRSN adhère complètement à ces conclusions. Il y a donc eu trois différences essentielles rappelées par mon voisin :

1. Le test 3 au Muschelkalk n'a pas pu être réalisé. Il se trouve que, concernant ce test, les diagraphies RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) n'ont pas révélé d'eau libre au niveau de cet horizon. C'était un moindre mal si l'on veut.
2. Il s'agissait de diagraphies thermiques stoppées à 1 864 m. Il manquait effectivement 140 m. On est d'accord avec GEOWATT sur ceci, mais on se rend compte que vraisemblablement les 140 m n'étaient pas préjudiciables aux gradients de température car le type de roche qui se trouvait dessous, qui a été recoupé par le forage, était très proche de ce qui avait été recoupé jusque-là et devait donc présenter des conductivités thermiques tout à fait similaires. On imagine que le gradient de température devait être le même.
3. Enfin, la seconde série de tests a été annulée, il manquait effectivement le pompage longue durée, des graphies géochimiques, le test d'injectivité. GEOWATT considère que ceci était préjudiciable à l'évaluation du potentiel. L'IRSN, évidemment, adhère complètement à ces conclusions, surtout en ce qui concerne l'injectivité parce qu'on aurait aimé savoir si l'on arrivait à injecter un

débit équivalent à celui auquel on pouvait pomper. L'IRSN comprend tout à fait que ce test n'ait pu être réalisé eu égard aux aléas du forage.

Concernant la revue du rapport de forages et d'opérations : GEOWATT a réalisé une analyse des tests hydrauliques. Il considère que les tests ont été réalisés dans les règles de l'art malgré les difficultés techniques (colmatage de la crépine, de la pompe, etc.) et l'IRSN adhère complètement à cette conclusion.

En gros, ils ont utilisé les mêmes techniques d'interprétation et les mêmes outils que ceux que l'on utilise, nous autres, pour réaliser des tests et *slug-test*, dans ce type de formation.

Concernant les valeurs estimées de perméabilité et incertitudes associées : rappelons que l'essai qui a donné la meilleure perméabilité est de  $4,4 \cdot 10^{-5}$  m/s. Vous remarquez que l'incertitude est extrêmement faible,  $\pm 0.02$ .

GEOWATT dit que ce sont des valeurs indicatives et les incertitudes proposées sont à prendre avec précaution. Nous considérons que cette valeur est tout à fait crédible. C'est celle qui a été obtenue dans les grès à Voltzia. Eu égard aux volumes importants produits, effectivement  $35 \text{ m}^3$  ont été produits. C'est très rare à 2 000 m de profondeur de faire un essai par pompage, qui pourrait produire un tel débit d'eau juste après un forage. On considère que la perméabilité donnée est vraiment crédible.

Sur les trois points concernant l'avis sur le potentiel géothermique : le potentiel du Trias, le débit de production et réinjection. Le potentiel a été analysé sur la base de trois critères : la profondeur, la température et la productivité via la transmissivité et la hauteur de la production. Concernant la profondeur de 1 000 mètres, il n'y a pas de difficulté particulière. Il est fait référence au forage de Saint-Gall. On connaît les conséquences du forage maintenant puisqu'il a été rebouché. L'IRSN adhère à cette conclusion.

La température de  $70^\circ$  est tout à fait compatible avec l'exploitation du type BE. On adhère complètement à cette conclusion.

La transmissivité et la hauteur de la production sont tout à fait comparables au Dogger du Bassin de Paris en incluant des horizons pessimistes. Ils proposent dans leur rapport : pourquoi ne pas combiner deux horizons en utilisant une même crépine ou une crépine multiple ? Là, on dit attention parce que plus vous sollicitez d'horizons et plus vous allez solliciter également de niveaux qui ne seront pas de bons producteurs et qui pourraient libérer des fines. C'est ce qui se passe finalement dans le Dogger du Bassin de Paris. Il vaut mieux se limiter à l'horizon le plus poreux, perméable et productif, plutôt que de solliciter une hauteur de production très importante surtout lorsqu'on a à faire à des formations de type argilo-gréseuse comme c'est le cas dans le secteur de Meuse/Haute-Marne.

Evidemment pour le débit de production, GEOWATT dit qu'il doit être meilleur que  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ , c'est évident puisque c'était la limite de la pompe. L'IRSN adhère complètement à cette conclusion et considère même que le débit de production doit être, en tout cas au niveau du puits producteur, du même ordre de grandeur, voire légèrement inférieur peut-être, à celui du Dogger du Bassin de Paris.



Un point très important : GEOWATT ne dit que peu de choses sur la réinjection. Elle n'est quasiment pas abordée. GEOWATT dit que c'est dommage, que le test d'injectivité n'ait pas été réalisé. Donc, il ne donne pas de piste quant aux problèmes qui pourraient être sollicités lors de la réinjection. Nous considérons, au contraire, que c'est un des points clés d'une exploitation de type basse énergie avec doublet. On considère en effet qu'il y a une difficulté majeure dans les grès. C'est ce qui pourrait limiter en fait les débits d'injection et qui pourraient, évidemment, limiter aussi les débits de production, à moins bien entendu de multiplier les forages d'injection, ce que très peu de géo-thermiciens s'autoriseraient à proposer.

Je vais conclure sur l'avis de l'IRSN : le secteur de Meuse/Haute-Marne présente bien une ressource géothermique de type basse énergie localisée dans le Trias inférieur. En cela, je rejoins tout à fait les conclusions de mon voisin. Compte tenu de la salinité du Trias, à l'aplomb du site, l'exploitation doit être conditionnée par la possibilité d'y réinjecter l'eau effectivement. Comme c'est salé, il faut réinjecter, on n'a pas le choix, dans le même réservoir. L'expérience montre la difficulté à mettre en œuvre cette réinjection dans ce type de formation et dans d'autres types de formation argilo-gréseuses. Dans les calcaires du Dogger du Bassin de Paris, des ressources géothermiques sont actuellement exploitées sans rencontrer ces difficultés parce que justement les carbonates n'ont absolument pas les mêmes contraintes à la réinjection. Vous n'avez pas de particules argileuses ou très peu dans ces niveaux, en particulier le Dogger carbonaté du Bassin de Paris où là il n'y a pas de particules argileuses et vous pouvez réinjecter exactement au même débit que le débit de production. Les formations plus profondes, dont celle du Permien, pourraient présenter un potentiel géothermique de type « moyenne à haute énergie ». Il est inconnu c'est-à-dire que l'on n'a pas recoupé effectivement cette formation lors du forage 433, on ne sait pas. On sait juste, via le forage de Germisay, qu'il y a des niveaux à eau salé, mais on ne sait pas du tout la productivité qu'ils peuvent avoir. Et puis surtout il faut faire très attention parce qu'on est toujours dans des formations argilo-gréseuses avec toutes les possibilités de colmatage à la réinjection. Compte tenu des éléments précédents, l'IRSN considère que, au regard des critères définis par l'ASN, le potentiel géothermique du secteur de Meuse/Haute-Marne n'est pas de nature à remettre en cause le choix du site d'implantation des forages.

CIGEO pourrait ne geler qu'une portion très réduite (1 à 2 %) de la ressource au Trias dans l'Est de la France. 99 % resteraient disponibles à une possible future exploitation. Possibilité de réaliser des forages inclinés pour exploiter la ressource sans pénétrer la ZIRA.

Enfin, dans l'hypothèse de l'oubli de la présence de stockage, il ne peut être exclu que ce potentiel puisse conduire, dans le futur, à la réalisation de forages venant traverser l'installation. L'IRSN estime donc que ce type de situation doit faire l'objet d'une analyse spécifique au titre de la démonstration de sûreté de CIGEO afin d'apprécier notamment son incidence sur les capacités confinement et stockage.

J'en ai fini, en vous rappelant que nous avons produit l'année dernière, une fiche « débat public » qui est sur ce site et également le rapport technique dont vous avez reçu une copie en rentrant dans cette salle.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Je vais donner la parole à la salle. M. VIRION vous allez prendre le micro également. M. GODINOT, après je vous passerai la parole pour vos réflexions.

**M. Romain VIRION - Association Mirabel Lorraine Nature Environnement**

Nous avons déjà vu cette présentation faite par l'IRSN à l'ANCCLI. Nous avons quelques remarques à faire par rapport aux diapositives qui vous ont été présentées aujourd'hui et qui sont quasiment les mêmes, à 98 %, de celles présentées à l'époque. Sur le forage EST433, cette partie correspond au Trias inférieur, à l'étage du Buntsandstein, avec les grès à Voltzia et les couches intermédiaires et au-dessus le Muschelkalk. Il y a trois tests : le premier s'est passé du 8 au 10 juin 2008, le deuxième du 10 au 11 juin 2008 et le troisième du 11 au 12 juin 2008 (**Annexe 28**).

Le test n° 3 n'est pas du tout dans les formations du Buntsandstein mais dans le Trias moyen. Le test n° 1 a été effectué mais les données ont été ininterprétables. Aujourd'hui, on nous présente les résultats quand même, mais clairement, ces données ne sont pas fiables. C'est GEOWATT qui l'a dit, donc cette donnée n'est pas interprétable. Toute la partie des couches intermédiaires, on ne sait pas du tout quelle est la transmissivité ou productivité ou débit de cette partie.

Le test n° 2 a eu lieu ; celui-ci est interprétable. C'est la transmissivité que l'on vous donne, celle à partir de laquelle GEOWATT explique qu'il y a un débit comparable à ce qui est exploité dans le dogger parisien, on peut dire à environ 400 m<sup>3</sup>/h mais il y a beaucoup d'incertitudes sur cette transmissivité. Il y a eu le test n° 3 qui donne des données totalement ininterprétables.

Donc, nous, on l'appelle le « forage catastrophique » EST433 parce que : test n° 1 ininterprétable à cause de la boue et des sédiments, donc un fort colmatage. On voit qu'à ce niveau il y a eu le coincement d'une sonde qui a empêché d'accéder et de pouvoir faire des tests de longue durée. Donc aucun test de longue durée n'a pu être fait à cause de cette sonde coincée. Les mesures de température, dont on a parlé avant et où l'IRSN a expliqué qu'elles avaient été prises dans les grès à Voltzia ce qui est faux, ont été prises juste au-dessus, à la limite des grès à Voltzia et du Muschelkalk. Donc la seule mesure de température qui est 65,8 à 67° par la diagraphie qui s'est faite entre là et là, a été prise au-dessus du Buntsandstein. Aucune mesure de température n'a été faite dans le Buntsandstein sur le forage EST433.

Il y a avait la diagraphie par diamètres, test fait au début où l'on regarde avec un test mécanique pour voir si les bords du forage sont solides ou pas. On voit qu'il y avait une zone très friable à cet endroit-là et que le forage a, lui, été tubé jusqu'ici. On veut tester cette formation et on ne consolide le forage que jusque-là. Toute cette partie très friable, il est très probable qu'elle ait produit beaucoup de sédiments qui ont impliqué le colmatage du forage. On a constaté une enveloppe de boues polymères et de sédiments autour de la crépine dans l'intervalle de test. Cette histoire de boue revient souvent : colmatage, obstruction, boue de forage. Effectivement, le fait que le forage n'ait pas été tubé jusqu'au bout peut être une hypothèse pour expliquer ce colmatage.

Concernant la salinité, nous avons un article rédigé par trois personnes, notamment au sein de l'IRSN, montrant qu'à Bure la salinité est 20 g/l dans le Buntsandstein. Donc ne pas croire qu'on a forcément 20 g/l dans le Buntsandstein parce qu'on a des forages ici et ici. Vous voyez que cet article, postérieur au forage EST433, ne donne aucune donnée sur le Buntsandstein. Cet article considère que la donnée, qu'elle soit de 180 ou de 150 g/l, n'est pas bonne puisqu'il ne la prend pas en compte. Aujourd'hui, on nous explique que cette donnée est bonne parce qu'elle fait 153 ou 180 g/l. C'est une réalité. Donc, aujourd'hui, la salinité c'est combien ? La première fois que l'ANDRA est venu ici c'était 120 g/l. Quelques jours après c'était 180 g/l. Là, on nous dit 150 g/l. Une extrapolation ne tient pas compte des mesures de salinité qui ont été faites parce qu'elle pense que ces mesures ne sont pas fiables. Voilà la réalité sur les problèmes de salinité.

L'extension des grès à Voltzia : je suis désolé mais cette carte (**Annexe 25**) est une carte de stratigraphies, c'est du paléo-environnement. C'est très intéressant pour savoir s'il y avait des poissons ou des reptiles il y a 200 millions d'années sur la zone de Bure, mais pour la géothermie, ce n'est rien du tout. Clairement, aucune donnée de température, aucune donnée de profondeur, aucune donnée de salinité. Cette affirmation n'est pas acceptable même si aujourd'hui, à la place du rectangle on nous a mis une « patate ». Le rectangle c'était en avril 2014.

Je vous explique un peu d'où vient cet article de stratigraphie, article « Bourquin et al 2006 », deux ans avant le forage. On voit que les données que nous retranscrit l'IRSN aujourd'hui, sont prises à Emberménil. Le titre est : « *Facies map of the lower part of the cycle B7* » et l'IRSN met : « *Extension des grès à Voltzia* ». A Emberménil à côté de Lunéville, le cycle B7 que vous avez ici, montre bien que ce sont bien des grès à Voltzia, mais quand on va vers Montplonne 28 km d'ici, le cycle B7 correspond aux couches intermédiaires et non aux grès à Voltzia (**Annexe 29**). Aujourd'hui, on vous dit : « Ce sont les grès à Voltzia ». De toute façon, la stratigraphie n'a rien à voir avec la géothermie. Donc aujourd'hui, on vous présente une carte. On fait un carré et on vous dit : « là, c'est comme ça ». C'est une carte qui nous a été montrée par le BRGM, nous avons juste mentionné la zone en rouge, laquelle montre effectivement que la zone optimale pourrait se trouver dans le secteur. La même carte qu'on nous a montrée précédemment qui, elle, date de 1979. Celle-là date de 2008 et celle-là de 1979 (**Annexes 30 et 31**).

Je ne sais pas si vous avez tous bien saisi qu'il y avait le Trias et en-dessous le Permien qui est appelé « la géothermie du futur », pour produire de l'électricité. C'est quelque chose qui aujourd'hui est encore beaucoup en recherche. Mais que sera l'énergie dans le futur ? La recherche d'énergie ? Les progrès technologiques pour la produire ? Sous Bure, il y a un bassin permien. On a à peu près 2 700 mètres au maximum de permien. Dans le Bassin Parisien, une telle épaisseur n'a pas été identifiée pour l'instant. Cette ressource possible n'a toujours pas été explorée car le forage EST433 n'est pas allé aussi profond. Aujourd'hui, on ne sait pas si cette ressource potentielle, qui a un caractère assez particulier parce que dans le Bassin de Paris on n'a pas de profondeur aussi importante, peut produire de l'eau avec quelle température.

Pour finir, les associations sont contentes parce qu'aujourd'hui l'IRSN admet, en tout cas dit qu'il y a un potentiel géothermique à Bure, potentiel de basse énergie

dans le Trias, etc., avec certaines incertitudes mais aujourd'hui l'IRSN dit qu'il y en a.

En 2005, l'IRSN rendait son avis : « *il n'existe pas de potentiel géothermique rentable à l'aplomb du site* ». Après, nous avons eu la loi de 2006.

En 2009, l'IRSN conclut : « *Le forage traversant le Trias réalisé au centre de la zone permet de confirmer l'absence de potentiel géothermique exploitable à son aplomb* ». Le forage qui traverse le Trias dont on vient de parler, permet de confirmer l'absence totale de potentiel géothermique en 2009.

En 2010, que s'est-il passé ? Le gouvernement a validé le périmètre de la ZIRA. Aujourd'hui, je parle en leur nom, les associations perdent confiance. Elles n'ont plus confiance en ce que dit l'IRSN. C'est le message que je suis venu faire passer.

### **M. Jean-Louis CANOVA**

Merci. Je vous laisse répondre.

### **M. Jean-Michel MATTRAY**

Des choses dites étaient vraies et d'autres fausses à mon sens, en particulier, concernant cette carte (**Annexe 25**). C'est une carte de faciès. Il faut bien se rendre compte que c'est une carte qui a été évaluée à partir de données de forages. L'extension proposée, ce n'est pas nous qui l'avons proposée, c'est un chercheur de Rennes. En fait, ce que vous voyez c'est vraiment la carte d'extension des faciès. L'incertitude que l'on a c'est ce qui se passe ici. Pour le reste, on a quand même suffisamment d'informations de forages pour dire qu'on est probablement suffisamment bons de ce côté-là. Plus au Nord, en revanche, on n'a quasiment pas de forage. Que voyons-nous dans cette carte ? Ici, vous avez des faciès gréseux et ici des faciès argileux. Effectivement, à l'époque j'avais mis une espèce de rectangle pour dire que c'était ça mais c'est exactement ce que j'ai rapporté lors de cette présentation, c'est-à-dire que j'ai limité aux contours effectivement proposés par Sylvie Bourquin dans son article. Pour moi, ce papier est toujours la référence du grès à Voltzia et des couches intermédiaires qui ont une extension exactement identique à celle du B7.

Pourquoi s'intéresser préférentiellement à ce réservoir ? Tout simplement parce que c'est celui qui a donné la meilleure productivité. C'est pareil pour le dogger géothermique. Le dogger géothermique, lorsque vous cherchez à obtenir le réservoir, vous n'allez pas chercher tous les niveaux qui sont des horizons poreux et plus ou moins perméables. Vous allez chercher directement l'oolithe blanche là où vous savez que vous avez un réservoir « qui tient la route ». Là c'est pareil. Lorsque vous regardez les diagraphies RMN à eau libre, vous voyez très nettement que le niveau le plus intéressant vis-à-vis de la productivité, c'est celui des grès à Voltzia. Donc il faut directement aller vers le réservoir qui est le plus intéressant. Je suis complètement d'accord avec tout le monde, c'est-à-dire que dessous on a des niveaux, en particulier les grès vosgiens, on a des niveaux qui sont totalement inconnus. On ne sait pas du tout. Ils n'ont pas été recoupés par le forage 433 et personne ne les a testés dans ce secteur. Personnellement, si j'avais à faire un forage géothermique, je m'arrêteraient au grès à Voltzia puis j'essaierais de pomper dedans. A la différence près que si jamais vous avez CIGEO qui est réalisé dans le

secteur, il faudra peut-être rechercher un petit peu ailleurs. Ailleurs c'est où ? Il faut sortir de la ZIRA. Il ne faudra pas aller bien loin pour pouvoir exploiter la ressource si on souhaite l'exploiter.

**M. Jean-Louis CANOVA**

M. GODINOT.

**M. Antoine GODINOT**

On en a parlé avec Sylvie Bourquin. Elle ne veut pas entendre parler d'hydrogéologie, ce n'est pas du tout son domaine, c'est votre domaine  
M. MATTRAY.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Ce n'est pas son domaine.

**M. Antoine GODINOT**

La figure (**Annexe 29**) que vous a présentée Romain VIRION montre déjà que ce ne sont pas les grès à Voltzia mais les couches intermédiaires. C'est là où c'est amusant...

**M. Jean-Michel MATTRAY**

C'est pareil, ils ont une extension qui est quasiment la même. Reprenez les grès à Voltzia.

**M. Antoine GODINOT**

Pourquoi ne mettez-vous pas la bonne couche ?

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Parce que je me suis focalisé sur les grès à Voltzia.

**M. Antoine GODINOT**

Vous avez pris la mauvaise couche.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

C'est pareil ! Vous aurez les mêmes extensions.

**M. Antoine GODINOT**

C'est incroyable ! Ce sont nous, les associations, qui corrigeons les spécialistes.

**M. Didier BONIJOLY**

Excusez-moi mais il y a vraiment un problème d'incompréhension, simplement parce qu'il faut comprendre comment sont construites ces coupes. Ce sont des coupes établies sur le principe de la stratigraphie séquentielle. Quand on regarde une série et qu'on voit l'alternance Grès vosgien - couche intermédiaire - Grès à Voltzia, et qu'on le trouve à quelques kilomètres dans un autre forage, tout le problème que le géologue a à résoudre est : est-ce que ces deux formations ont le même âge ou pas ?

**M. Antoine GODINOT**

C'est ce qu'a fait l'article. On ne va pas le réécrire.

**M. Didier BONIJOLY**

Exactement ! Donc ce que fait Sylvie c'est exactement cela, c'est-à-dire qu'elle regarde comment les séquences s'organisent.

**M. Antoine GODINOT**

Elle a trouvé que ce sont les grès intermédiaires pour le niveau B7.

**M. Didier BONIJOLY**

Permettez s'il vous plaît ! Donc elle établit une séquence et dit : « je considère que la série Grès vosgiens, couche intermédiaire et Grès à Voltzia n'ont pas le même âge latéralement », cela veut dire que si vous prenez une ligne temps de référence, on doit être à quelque chose comme 200 millions d'années, vous avez ici (au droit de Bure) la zone correspondant au dépôt des Grès à Voltzia. Latéralement, vous avez les couches intermédiaires.

**M. Antoine GODINOT**

Voilà, c'est bien ce que l'on dit !

**M. Didier BONIJOLY**

Latéralement.

**M. Antoine GODINOT**

Latéralement, c'est Bure aussi. C'est cela le problème ! Nous, c'est Bure qui nous intéresse ce n'est pas Emberménil.

**M. Didier BONIJOLY**

Oui, sauf que vous contestiez cette carte et cette carte a toute sa signification.

**M. Antoine GODINOT**

Non. Attendez M. BONIJOLY ! Ce que l'on conteste est que cette carte déduit une température. Cette carte dit que vous avez 3 500 km<sup>2</sup> au-dessus de 60°. D'ailleurs, c'est passé à 3 000.

**M. Didier BONIJOLY**

Non, attendez !

**M. Antoine GODINOT**

C'est bien cela le but pour arriver à 1 %.

**M. Didier BONIJOLY**

M. GODINOT, vous êtes un scientifique, je le sais, donc vous ne pouvez pas faire des associations de ce type. Ce n'est pas correct.

**M. Antoine GODINOT**

Donnez-nous les informations dans cet article sur la température. Il n'y en a pas. Il n'y a rien. On ne sait même pas la profondeur. Il n'y a pas de gradient, de profondeur ni d'épaisseur.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Laissez-le vous répondre !

**M. Antoine GODINOT**

Dites-nous comment vous déduisez les 60° ?

**M. Didier BONIJOLY**

Quand l'IRSN prend un fond de carte pour avoir l'extension du réservoir.

**M. Antoine GODINOT**

Non. Regardez la Marne, il n'y a même pas de grès sur la Marne. Tout le monde sait bien qu'il y en a en-dessous de Joinville. J'ai envoyé au maire de Joinville ce matin, un document de la DDE de 1980 qui recommande de faire de la géothermie sous Joinville. D'après cette carte, il n'y a rien sous Joinville, on voit bien la Marne, qui prédit un débit de 150 à 250 m<sup>3</sup>/h. C'est un document de la DDE de 1980. Vous voyez bien que cette carte n'a rien à voir avec cela. Elle ne donne aucune épaisseur qui indique ce qu'il y a sous Joinville, vis-à-vis de Joinville elle est fautive, ce n'est qu'une partie du Buntsandstein. En plus, l'IRSN s'est trompé, vous avez donné la mauvaise couche : c'était intermédiaire et pas grès à Voltzia. En plus, il n'y a strictement aucune donnée qui permet de dire que c'est supérieur à 60°. Il faudrait connaître le gradient et la profondeur. Il n'y a ni l'un ni l'autre, il n'y a même pas l'épaisseur. Que déduisez-vous d'une coupe comme cela ? On devrait montrer la vraie courbe que M. MATTRAY a montrée, une autre courbe qui justement est dans l'autre sens. Montrez-là M. MATTRAY. A l'IRSN, certains scientifiques font du bon travail, ils font de la modélisation et moi j'y crois à leur modélisation, elle est juste. Cette carte n'a rien à voir, c'est chercher des stratigraphes. Un des auteurs de l'article cité je l'ai eu en cours à Nancy, c'est M. DURAND. Je sais très bien qu'il connaît bien le Trias, cela n'a rien à voir avec de la géothermie. Il n'y aucune donnée de géothermie dans cette carte. Cette carte est uniquement là pour pouvoir dire que seulement 1 à 2 %... alors qu'elle est fautive ! La vraie carte est celle que nous a montrée M. BONIJOLY, qui est la carte de BOUCHOT 2008 du BRGM. Vous voyez bien qu'il y a un grand couloir de grès, M. BONIJOLY, vous nous avez bien parlé de ce couloir, et ce couloir passant par Bure, vous avez une bonne épaisseur sous Bure.

Cela fait onze ans que l'on tourne autour du pot. Je vous promets que je ne mens pas, on les a lus ces articles, j'ai relu trois fois cet article. Je suis certain. Je connais M. DURAND, j'ai eu des contacts avec Sylvie BOURQUIN, nous sommes certains de ce que nous disons.

**M. Didier BONIJOLY**

Vous parliez de cette carte-là.

**M. Antoine GODINOT**

Moi, je voudrais celle de M. MATTRAY.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Elle était sur l'écran avant.

**M. Antoine GODINOT**

Elle est magnifique. C'est la modélisation (**Annexe 10**). Je sais très bien que M. MATTRAY fait un bon travail. Celle-là est bien, oui, montrez-là ! Vous voyez où est l'étoile ? C'est là où il y a un petit ovale jaune. Là où c'est jaune c'est le plus fort. Vous ne pouvez pas comparer là où c'est rouge parce que c'est beaucoup plus profond parce que les couches pendent vers l'Ouest. Si vous voulez comparer le rouge avec Bure, il faut prendre en compte le Trias. Alors là, vous avez une profondeur exceptionnelle. D'ailleurs, c'est ce qu'a montré l'association des géologues du Bassin de Paris. On a des bassins exceptionnels justement chez nous. Vous avez 2 800 mètres permo-carbonifère. J'ai dit Triasique, excusez-moi ! Je m'énerve parce que quand même quand on essaie de nous faire croire que c'est 1 à 2 % sur une carte bidon !

**M. Didier BONIJOLY**

Vous savez très bien que, quand on échange sur des éléments comme ça, on peut aussi le faire de façon calme.

**M. Antoine GODINOT**

Cette carte-là est très bien. Vous ne pouvez pas prendre la zone rouge en comparaison parce qu'elle est plus profonde, donc plus chaude. Donc il faudrait comparer au Permien sous Bure. Si vous mettez le Permien sous Bure, attention vous allez avoir du rouge très foncé.

**M. Didier BONIJOLY**

Mais quelle est votre question ?

**M. Antoine GODINOT**

Simplement, on nous dit qu'il y a 1 ou 2 %, il y a toute une patate, elle est là, en jaune. Vous voyez l'étoile et sur le bord de la petite zone jaune, c'est là que c'est le meilleur. C'est le résultat de l'étude clastique du BRGM 2008. C'est là, ce petit ovale jaune qui passe sous Bure où c'est le meilleur. Donc il ne faut pas dire que cela ne prendrait que 1 ou 2 % d'une vaste zone qui n'a rien à voir. C'est simplement pour pouvoir conclure que cela ne gêne pas Bure. On a bien compris. C'est pour que la conclusion ne change pas mais elle doit changer parce que rien n'est ...

**M. Jean-Louis CANOVA**

Quelle est votre question M. GODINOT ?

**M. Antoine GODINOT**

Je voudrais montrer où c'est bon.



**M. Jean-Michel MATTRAY**

La carte à laquelle vous faites référence est la carte de l'ensemble du Trias et cela comprend aussi les grès vosgiens qui n'ont pas été recoupés par le forage 433 et pour lesquels on ne sait rien. On ne peut pas conclure ce que vous dites sur...

**M. Antoine GODINOT**

Vous voudriez dire que vos modélisations ne valent rien M. MATTRAY !

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Pas du tout !

**M. Antoine GODINOT**

C'est ce que vous faites.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Non, justement ! La différence c'est que moi je n'intègre pas la totalité. Je me concentre sur les horizons reconnus testés et qui ont donné d'ailleurs une très bonne productivité au niveau des grès à Voltzia, voire des couches intermédiaires aussi puisqu'on a des perméabilités de l'ordre du Darcy.

**M. Antoine GODINOT**

On est d'accord avec ça.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Je crois qu'on est tous d'accord ici...

**M. Antoine GODINOT**

Pas sur les 1 à 2 %, je vous le promets.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Mais 1 à 2 %, cela ne concerne que les niveaux du Buntsandstein supérieur. Mais pour ce qui est des niveaux inférieurs, on ne peut rien conclure, on ne sait pas. Comment voulez-vous tirer une conclusion sur quelque chose qui n'a pas été reconnu ?

**M. Antoine GODINOT**

Comment vous modélisez ?

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Mais on modélise la température.

**M. Antoine GODINOT**

Je termine. Je n'ai plus qu'une chose et je rends le micro.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Non, on modélise la température, on modélise l'extension globale du Trias. On sait que dans ce secteur on a une température pour le Buntsandstein, on l'a modélisée en fonction.

**M. Antoine GODINOT**

Dans les diapositives IRSN d'avril 2014 à l'ANCCLI, la transmissivité est de 114 et de 25 et elle s'est transformée en 45 et 10. Je suis « *sur le cul* » ! Elle a été divisée par trois. C'est formidable. L'IRSN est formidable ! Evidemment, on peut conclure que cela ne gêne pas CIGEO. Ce sont les montagnes russes. C'est passé à 45 et 10. Là, j'ai les diapositives de votre site et qui ont été exposées devant tout l'ANCCLI, ce sont 114 et 25. Ce sont des darcy-mètres. Non, ce n'est pas possible, je sais bien que ce n'est pas possible. Il y a des problèmes, il y a beaucoup de problèmes.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Qu'est-ce qui est marqué dans le rapport ? Le rapport est la référence.

**M. Antoine GODINOT**

La transmissivité est ce qui va vous permettre de calculer, en gros, la productivité au mètre cube que vous pouvez avoir.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Effectivement !

**M. Antoine GODINOT**

En avril c'était 114 et 25. Cela a été divisé par trois à peu près.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Très honnêtement, je ne sais pas pourquoi. De toute façon, la transmissivité vous l'avez dans la publication de l'ANDRA qui est exprimée en mètre/seconde. C'est peut-être tout simplement une erreur de conversion des mètres/seconde en darcy-mètres, c'est tout à fait possible.

**M. Antoine GODINOT**

Dans le rapport, c'est 114.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Je suis d'accord avec vous, il y a une erreur de report. Ce qui est important c'est l'ordre de grandeur, encore une fois.

**M. Antoine GODINOT**

D'accord !

**M. Jean-Michel MATTRAY**

C'est de voir que la perméabilité, pour les grès à Voltzia, est toujours autour de 2 darcy. Cela fait à peu près  $2 \cdot 10^{-5}$  m/s. C'est exactement ce qui a été déterminé

dans la publication de l'ANDRA. Je bats ma coulpe sur ces reports de valeurs, c'est certainement une erreur et je ne sais pas d'où elle vient très honnêtement.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Mme FRANCOIS.

**Mme Corinne FRANCOIS**

Je voudrais m'adresser à M. BONIJOLY et M. MATTRAY. Vous avez fait de grands exposés qui exposent énormément d'incertitudes. Ce que je retiens c'est vraiment de l'incertitude, c'est-à-dire que l'on ne sait toujours pas quelle est la réelle ressource géothermique sous Bure, à la fois dans les couches au-dessus, en-dessous et encore en-dessous. Je ne sais pas trop les noms. En tant que scientifiques responsables d'associations reconnues, officielles, étatiques, pourriez-vous me dire chacun, l'un après l'autre, si vous pensez que l'on peut donner le feu vert aujourd'hui à CIGEO, dans un an, puisque l'ANDRA est en train de préparer le DAC. Vous engagez quand même une certaine responsabilité, à la fois la vôtre en tant que scientifique, personnelle et humaine, et aussi celle d'organismes qui ne sont pas n'importe quoi, le BRGM et l'IRSN sont des organismes importants. J'aimerais vous entendre aujourd'hui, donnez-vous le feu vert à CIGEO ?

Personnellement, je retiens de tout ce que vous avez dit, qu'il faut impérativement refaire des études, globalement le fameux forage a présenté beaucoup de problèmes, de boues, de sédiments, de poussières, qui font que finalement aujourd'hui on ne sait rien. Pourriez-vous me répondre ? Personnellement, cela m'intéresse en tant qu'habitante. Feu vert ou non à CIGEO ? Derrière votre réponse, il y a quand même une sacrée responsabilité engagée. Sachez aussi que beaucoup d'associations et beaucoup de gens doutent depuis des années sur cette histoire de géothermie, de forages mal faits. Ce qui m'inquiète c'est qu'à la fois s'il y a une ressource géothermique on installe CIGEO, cela veut dire qu'on ne peut pas l'exploiter, mais ce qui est encore plus grave c'est que si on installe CIGEO au-dessus de ressources géothermiques potentiellement exploitables, très rapidement, et aussi comme le disait Romain VIRION, énergie du futur, cela veut dire que forcément, l'humain dans 300 ans, dans 500 ans, dans 1 000 ans, et même peut-être avant, va aller farfouiller pour rechercher une ressource ; et qu'aujourd'hui vous disiez, là encore vous engagez votre responsabilité de scientifiques et d'organismes, vous dites qu'on peut faire des forages en biais et que ce n'est pas un problème, franchement je demande à comprendre. Tout à l'heure, quelqu'un parlait de justice. On ne peut donner le feu vert à CIGEO si on ne sait pas encore ce que cela va donner au niveau sûreté. Dans quel monde marche-t-on ?

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci.

**M. Didier BONIJOLY**

Pour vous répondre, je vais déjà resituer le contexte dans lequel nous sommes intervenus. Nous sommes intervenus sur un point particulier, on nous a demandé ce que l'on pouvait penser des données publiées et, en fonction de ces données publiées, de savoir si une ressource existait ou pas ? Est-ce qu'elle était

exceptionnelle ou pas ? L'analyse qu'on en fait et comme je vous l'ai montré, effectivement, c'est qu'il existe une ressource. C'est un premier point. Deuxièmement, si vous nous demandiez de vous garantir que cette ressource est exploitable, comme je vous l'ai dit tout à l'heure, nous considérons que les données dont nous disposons sont insuffisantes, en particulier celles résultant des difficultés que ce forage a rencontrées. Les tests qui devaient la démontrer n'ont pas été réalisés et ne nous permettent pas de garantir que si vous faisiez un forage dans la région, vous auriez le débit espéré pour une installation de puissance.

### **Mme Corinne FRANÇOIS**

Comme exposé, le BRGM en 1976, ensuite en 1980 et 2008 montre quand même des extrapolations intéressantes. Je comprends mal comment la salinité vogue de 20 à 180, voire plus. Je me dis qu'en tant que scientifique et responsable d'un organisme important, il faut refaire des études. On ne peut pas se baser sur des études faites de façon très légère visiblement puisqu'elles ont présenté beaucoup d'incertitudes, elles ont été réalisées dans de mauvaises conditions. J'en reviens quand même à ma question initiale : donnez-vous oui ou non le feu vert à CIGEO dans l'état actuel des connaissances c'est-à-dire un forage qui a donné des résultats sur lesquels visiblement vous avez du mal à vous appuyer et la sûreté d'un site qui n'est pas assurée ?

L'IRSN dit clairement dans son rapport : « *je crois que la contamination d'une exploitation géothermique...* ». Jusqu'alors l'ANDRA, et personne au monde, n'a encore fait d'étude là-dessus. Quand fait-on les études ? Est-ce qu'on les fait avant le feu vert à CIGEO ou après le feu vert à CIGEO ? Qui le fait ? Est-ce que c'est à l'ANDRA de le faire ? Visiblement, puisque l'ANDRA a bien foiré son premier travail. Est-ce que c'est à l'ANDRA qu'on demande de faire le travail ou à des organismes indépendants ?

Concernant la sûreté dans le long terme et le risque d'intrusion, le risque est toujours là vu qu'on a une couche de permien qui a l'air assez extraordinaire, qu'on a de la géothermie potentiellement et possiblement exploitable. Donc, je vous repose la question à tous les deux : « Est-ce que vous donnez, oui ou non, le feu vert à CIGEO dans un an, vu l'état actuel des connaissances, des incertitudes et de tout ce que nous ne comprenons pas, et du manque de confiance énorme que nous avons ? »

### **M. Jean-Michel MATTRAY**

La question est claire mais la réponse que l'on doit y apporter ne peut pas l'être tout autant puisqu'en fait on nous a demandé de voir quel était le caractère exceptionnel de cette ressource géothermique. On a vu qu'il y avait une ressource géothermique dans le Buntsandstein supérieur. Effectivement, cette ressource est *a priori* du même ordre de grandeur que celle du dogger géothermique. Est-ce qu'elle est exceptionnelle ? Non. Pourquoi ? Parce que vous allez certainement rencontrer des problèmes à la réinjection, on le voit dans toute l'Europe, vous n'avez jamais de débit excédant 150 m<sup>3</sup>/h sur un doublet géothermique, alors que dans la moyenne du Dogger du Bassin du Paris, la moyenne est autour de 280 m<sup>3</sup>/h. Vous voyez que, déjà, on ne peut pas comparer une exploitation dans un contexte argilo-gréseux et

un contexte carbonaté. Ce n'est pas possible. En plus, la température n'est pas exceptionnelle, vous voyez bien que, dans ce cas-là, on est autour de 66, 67, 68°.

**Mme Corinne FRANCOIS**

M. MATTRAY, on ne va pas refaire l'exposé. Ma question est claire : vous avez mis pendant deux heures en évidence, d'énormes incertitudes pour un forage qui a été réalisé dans de mauvaises conditions.

**M. Jean-Michel MATTRAY**

On ne peut pas laisser dire cela parce qu'il y a des résultats qui sont exceptionnels. Les perméabilités qui ont été déterminées sur les grès à Voltzia et sur les grès intermédiaires, même sur les grès intermédiaires M. GODINOT a dit que pour les perméabilités il y avait une grosse incertitude dessus. Non, on est dans l'ordre de grandeur. C'est ce qui est important dans ce type de...

**Mme Corinne FRANÇOIS**

Ce qui est très gênant c'est que c'est extrêmement flou. La question est claire : aujourd'hui, est-ce que vous vous engagez à donner dans un an le feu vert à CIGEO ?

**M. Jean-Michel MATTRAY**

Une fois de plus, ce n'est pas l'objet de cette présentation. Cette présentation avait pour objet de montrer le caractère exceptionnel ou pas de la ressource.

**Mme Corinne FRANÇOIS**

Votre avis va figurer dans tout ce qui va être préalable au Dossier d'Autorisation de Construction. L'avis ne nous sera pas demandé, on va le demander à l'IRSN, l'ASN, au BRGM, de donner l'avis oui ou non feu vert à CIGEO ?

**M. Jean-Louis CANOVA**

Mme FRANCOIS, passez le micro à ce monsieur de l'IRSN. Il peut peut-être répondre.

**M. François BESNUS - IRSN**

Je vais répondre à votre question. Feu vert dans un an ? Non, il n'y aura pas de feu vert dans un an. La demande d'autorisation sera déposée vraisemblablement vers la fin 2017. Il y aura sans doute un, voire deux ou trois ans d'instruction. De toute façon, les décrets d'autorisation ne sont pas pour dans un an. Le feu vert ou feu rouge d'ailleurs, ce n'est pas dans un an.

J'ai bien compris malgré tout votre question.

La géothermie, on en a abondamment discuté. Il faut quand même comprendre que dans le dossier, c'est certes un sujet important - d'ailleurs, la réunion révèle à quel point ce sujet a pris de l'importance- mais ce n'est qu'une petite partie de tout ce qu'il y a à gérer. Il y a énormément de points concernant la sûreté de l'installation qui ne sont pas encore matures. On a fait un certain nombre de recommandations, on continue d'en faire. Est-ce que l'ANDRA arrivera à un dossier suffisamment mature en 2017 pour avoir un feu vert de la part de l'IRSN ? D'ailleurs, l'IRSN ne

donne qu'un avis, c'est l'ASN qui donne son feu vert au point de vue de la sûreté et là, ce sera même le gouvernement. Aujourd'hui, il y a encore beaucoup de problèmes à gérer, la géothermie en est un parmi d'autres.

Maintenant, je veux juste résumer nos conclusions sur la géothermie. Je ne suis pas un spécialiste du sujet. Donc, je ne peux pas dire si M. GODINOT a raison ou non quant à ses commentaires sur le % de la ressource qui serait très précisément « gelé » par un stockage, c'est l'affaire de spécialistes. A la limite, je pense que certainement il peut y avoir un dialogue entre vous pour voir si oui ou non vous arrivez à tomber d'accord sur les ordres de grandeur annoncés. Vous avez dit « vous avez perdu confiance ». J'ai bien compris les problèmes soulevés. On a l'impression peut-être que l'IRSN a fait un peu « la girouette » sur ce dossier. Or, cela n'est pas vrai car finalement on a pas été amené à changer notre position, établie à partir des données qu'on avait à l'époque. On ne s'est positionné que sur un seul critère : celui de l'ASN. Est-ce qu'on peut juger qu'il y a une ressource géothermique exceptionnelle à l'aplomb du site de Bure ? Au vu des données et après tous les travaux d'investigation qui ont été faits, selon nous non et on a gardé cette même position depuis le début. Je vous accorde que, dans nos rapports, c'était peu traité et peut-être trop lapidaire. On a fait l'effort - j'ai écrit une lettre d'ailleurs à ce sujet sur la demande du CEDRA - d'expliquer un peu mieux cette position. Je propose d'ailleurs de l'envoyer au CLIS de Bure pour que ce soit clair. On n'a pas changé de position, simplement on a voulu apporter un éclairage beaucoup plus net sur cette position. Notre position est de dire : par rapport aux critères de l'ASN, oui ressource géothermique il y a ; non elle n'est pas exceptionnelle par rapport à ce qu'on peut trouver comme ressource géothermique en France et elle poserait des difficultés probables d'exploitation ainsi que soulevé ici. En même temps on s'aperçoit que dans ce débat, si on positionne le sujet uniquement sur cette question on se trompe parce qu'il y a un autre problème qui a été soulevé. On a dit « *ce n'est probablement pas rentable au vu de ce qu'on connaît en ce moment* ». Demain, qu'est-ce que ce sera ? La question soulevée est finalement l'usage du sous-sol. Est-ce qu'il vaut mieux utiliser le site pour un stockage ou pour une ressource géothermique dans le cas où elle deviendrait rentable demain, etc. ? Toute la question est là. D'ailleurs, l'ASN a fait une annonce pour appeler un groupe de travail pluraliste autour de cette question et autour des questions d'intrusion en cas d'exploitation. On affirme qu'effectivement il faut étudier sérieusement cette situation. Ressource ou pas, aujourd'hui on considère qu'elle est potentielle. Donc il faut postuler ces scénarios de sûreté, il faut faire l'étude de sûreté. Qu'elle soit exceptionnelle ou pas, il faut faire cette étude de sûreté. Ensuite, il faut se poser la question : que qualifie-t-on d'exceptionnel ? Il faut revenir aussi au sens premier, de ce critère qui visait à ne pas spolier la population d'une richesse réellement exceptionnelle par la présence d'un stockage. C'était le propos de Jean-Michel MATTRAY qui disait que : même s'il y a stockage, la ressource finalement a une extension telle qu'on ne priverait pas la population de tirer malgré tout bénéfice si elle le désire, à condition évidemment de ne pas contaminer les exploitations. C'est en cela que le scénario de sûreté doit être exposé, c'est toute la question qui se pose maintenant. Je pense que pour pacifier un peu ce débat et mettre les choses clairement sur la table, il doit y avoir un travail pour éclairer sous cet angle-là, l'ensemble des questions qui se posent.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci. M. FLEURY !

**M. Jean-Marc FLEURY - EODRA**

Je suis donc le Président de l'Association des élus opposés au projet de Bure.

Je me pose plein de questions mais je fais aussi une analyse. J'ai pris quelques notes. Vous m'excuserez, je ne suis pas spécialiste, je vais peut-être exposer les choses dans le désordre. Par rapport à ce qui vient d'être dit par exemple, je voudrais remettre les choses dans leur contexte. Pourquoi la géothermie finalement nous intéresse-t-elle ici ? Ce n'est pas pour la géothermie puisqu'à la base on s'est intéressé à la géothermie parce qu'il y a le projet de stockage, sinon on ne s'y intéresserait pas. Qu'avait dit la règle fondamentale de sûreté à l'époque ? Elle disait : « on ne fait pas de stockage de déchets nucléaires au-dessus d'une ressource potentielle ». Il y avait l'exceptionnel. Mais notre problème ici est qu'aujourd'hui si vous prenez les slides IRSN, slide 15 (**Annexe 23**): regardez les connaissances qu'on a sur le débit. Regardez les points d'interrogation. On ne sait rien. On n'a rien. Sur le débit de production, que dit GEOWATT ? GEOWATT dit que le débit peut être estimé entre 15 et 400 m<sup>3</sup>. Regardez les points d'interrogation que vous avez vus avant. Il faut m'expliquer comment on fait avec ces éléments-là pour dire si c'est exceptionnel ou pas. Je ne sais pas comment on fait. Je suis habitant du coin et je m'interroge : est-ce qu'on n'est pas en train de vouloir nous cacher une vérité sur une ressource géothermique potentielle pour pouvoir faire un stockage ? C'est le fond de la question. Toutes les parties techniques pour moi n'ont pas lieu d'être. Toutes les discussions qu'on a sur la partie technique d'une possible exploitation n'ont pas lieu d'être puisque, à côté de cela, si on se remet en corrélation avec le projet qui nous intéresse, le stockage des déchets, la durée de vie est tellement longue que tous les problèmes dont vous pouvez parler, salinité, injectivité et tout ce que vous voulez, on s'en moque puisque de toute façon il y a une telle durée de vie de ces déchets qu'on sait tous pertinemment qu'à un moment donné tous ces problèmes seront résolus. Donc le problème n'est pas la technique, mais la sûreté. C'est ce qui m'intéresse en tant qu'habitant. Je pense que c'est ce qui intéresse ici toutes les personnes présentes : la sûreté ! Comment fait-on pour cette sûreté ? Le mieux est qu'il n'y ait pas de ressource là-dessous, on est sûr qu'on n'ira jamais. Aujourd'hui, ce qui est évident c'est qu'il y a une ressource. Est-elle exceptionnelle ? On n'en sait rien et on n'a pas de moyen de le savoir !

A partir de là, pourquoi laisse-t-on travailler l'ANDRA ? Je vous rappelle quand même qu'il n'y a pas si longtemps l'ANDRA disait : « *sur ce forage qui s'est bien passé, la ressource est médiocre* ». Conclusions de l'ANDRA confortées par le bureau ERDYN qui a dit la même chose. Une ressource médiocre, voilà ce que disaient l'ANDRA et ERDYN.

Cela a été contredit par GEOWATT et aujourd'hui par vous, BRGM, qui dites que cela s'est mal passé, en tout cas qu'il y a eu des problèmes techniques. La même chose est dite aujourd'hui par l'IRSN. Malgré tout cela, on veut avancer. Mais on a pris le problème à l'envers dans cette affaire ! Le problème est que l'on nous a menti. A partir du moment où il y a mensonge, il y a défiance. Ce que nous aurions souhaité ici c'est la vérité pour pouvoir donner la confiance. Ce n'est pas ce qui s'est passé

du tout. On a fait le contraire. Aujourd'hui, on est toujours dans ce système de mensonge et de défiance au lieu d'avoir une vérité pour avoir la confiance. Le problème est là. Derrière tout cela, comment faites-vous pour affirmer tout ce que vous affirmez alors que vous ne savez rien ! Vous l'avez dit et démontré plusieurs fois. Si vous ne le savez pas, l'ANDRA n'en sait pas plus que vous. La sûreté, dans un stockage où il n'y a pas d'intrusion, on n'est même pas capable de l'assurer aujourd'hui. On ne sait pas dire que le stockage est sûr sans intrusion. Alors dire qu'il est sûr avec une intrusion, il faut que l'on m'explique. Pourtant, malgré toutes ces incertitudes, le calendrier ne bouge pas. Les Pouvoirs Publics continuent et on va devant une catastrophe évidente et imminente. Il n'y a pas besoin d'être un grand scientifique pour dire cela, c'est le bon sens messieurs. Moi, je vous remercie du travail que vous faites quand vous venez ici exposer, vous posez toutes les questions que l'on se pose, nous qui aimerions bien avoir des réponses. On n'en a pas et c'est bien ce qui nous inquiète. En tout cas, moi, c'est bien ce qui m'inquiète. Aujourd'hui, il n'y a pas de réponse.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci M. FLEURY. M. MARIE demande la parole depuis un moment.

**M. Michel MARIE, CEDRA**

Merci Monsieur le Président. Je suis de Joinville et de Poissons, chez nous, on n'est pas très nombreux à faire des BAC+10 ou BAC+25. On a entendu des présentations beaucoup trop longues. On se demande même, dans notre secteur si c'est voulu ou pas parce qu'il y avait moyen d'aller au cœur du problème beaucoup plus vite que cela d'autant qu'on a déjà vu ces présentations bien des fois. Donc il y a un vrai problème. J'ai trois points à développer : le fond du cœur, il n'y a pas besoin de faire tout cela, il suffit de rester les pieds sur terre. Ceux qui suivent le projet de Bure depuis maintenant 21 ans, qui sont dans le CLIS depuis l'origine, c'est mon cas, peuvent redire un petit peu et tout simplement comment les choses se sont passées. Il y a onze maintenant, André MOUROT était donc au CLIS à cette époque, géophysicien pour ceux qui ne le savent pas, il fût le premier à soulever avec Antoine GODINOT, cette histoire de potentiel géothermique sur la région de Bure. A cette époque, ils avaient découvert une règle fondamentale de sûreté qui disait avec intelligence : *« on ne va surtout pas et il ne faut surtout pas faire un site de stockage ou d'enfouissement à un endroit où il y aurait une ressource x ou y, que ce soit du pétrole, du charbon, de la géothermie ou autre »*. Donc c'était bien clair. C'était avant que Bure ne soit choisi. Donc, ne surtout pas aller dans un endroit où plus tard et ce n'est pas aujourd'hui, ce peut être dans 50 ans seulement, nos descendants pourraient aller chercher cette ressource géothermique. Il y a onze ans, André MOUROT a soulevé cela en disant : il y a une règle fondamentale de sûreté... Or, il risque bien d'y avoir une chance d'avoir de la géothermie chez nous. Il faut rappeler, et j'insiste lourdement là-dessus, qu'il y a onze ans M. MOUROT et d'autres qui étaient au CLIS à cette époque, dont moi qui représentais le CEDRA, on s'est fait « voler dans les plumes » bien comme il faut. Ensuite, pendant des années, il a fallu GEOWATT pour en arriver là, imaginez le nombre d'années qu'il a fallu pour reconnaître quand même qu'il y avait quelque chose. Mais entre-temps, combien de rapports a fait l'ANDRA sur la géothermie disant : non, il n'y avait rien ?



Combien de fois est intervenu l'IRSN disant : non, il n'y a rien ? Il suffit de reprendre les textes tout simplement, ce n'est pas compliqué.

J'entendais l'IRSN qui parlait tout à l'heure d'un courrier qu'ils avaient fait l'année dernière sur la demande du CEDRA. J'ai le courrier dans les mains, oui, l'IRSN a toujours nié cette ressource géothermique. Aujourd'hui, on nous dit : elle n'est pas exploitable. Là, on dit simplement : est-ce qu'on est entre gens sérieux oui ou non ? Elle n'est pas exploitable aujourd'hui. On retrouve les mêmes choses il y a quelques années : elle n'est pas techniquement exploitable parce qu'il y a du sel, parce que si on réinjectait, etc., elle n'est pas économiquement exploitable. Mais le problème n'est pas là du tout ! Ce n'est pas pour aujourd'hui cette géothermie. Encore que si on l'avait ce serait très bien. Cela peut être tout simplement dans 50 ou 100 ans. Cela peut être très court. On voit même des textes de l'IRSN à cette époque-là indiquant que la salinité posait de vrais problèmes, 20 ans plus tard, c'est-à-dire aujourd'hui, on sait faire. Voyez comment l'évolution de la technique, à la vitesse où elle va. Je rejoins un petit peu ce que disait Jean-Marc FLEURY qui a bien suivi l'affaire, lui aussi, pendant toutes ces onze années, c'est tout simplement qu'on a l'impression qu'on est en train de nous entourlouter quelque chose de bien, nous ici dans la région. Le problème n'est pas de savoir s'il y a géothermie ou pas. Il y a onze ans, il n'y en avait pas. Maintenant, il y a un potentiel. Et on voit ce soir qu'en plus ce serait quand même très intéressant, on pourrait très certainement ceci, cela... même si économiquement, etc. Aujourd'hui, comme on trouve qu'il y a quelque chose on nous dit : « pas de problème on peut faire et un stockage et de la géothermie », alors que la règle fondamentale de sûreté disait tout à fait le contraire. Donc le point-clé est bien là : la confiance. Maintenant, je pense que ce point-clé « confiance » est bafoué dans toutes les largeurs du terme. Il serait peut-être temps que nous réagissions.

Je voudrais rebondir sur ce que disait François BESNUS sur le feu vert. Il a été demandé de manière très claire, avec ce que l'on sait maintenant de cette géothermie : est-ce que l'IRSN donnerait son feu vert ? Là aussi, ceux qui suivent l'affaire ne peuvent que se taper sur le ventre malheureusement. Quand on vous dit : non, on ne peut pas donner le feu vert tout de suite, on ne peut le donner que dans deux ou trois ans. Là, c'est vrai aussi que ceux qui suivent les évaluateurs de l'ANDRA, c'est-à-dire l'IRSN, on entend exactement le même discours depuis des années. On repousse toujours l'échéance. On ne vous répond pas. C'est pour plus tard. Pendant ce temps-là, les taupes creusent à Bure. Surtout, ce qui est important, et un jour l'IRSN nous l'a dit quand même lors d'un déplacement à Paris, c'est qu'il n'y a pas de feu vert donné officiellement comme on vient de l'entendre aujourd'hui, regardez tous les rapports de l'IRSN qui datent de ces dernières années... si, vous avez le feu vert. L'IRSN dit textuellement : « *il y a faisabilité* ». Vous avez tout compris avec ça. Après on vous dit : non, on ne vous donne pas le feu vert tout de suite. Sauf que le socle est bien là et le feu vert est quand même bien donné. Si l'IRSN continue à évoluer ou évolue en ce moment, c'est tout simplement parce qu'il y a des associations qui vont à Paris, qui consulte l'IRSN et c'est comme cela que l'on voit la position de l'IRSN évoluer. Je vais même aller plus loin : si des citoyens de la région, qui ne sont pas faits pour cela et qui demandent autre chose que de venir par exemple ce soir, ne s'étaient pas « coltinés » cela,

jamais vous n'auriez entendu parler de géothermie, jamais vous n'auriez entendu l'IRSN, sinon des rapports normaux.

Le dernier point que je voudrais soulever est une question. M. BONIJOLY nous parle d'un certain nombre d'études faites par le BRGM sur la géothermie bien entendu. On entend parler de l'historique, 1978. Evidemment, on a tous entendu parler de cette étude soulevée par André MOUROT et Antoine GODINOT. Après l'étude de 1978, il y en a eu trois autres : une étude en 1983 sur la région de Bure a été faite par le BRGM avec le CEA et l'ANDRA. « *Etude menée par le BRGM avec le CEA et l'ANDRA* ». Je suis quand même très intrigué que l'ANDRA soit impliquée dans cette affaire en 1983 puisque Bure date de 1993. Donc, pourrions-nous savoir ce que l'ANDRA faisait dans cette affaire s'il vous plaît ?

**M. Jean-Louis CANOVA**

L'ANDRA n'existait pas en tant que telle en 1983.

**M. Michel MARIE**

D'accord ! Déjà, on peut se poser la question : pourquoi l'ANDRA était inscrite. Mais même si l'ANDRA n'existait pas, elle existait quand même puisque c'est un département du CEA.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Ce devait être cela.

**M. Michel MARIE**

Que sont-ils venus faire chez nous en 1983, alors que Bure n'était qu'en 1993 ? C'est le fond de ma question.

**M. Didier BONIJOLY**

En fait, il nous avait été demandé à cette époque une étude des usages du sous-sol, quand je dis avec le CEA et l'ANDRA, je pense que c'est plutôt pour le CEA et l'ANDRA.

**M. Michel MARIE**

Et pourquoi ?

**M. Didier BONIJOLY**

Il nous avait été demandé, suite à nos études préliminaires, de préciser les cartes de potentiel d'utilisation du réservoir pour différentes finalités. Vous avez, par exemple, des finalités qui sont identifiées pour du stockage, de la géothermie, pour l'alimentation en eau potable.

**M. Michel MARIE**

L'ANDRA ne vous a pas mandaté pour ça !

**M. Didier BONIJOLY**

Ce que nous avaient demandé le CEA et l'ANDRA de l'époque, c'était d'essayer de faire une carte de possibles conflits d'usage ou en tout cas une carte d'utilisation du sous-sol.

**M. Michel MARIE**

Donc il y avait déjà une idée derrière la tête, en 1983. C'est intrigant cette date. Il n'y a pas de réponse. Gardez-la quand même sous le coude ! Je demande au CLIS justement qu'on approfondisse un petit peu cette affaire. Là, il y a quelque chose, il y a un beau petit lièvre.

Je termine sur un point, la géothermie, qui devait être, pour ne pas avoir de problème, exceptionnelle. Certaines personnes ont une drôle de lecture de la règle fondamentale de sûreté. Déjà s'il est écrit qu'il est « exceptionnel », il est écrit à côté « particulier ». C'est marrant, on prend des termes en fonction de ce qui arrange. C'est très particulier. Deuxième point : quand on se base sur cette géothermie qui devrait être exceptionnelle pour abandonner un site ou pour qu'un site ne vienne pas. Là aussi, si on était un petit peu entre gens sérieux, si toute ressource géothermique n'était pas exceptionnelle ce serait quand même grave. Il y a 20 ou 30 ans, tout le monde s'en fichait peut-être, maintenant, j'ai l'impression qu'on court tous après cette transition énergétique *a priori*, peut-être pas tous mais il y a quand même beaucoup de monde qui court après la transition énergétique, lesquels seraient bien contents par exemple d'avoir de la géothermie chez eux. Il suffit d'écouter GEOWATT qui disait l'année dernière : si l'on avait cela chez nous, en Suisse, on serait bien content. Donc, oui, la ressource géothermique où qu'elle se trouve est exceptionnelle pour les gens qui sont sur place. Alors il ne faut pas biaiser. C'est quand même important.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci. Essayez d'être un petit plus court s'il vous plaît, il est déjà 8 heures 45, surtout si vous avez des questions à poser.

**M. Gilles ROGÉ**

Je trouve lamentable que l'IRSN, établissement public financé par les contribuables, ignore et viole la règle fondamentale de sûreté de 1991 et de 2008 qui est très claire.

Le 10 juin 1991, le Ministère de l'Industrie a publié la règle fondamentale de sûreté. Dans l'annexe 2 au paragraphe 3.1.5, il est écrit : « *géothermie et stockage de chaleur. Cette situation n'est pas étudiée car les sites retenus ne devront pas présenter d'intérêt particulier de ce point de vue* ».

Même chose en février 2008 dans le guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique de l'Autorité de Sûreté...

Pourquoi l'IRSN, qui est un établissement public financé par les contribuables, ignore et viole la réglementation sur la règle fondamentale de sûreté qui est très claire ?

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci. Voulez-vous répondre à cela ?

**M. François BESNUS**

Nous n'avons peut-être pas les mêmes références. Dans la règle fondamentale de sûreté de l'ASN 2008, annexe 2 paragraphe 2.2.1., il est clairement dit : « *le site devra être choisi de façon à éviter les zones pouvant présenter un intérêt exceptionnel en termes de ressources souterraines* ». C'est tout ce que j'avais à préciser.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Laissez répondre.

**M. François BESNUS**

Il y a deux mentions du critère dans la règle fondamentale de sûreté : le critère amont « ressources exceptionnelles », est écrit dans le corps du texte et il y a une illustration dans l'annexe. Dans cette annexe, il est effectivement dit que la zone ne devra pas présenter d'intérêt particulier vis-à-vis de la géothermie. Je l'ai dit tout à l'heure, on a un problème effectivement de sémantique sur ce que recouvrent ces termes. Si on regarde les ressources avérées ou supposées et les critères du moment, notre opinion de ce point de vue est qu'il n'y a effectivement pas de ressource exceptionnelle ici, ni d'intérêt particulier à l'exploiter, au sens d'une ressource particulièrement rentable, avec les moyens du moment. Il a été soulevé, et je le reconnais, le problème : qu'est-ce qu'une ressource demain ? Je suis d'accord. C'est une vraie question qui n'est pas à régler que par les scientifiques, elle est à régler par un ensemble de personnes. Ressource ou pas, il a été dit tout à l'heure que peut-être dans 50 ans il n'y aura même pas besoin d'extraire de l'eau pour bénéficier du potentiel géothermique. On ira se chauffer à partir d'un fluide injecté. Ce sont des recherches qui sont en train d'être faites. Ce ne sera même pas une histoire de ressource, mais de sûreté par rapport à un potentiel intrusif. Il est temps de mettre le débat sur cette question de sûreté à l'intrusion. Aujourd'hui, je peux dire que l'ASN souhaite créer un groupe de travail sur ce sujet dans un cadre pluraliste.

**Mme Pascale VINCENT**

Je voudrais comprendre pourquoi tout ce diaporama est basé sur le forage EST433 pour lequel, aujourd'hui, l'ANDRA est devant les juges. Un forage tellement foireux que l'ANDRA est aujourd'hui devant les juges. On aura peut-être la réponse à nos questions le 5 janvier prochain. Je voudrais savoir pourquoi vous parlez de ce forage aujourd'hui ?

**M. Jean-Louis CANOVA**

Je crois que c'est parce que c'est le seul qui existe.

**M. Didier BONIJOLY**

Pour notre part, la question qui nous a été posée était claire : on a utilisé toutes les données disponibles et les données, en particulier, qui nous semblaient pertinentes.

Pour ce qui concerne les quelques essais qui ont donné des résultats pertinents, on les a utilisés. On a souligné effectivement tous les points qui nous semblaient insuffisants pour pouvoir qualifier totalement la ressource.

**Mme Pascale VINCENT**

A la suite de votre réponse, ma deuxième question est : pouvez-vous nous promettre que d'autres forages seront effectués ?

**M. Didier BONIJOLY**

C'est totalement hors de ma compétence. Ce n'est sûrement pas le BRGM qui devra répondre à ce genre de question.

**Intervenant**

Dans la règle fondamentale de sûreté, il est marqué noir sur blanc : « *Les sites retenus pour le stockage radioactif ne devront pas présenter d'intérêt particulier de ce point de vue* ». Dans la conclusion de votre rapport, il est marqué : « *il ne paraît pas impossible que la population puisse tirer bénéfice de cette ressource malgré la présence d'un stockage de déchets radioactifs, sous réserve toutefois de démontrer que le risque de contamination radioactive de l'exploitation géothermique est négligeable* ».

Du coup, vous changez la règle fondamentale de sûreté. Vous dites : on peut le faire à condition qu'on montre qu'il n'y a pas de risque de contamination radioactive. Vous prévoyez déjà de contourner la règle au final.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Qui peut répondre ?

**M. François BESNUS**

C'est un dialogue de sourds. J'ai déjà donné ma position là-dessus. Encore une fois, on s'est bien aperçu que cette partie de la règle de sûreté posait un ensemble de questions importantes de projection dans le futur. Comment traite-t-on cette question ? Au départ, la règle fondamentale de sûreté était bien, encore une fois parce que je l'ai déjà dit, de faire en sorte que s'il y avait une ressource, une richesse exceptionnelle, par rapport à un stockage, il fallait que le stockage ne spolie pas cette ressource exceptionnelle. Il était effectivement recommandé de ne pas installer un stockage là où il y avait ressource exceptionnelle. Je ne sais pas moi, une mine d'or par exemple ou de diamant. La géothermie est relativement ubiquitaire. Vous pouvez le contester ou pas, nous considérons sur les données du moment, avec certes des incertitudes mais avec quand même suffisamment d'éléments, que non, il n'y a pas de ressource exceptionnelle au sens des caractéristiques qui généralement les qualifient, c'est-à-dire gradient géothermique très élevé, etc., comme il y en a en Alsace par exemple. On ne trouvera pas ce type de chose ici. Donc elle n'est pas exceptionnelle. Je vous l'ai déjà dit et je ne vais pas le répéter dix fois, c'est une position que nous assumons. Maintenant on voit bien que le traitement de cette question à travers ce filtre ne suffit pas de toute façon parce que les techniques vont évoluer, parce que la vision qu'on a dans le futur de ce qu'est une ressource naturelle peut évoluer ainsi que les moyens de l'exploiter.

Il faut mettre le débat sur la table. Mais par rapport aux critères aujourd'hui admis, on assume parfaitement la position que je viens de rappeler.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci. Une dernière question. Monsieur, membre du CLIS.

**M. Dempsey PRINCET - Meuse Nature Environnement**

C'est une question au CLIS. Lors de la dernière Assemblée Générale, nous avons discuté de la possibilité de faire une demande du CLIS auprès de la Direction Générale de l'Energie concernant un nouveau forage. Je voudrais savoir où nous en étions au niveau de cette demande.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Nous avons fait la demande par courrier et n'avons toujours pas eu de réponse. Nous avons demandé également à voir Madame la ministre et si nous avons l'occasion de la voir, nous lui referons la demande personnellement. Je ne dirai pas que nous avons bon espoir parce que je ne sais pas s'il y sera répondu.

Mme FRANCOIS pour une dernière question.

**Mme Corinne FRANCOIS**

Je voudrais juste dire que le glissement progressif d'habillage du projet est très inquiétant. Aujourd'hui, on voit l'IRSN dans son rapport qui parle d'étudier des forages pétroliers ou à l'industrie pétrolière d'étudier des forages qui iraient en biais ou à l'horizontal pour aller chercher la ressource géothermique alors qu'on a un stockage nucléaire au-dessus, franchement chapeau, c'est fort ! Ce n'est pas de la science-fiction mais presque ! C'est instauré d'une façon tellement subtile, que cherche-t-on à nous faire avaler aujourd'hui ? Le projet, plus il avance, plus il devient science-fiction et moins cela choque les gros organismes comme les vôtres. C'est même vous qui produisez ce discours. Il faut quand même faire attention. Nous ne sommes pas prêts à croire cela. On ne peut pas croire à cela. Au départ, on nous a amené un laboratoire de recherche géologique. Les élus ont dit : « oui ok mais on n'aura jamais de déchets nucléaires chez nous, ce n'est qu'un laboratoire de recherche. » Maintenant, on sait ce qu'il en est, nous aurons les déchets si jamais CIGEO a le feu vert. Maintenant, on nous dit que le stockage sera sûr parce que les pétroliers vont inventer des forages en biais ou horizontaux pour aller chercher de l'eau chaude sous un énorme gruyère radioactif. Ce n'est même pas de la sémantique, ce sont des glissements d'idées qui sont distillées et franchement, cela peut choquer certaines personnes. Vous n'êtes pas prêts de l'avoir ce CIGEO.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci Mme FRANCOIS. Une réponse.

**M. François BESNUS**

Une réponse très rapide. Le propos n'était pas de dire : c'est sûr parce qu'on sait contourner le stockage. Le propos posé ici était de dire : quel périmètre le stockage gèle finalement pour exploiter des ressources ? Y a-t-il des techniques permettant simplement d'avoir accès aux ressources en dessous du stockage?

**M. Jean-Louis CANOVA**

Laissez répondre.

**M. François BESNUS**

Je dis qu'il y a deux angles de vue : est-ce qu'il est possible d'avoir accès à une ressource ? Deuxièmement, y a-t-il un risque d'intrusion ? Il faut bien le postuler ce risque d'intrusion et pas nécessairement postuler que tout va passer à côté.

**M. Jean-Marc FLEURY**

Cela n'a pas de sens étant donné la mémoire du site et la durée. Votre question n'a pas de sens. Je ne comprends même pas que vous puissiez réfléchir. Cela n'a pas de sens monsieur.

**M. François BESNUS**

Vous pouvez toujours invectiver, donnez un argument au moins !

**M. Jean-Marc FLEURY**

La durée de vie des déchets radioactifs. ... Est-ce que c'est sûr quand on va passer dedans...

**M. François BESNUS**

J'ai l'impression que vous n'écoutez rien. J'ai dit qu'il y a un angle de vue : y a-t-il des techniques pour exploiter en dévié ? Oui, cela existe. C'est ce qu'on écrit, lisez-le ! Mais on a dit aussi qu'il fallait que les scénarios d'intrusion soient postulés. On n'a pas dit que c'étaient des forages déviés que je sache. Donc vous ne savez pas lire. C'est vraiment terrible ! Je pense que vous déformez.

**M. Jean-Louis CANOVA**

On se calme.

**M. François BESNUS**

On se calme effectivement. On arrête-là.

**M. Jean-Louis CANOVA**

Merci à tous. Je voudrais rappeler aux membres du CLIS que le Conseil d'Administration aura lieu le 15 décembre. Vous pouvez le noter dès maintenant. Merci à tous pour ce débat fort intéressant. Je l'ai trouvé un peu technique au début mais très intéressant à la fin. A bientôt.

---

**Comité Local**  
**D'Information et de Suivi**

---



**ANNEXES**

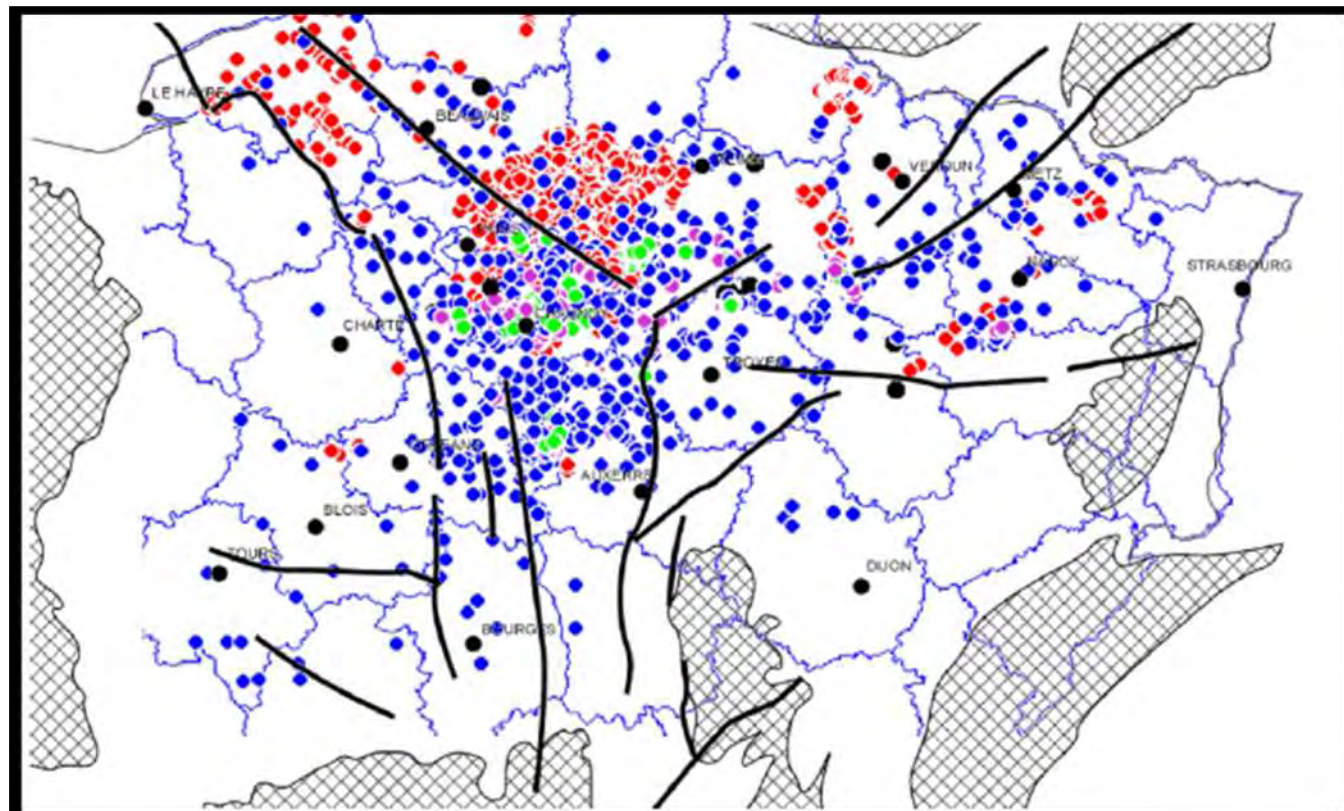




# Ressources géothermales

## > Historique des recherches depuis plus de 30 ans

- Une recherche basée sur l'exploitation de données existantes



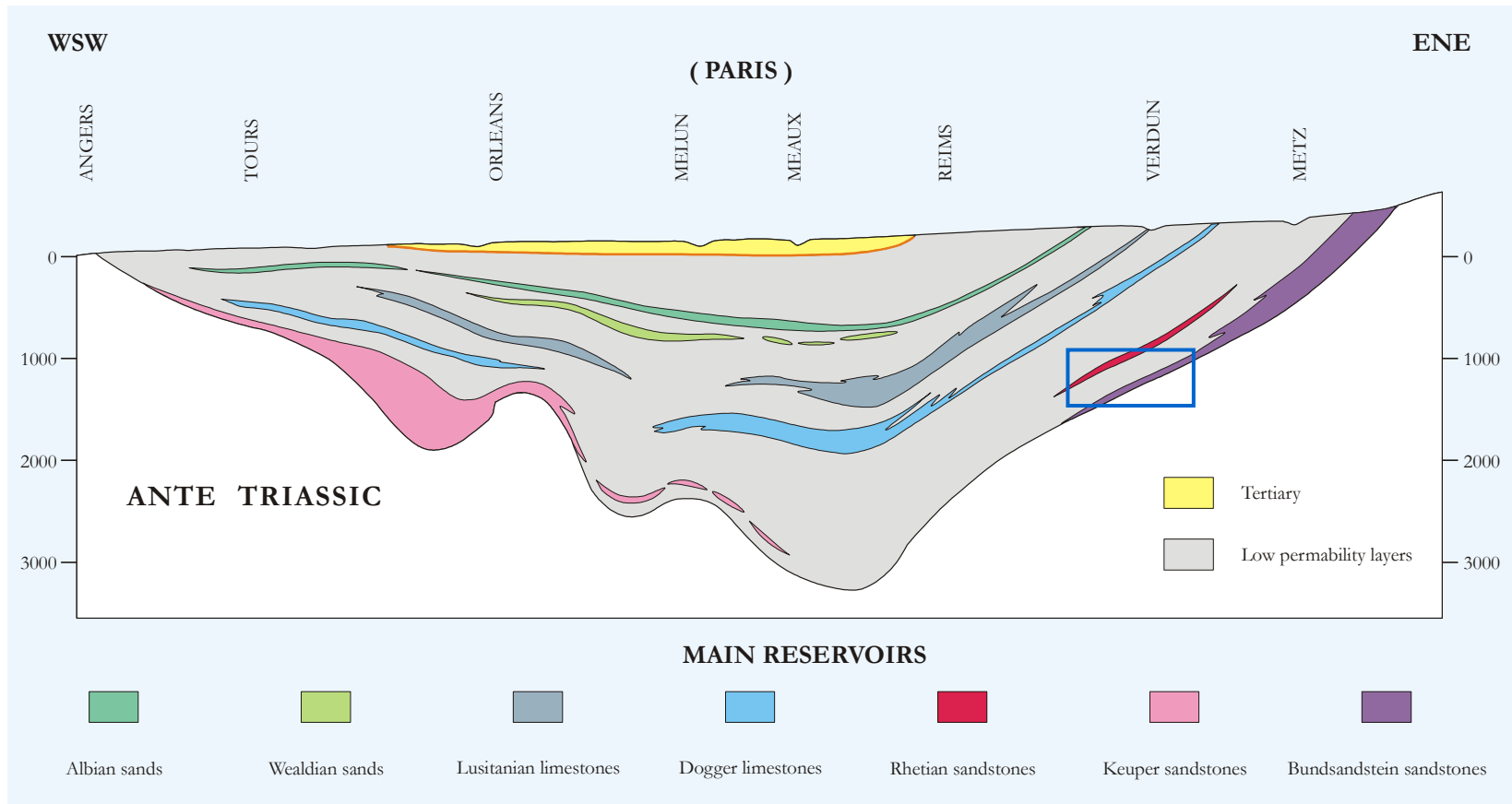
Localisation des forages d'exploration pétrolière (en bleu) sur la zone du projet France-Nord

ces pour une Terre durable

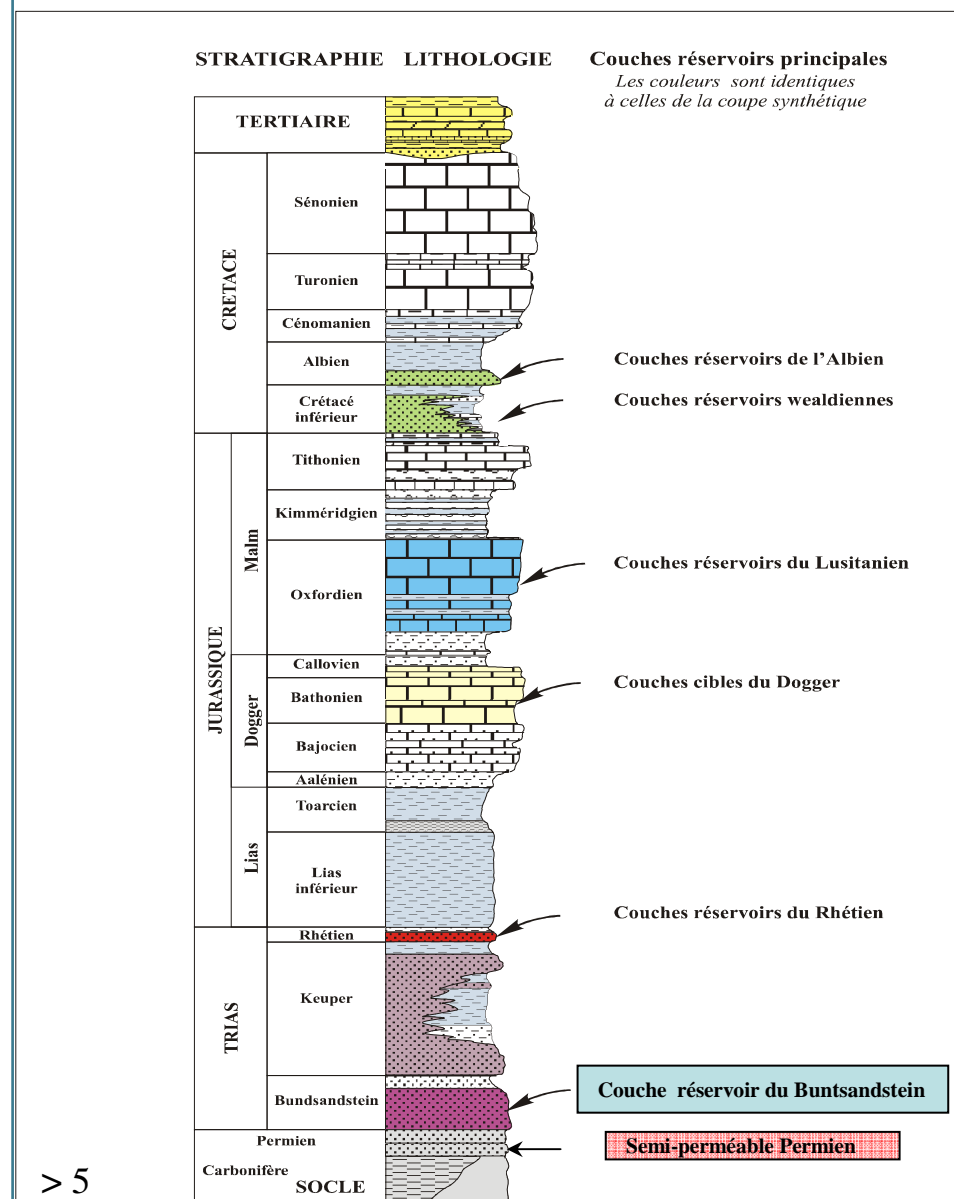


# Ressources géothermales

## > Les aquifères du bassin de Paris



# Ressources géothermales



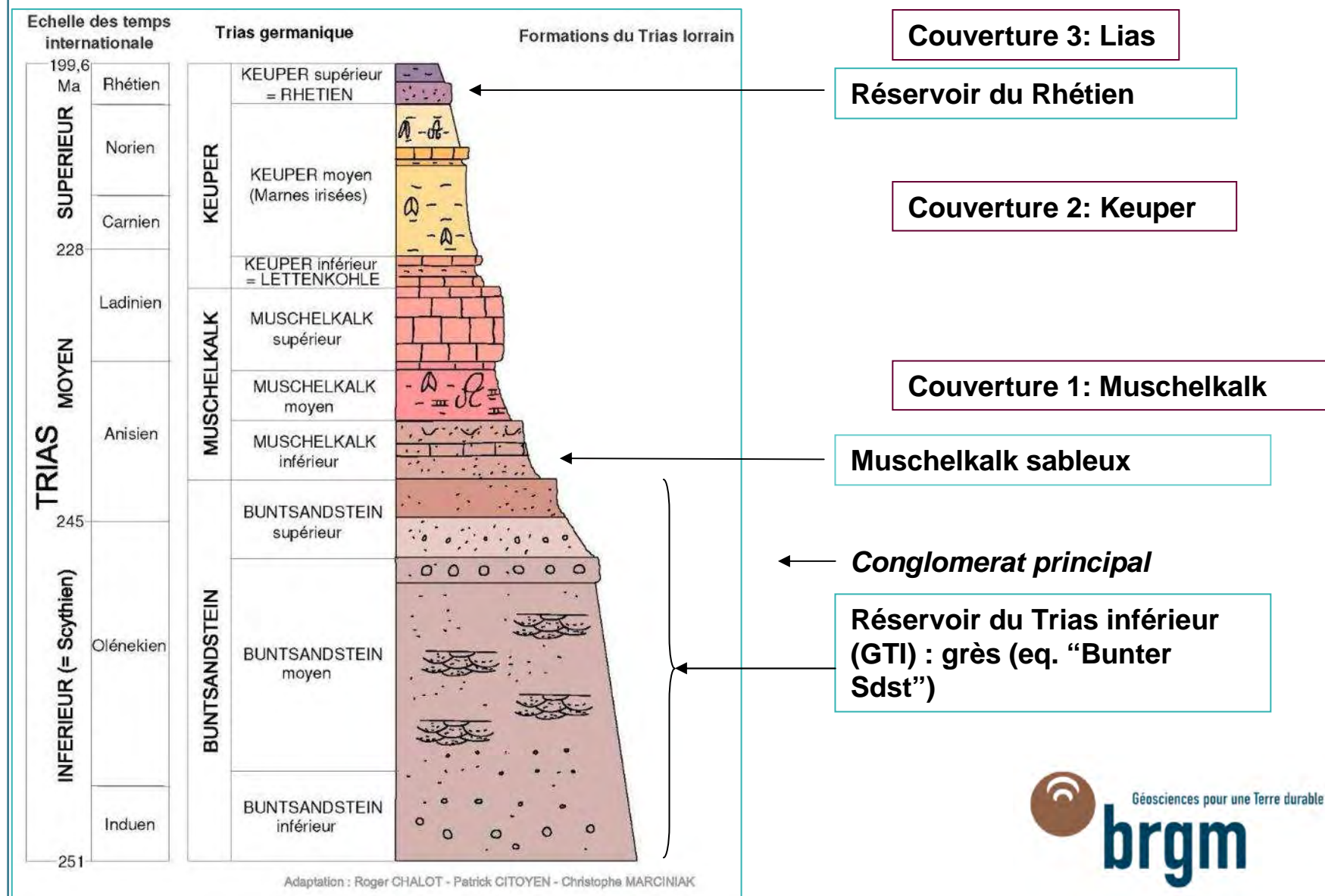
## > Les aquifères du bassin de Paris

- Représentation synthétique (log) des formations aquifères

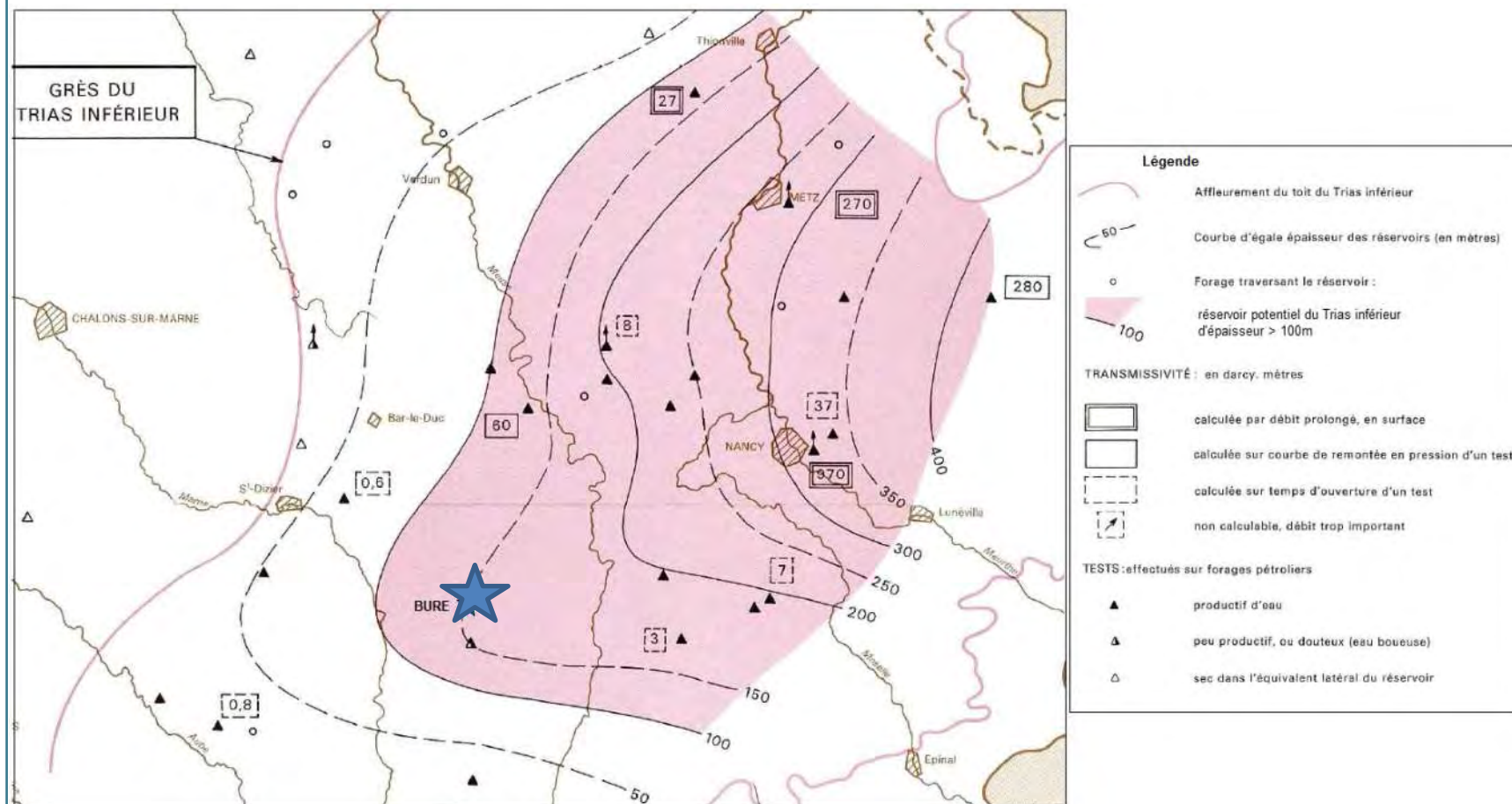
## > Deux cibles possibles :

- Le Trias
- Le Permien

# Ressources géothermales dans le Trias



# Ressources géothermales dans le Trias



**Estimation de la ressource géothermale - Trias inférieur**  
**Housse et Maget (1976)**

# Ressources géothermales dans le Trias

## > Historique des recherches depuis plus de 30 ans

- En 1980, Ph. Maget et D. Rambaud - étude hydrogéologique destinée à l'implantation d'un forage géothermique dans la région de Saint-Dizier.
- **Client : Société Nationale pour l'Application de la géothermie (Géochaleur), à la demande de la Direction de l'équipement et du Comité Géothermie**
  - Trias inférieur (Buntsandstein) recoupé entre 1 720 et 1 820 m (100 +/- 50 m d'épaisseur)
  - Salinité, très élevée à près de 250 g/l (Na Cl)
  - Température environ 72 °C (estimation à partir du forage des Quatre-Bras situé à 15 km au nord de St-Dizier)
  - Débits maximaux possibles entre 50 et 150 m<sup>3</sup>/h

Cette estimation du débit est basée sur une valeur de perméabilité résultant d'une extrapolation des données pétrolières.



# Ressources géothermales dans le Trias

## > Historique des recherches depuis plus de 30 ans

- **En 1981, Desplan et al. évaluent « les possibilités de réalisations géothermiques dans le département de la Meuse », (BRGM - Géochaleur - Compagnie Général de Chauffe)**
  - Estimation des caractéristiques du réservoir triasique pour les principales villes de la région - Saint-Dizier, Bar-le-Duc, Commercy / Saint-Mihiel
  - Favorabilité accrue d'ouest en est
    - . Favorabilité maximum : Commercy (35 km au nord de Bure)
    - . Epaisseur des grès (150m)
    - . Faible salinité (30 g/l)
    - . Bon débit (200 m<sup>3</sup>/h).

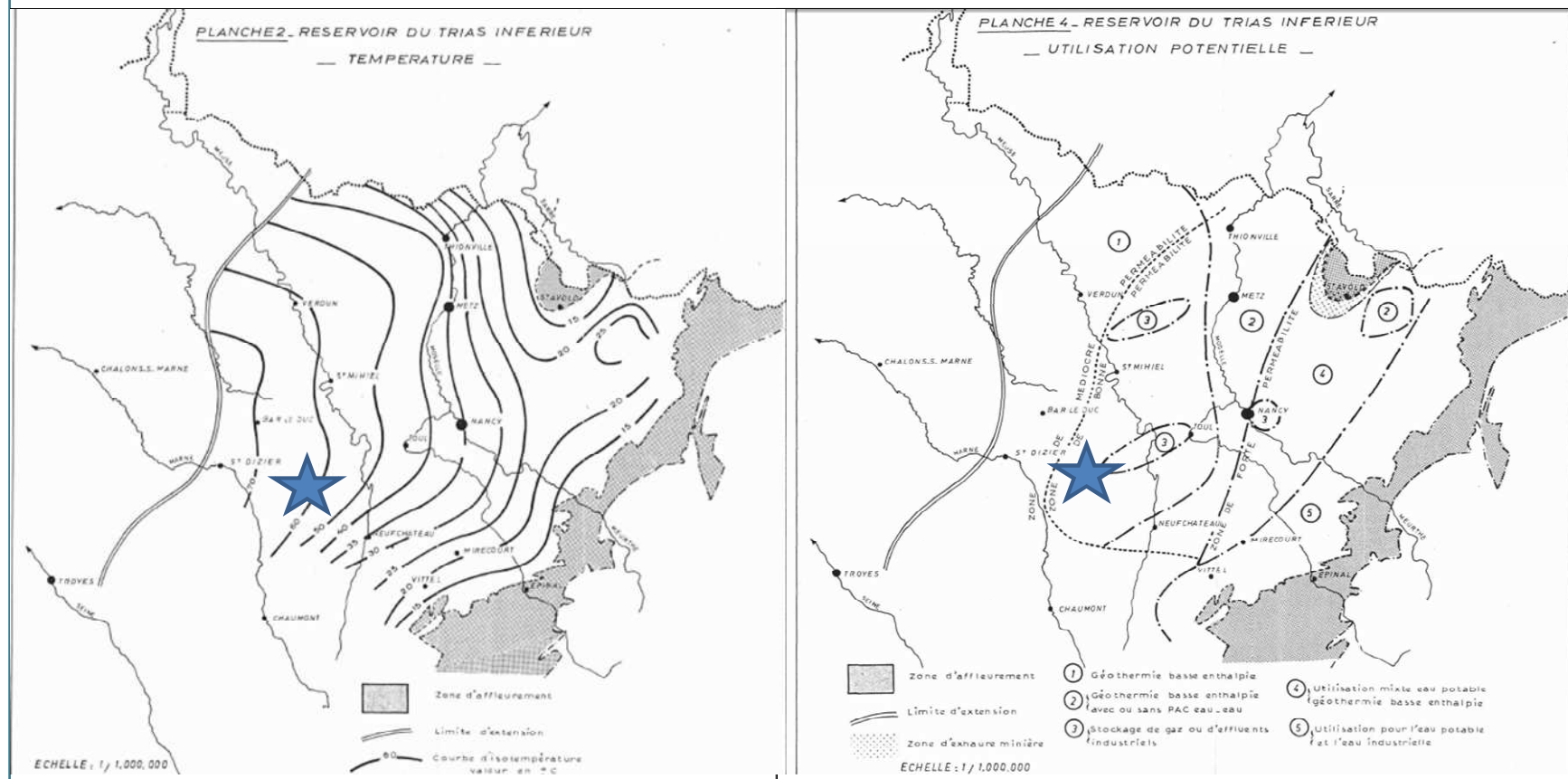


# Ressources géothermales dans le Trias

|   | Site de Vert Bois (St-Dizier)  | Site de Ville Haute (Bar-le-Duc)                             | Site de Maizey (Saint-Mihiel)                                 | Site de Commercy                   |
|---|--------------------------------|--|---|------------------------------------|
| <b>Forage ou prédiction</b>                       | prévision                      | prévision BRGM   | prévision   | prévision                          |
| <b>Lithologie dominante du Trias inférieur</b>    | Grès du Buntsandstein sup.     | Grès du Buntsandstein sup. (seul ?)                          | Grès du Buntsandstein sup. seul                               | Grès du Buntsandstein sup. et inf. |
| <b>Toit du Buntsandstein (en m)</b>               | 1720                           | 1700   | 1250 m ?  | 1300                               |
| <b>Epaisseur (en m) et (hauteur utile)</b>        | 100<br>(50 m de hauteur utile) | 70 m<br>(30 m de hauteur utile)                              | 120<br>(60 m de hauteur utile)                                | 150<br>(75 m de hauteur utile)     |
| <b>Température au toit (en °C)</b>                | 72                             | 70   | 54-58   | 55                                 |
| <b>Salinité (en g/l)</b>                          | 250                            | 150  | 35-45 ?   | 30                                 |
| <b>Débit maximal (en m<sup>3</sup>/h)</b>         | 50 à 150                       | 65   | ?   | 200                                |
| <b>Porosité (en %)</b>                            | 15 %                           | ?  | ?   | ?                                  |
| <b>Perméabilité en forage à proximité (en mD)</b> | 100 à 300 mD                   | 100 mD (d'après les forages de quatre-bras et de Courcelles) | 300-400 mD (340 mD : Grès bigarrés et 860 mD : Grès vosgiens) |                                    |
| <b>référence</b>                                  | Maget et Rambaud, 1979, 1980   | Desplan et al. 1981  | Desplan et al. 1982   | Desplan et al. 1981                |



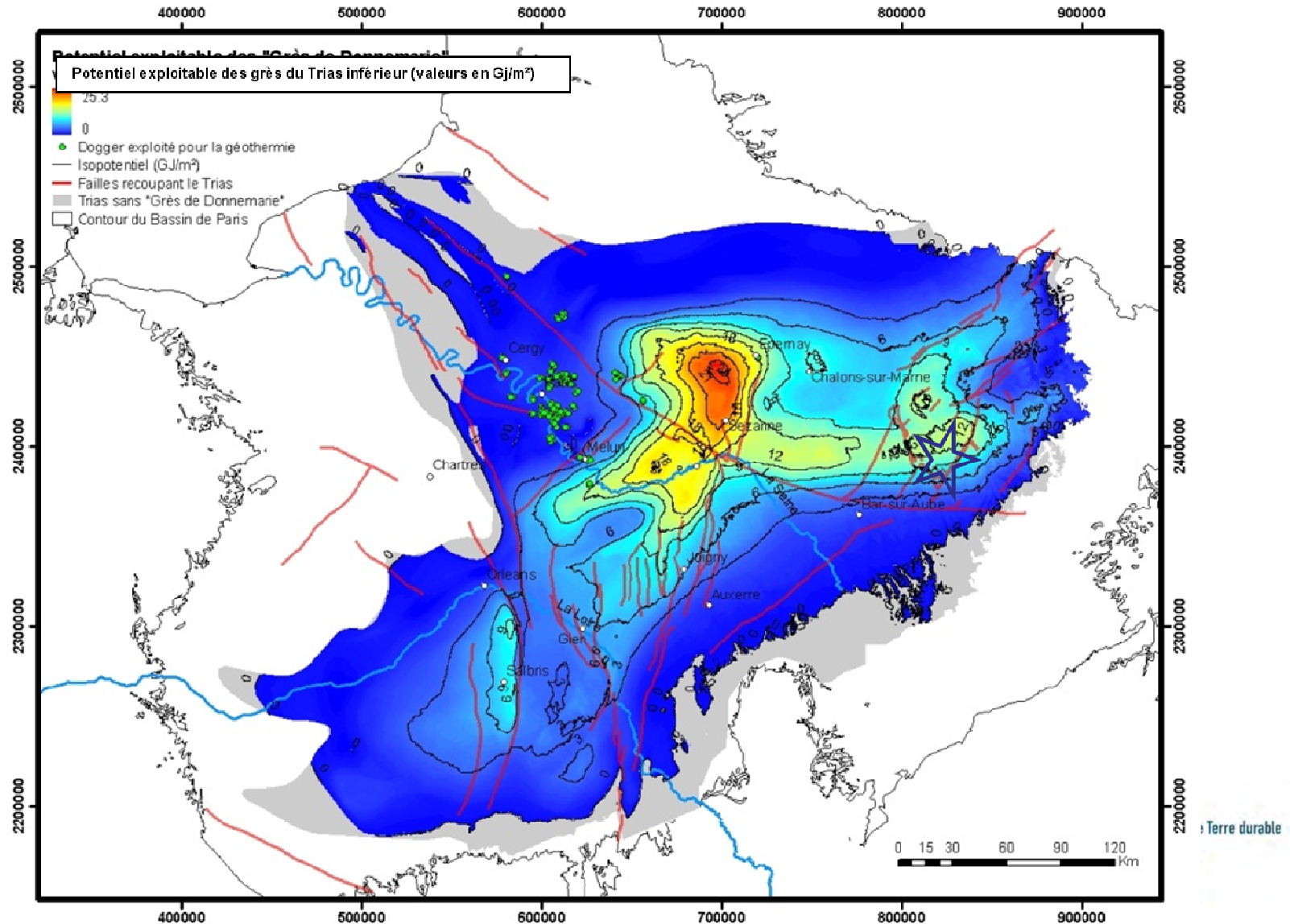
# Ressources géothermales dans le Trias



**Carte des températures du Trias inférieur à l'échelle de la Lorraine selon Allemoz (1983).**

**Carte de l'utilisation potentielle du Trias inférieur à l'échelle de la Lorraine selon Allemoz (1983)**

# Ressources géothermales dans le Trias



# Ressources géothermales dans le Trias

## > Historique des recherches depuis plus de 30 ans

- Zone de Bure semble située dans une zone de transition entre bonne à l'est et mauvaise transmissivité à l'ouest, au sein d'un grand aquifère qui se développe dans tout l'est du Bassin parisien depuis les contreforts des Vosges jusqu'en Champagne.
- Par manque de données de forage de qualité (test de puits de longue durée), il est **délicat de prédire la productivité de cette formation argilo-gréseuse** dans cette zone de transition.
- **D'après Housse et Maget (1976)**, le Buntsandstein sous Bure présenterait une épaisseur d'environ 150m, des températures estimées à 60 °C (profondeur : 1 200 m) et une salinité faible de l'ordre de 50 g/l.
- **Résultats confortés par le forage EST433**
  - épaisseur du Buntsandstein >126 m
  - température > 66 °C
  - salinité est très élevée pour atteindre 180 g/l.



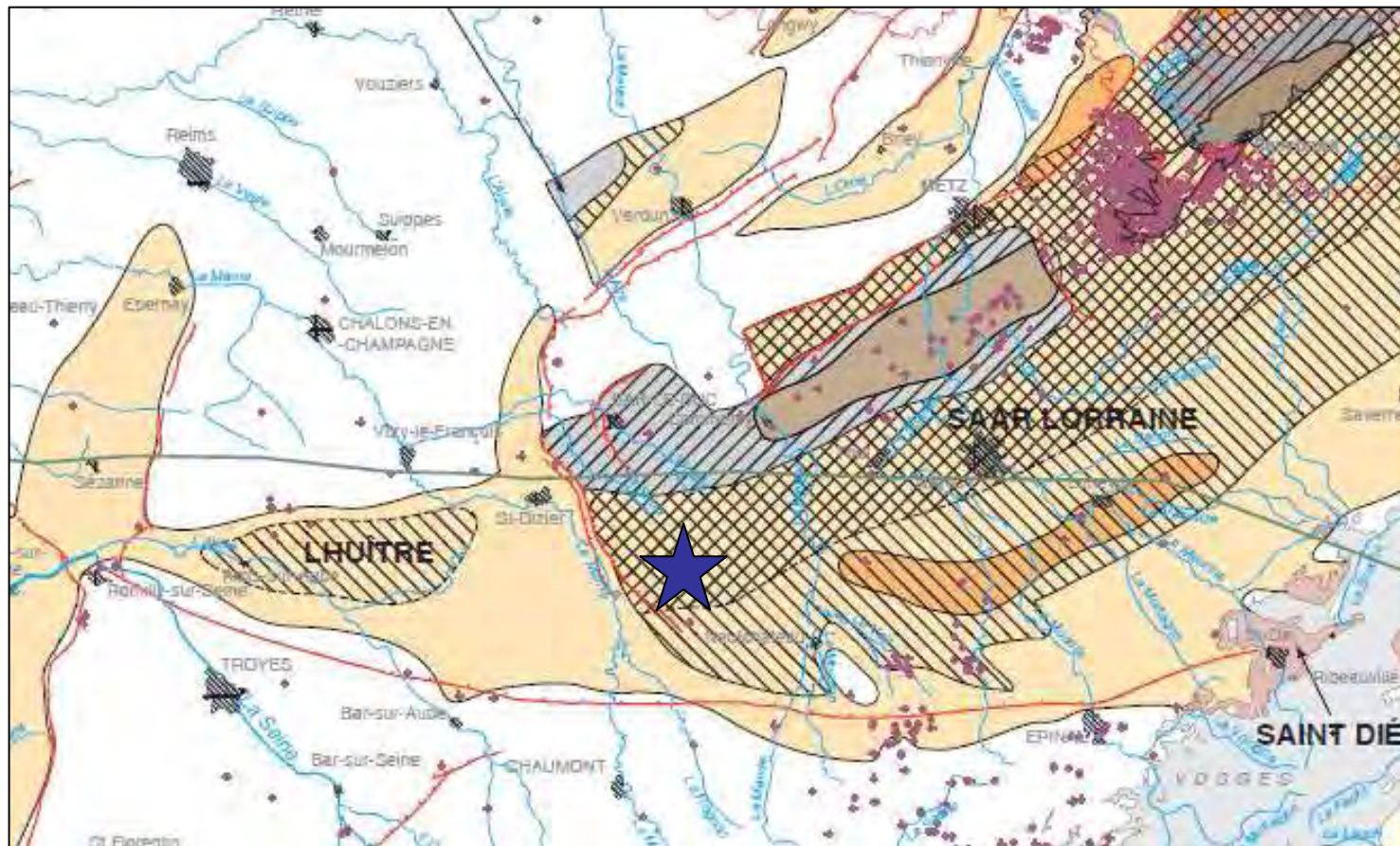
# Les caractéristiques du Trias en Europe

| Caractéristique  | Thisted<br>(Danemark)                          | Neubrandenbourg<br>(Allemagne)      | Copenhagen<br>(Danemark)                       | Southampton<br>(Royaume Uni) | Neustadt-<br>Glewe<br>(Allemagne) | Dogger<br>(France)                    |
|--|--|-------------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| âge du réservoir argilo-<br>gréseux  | Trias<br>supérieur                             | Trias supérieur                     | Trias inférieur                                | Trias inférieur              | Trias supérieur                   | Dogger<br>carbonaté                   |
| profondeur du réservoir  | 1 250 m  | 1 250 m                             | 2 600 m  | 1 730 m                      | 2 200 m                           | 1 500-2 000 m                         |
| température  | 46 °C  | 53 °C                               | 73 °C  | 75 °C                        | 98 °C                             | 55 – 85 °C                            |
| perméabilité   | ?  | ?                                   | 250 m.D  | ?                            | 0,5 à 1 D                         | ~2 D (moyenne)<br>(0,2 à 7 D)         |
| transmissivité   | <b>70 à 110 D.m</b>                            | ?                                   | <b>12 D.m<br/>(well test)</b>                  | <b>5 à 20 D.m</b>            | <b>100 D.m</b>                    | <b>38 D.m (moy)<br/>(3 à 113 D.m)</b> |
| débit  | 150 puis 200<br>m <sup>3</sup> /h              | 100 m <sup>3</sup> /h               | 235 m <sup>3</sup> /h                          | ?                            | 120 m <sup>3</sup> /h             | 100 à 300 m <sup>3</sup> /h           |
| salinité   | 163 g/l  | 133 g/l                             | 19 %   | 125 g/l                      | 227 g/l                           | 6,4 à 35 g/l, (20<br>g/l moy.)        |
| Commentaire (sites en<br>cours exploitation pour<br>production de chaleur) | Exploité<br>depuis 1984 (7<br>MWt)             | Exploité depuis<br>1989<br>(15 MWt) | Exploité depuis<br>2005 (14 MWt)               | Exploité depuis<br>1990      | Exploité depuis<br>1995           | Exploité depuis<br>1980<br>(230 MWt)  |
| référence  | Hansen, 2011<br>Mahler et <i>al.</i> ,<br>2013 | Zenke et <i>al.</i> , 2000          | Hansen, 2011<br>Mahler et <i>al.</i> ,<br>2013 | DECC, 2013                   | Seibt et <i>al.</i> ,<br>2005     | Lopez et <i>al.</i><br>2010, 2012     |

# Les caractéristiques des exploitations en France

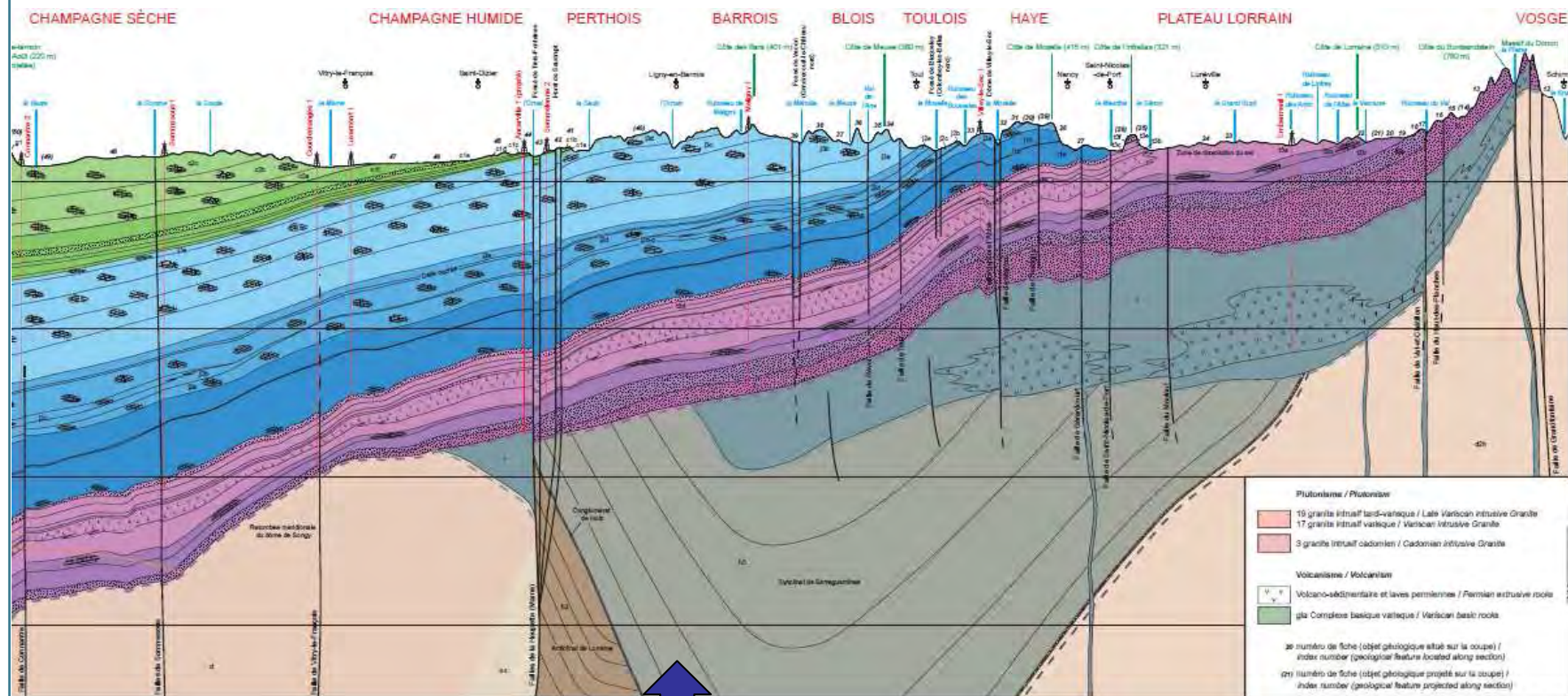
| Caractéristique                    | Melleray<br>(France)   | Achères<br>(France)  | Cergy<br>(France)   | Lorraine<br>(thermalisme et<br>chauffage<br>piscine)   | Lorraine<br>(tous usages)  | Bure<br>(France)                                   |  |
|------------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|
| âge du réservoir<br>argilo-gréseux | Trias moyen  | Trias moyen  | Trias moyen   | Buntsandstein  | Buntsandstein  | Grès à Voltzia<br>(Bunts.)                         | Couches<br>intermédiaires<br>(Bunts.)                    |
| profondeur du<br>réservoir         | 1 420 m  | 1 930 m  | 1 927 m   | 437 à 900 m<br>(profondeur des<br>ouvrages)  | 100 à 1 100 m<br>(profondeur des<br>ouvrages)                          | 1 900 m  | 1 940 m  |
| température                        | 73 °C  | 78 °C  | 77 °C   | 22 à 35 °C   | < 49 °C  | 66 °C  | Plus de 66 °C  |
| perméabilité                       | 320 -560 mD  | 746-1080mD   | 260- 720 mD   | 150-5350 mD 0,2-<br>6,9.10 <sup>-5</sup> m/s   | 1800 mD<br>1,8.10 <sup>-5</sup> m/s en<br>moyenne                      | 4,4. 10 <sup>-5</sup> m/s                          | 1,04. 10 <sup>-5</sup><br>m/s                            |
| transmissivité                     | <b>11 à 15 D.m</b>   | <b>10,8 à 11.2 D.m</b>   | <b>3.3- 8.9 D.m</b>                                       | <b>16-600 D.m</b><br>0,4-8,3.10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s                                    | <b>220 D.m</b><br>2,2.10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s en<br>moyenne | <b>64 D.m</b>                                      | <b>15 D.m</b>  |
| débit                              | 140 m <sup>3</sup> /h  | ?  | ~70 m <sup>3</sup> /h                                     | ?  | 30 à 150 m <sup>3</sup> /h   | inconnu  | inconnu  |
| salinité                           | 38 g/l   |  |   | < 5 g/l (résidu sec<br>105 °C)   | <250 mg/l à 49<br>g/l  | 180 g/l  | ?  |
| commentaire                        | Exploration<br>avec bonne<br>productivité<br>mais problème<br>d'injectivité.<br>Abandon. | Exploration avec<br>bonne<br>productivité mais<br>mauvaise<br>injectivité.<br>Abandon. | Exploration<br>avec mauvaise<br>productivité.<br>Abandon. | Bonne à excel-<br>lente productivité<br>(perméabilité de<br>fracture)<br>Exploitation en<br>cours. | Excellente<br>productivité.<br>Exploitation en<br>cours.               | Bonne<br>transmissivi-<br>té comparée<br>au Dogger | Transmis-<br>sivité<br>correcte<br>comparée au<br>Dogger |
| références                         | Lopez et<br>Millot, 2008   | Lopez et Millot,<br>2008   | Lopez et Millot,<br>2008                                  | Babot et <i>al.</i> , 1982   | Babot et <i>al.</i> ,<br>1982  | Landrein et <i>al.</i> ,<br>2013                   | Landrein et<br><i>al.</i> , 2013                         |

# Existe-t-il d'autres ressources géothermales ?



**Carte des bassins permo-carbonifères sous couverture**  
 d'après IFP, 2002  
 (extrait de la « Coupe géologique du bassin parisien et du fossé rhénan  
 AGBP, éditeur, 2014)

# Existe-t-il d'autres ressources géothermales ?



extrait de la « **Coupe géologique du bassin parisien et du fossé rhénan** »  
 AGBP, éditeur, 2014)

## II - Potentiel géothermique en ZT → type BE → Zones d'intérêt en France

ANNEXE 16

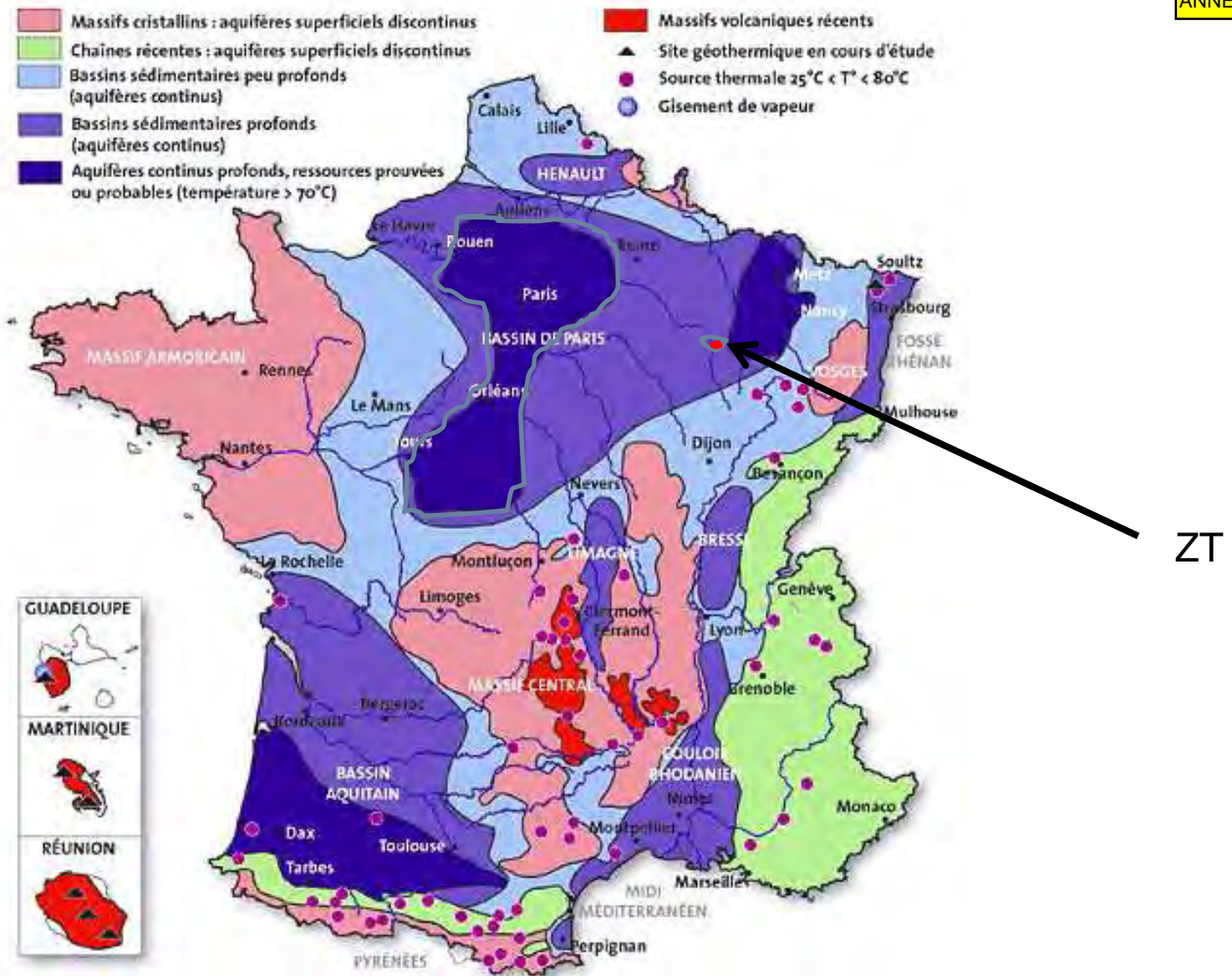


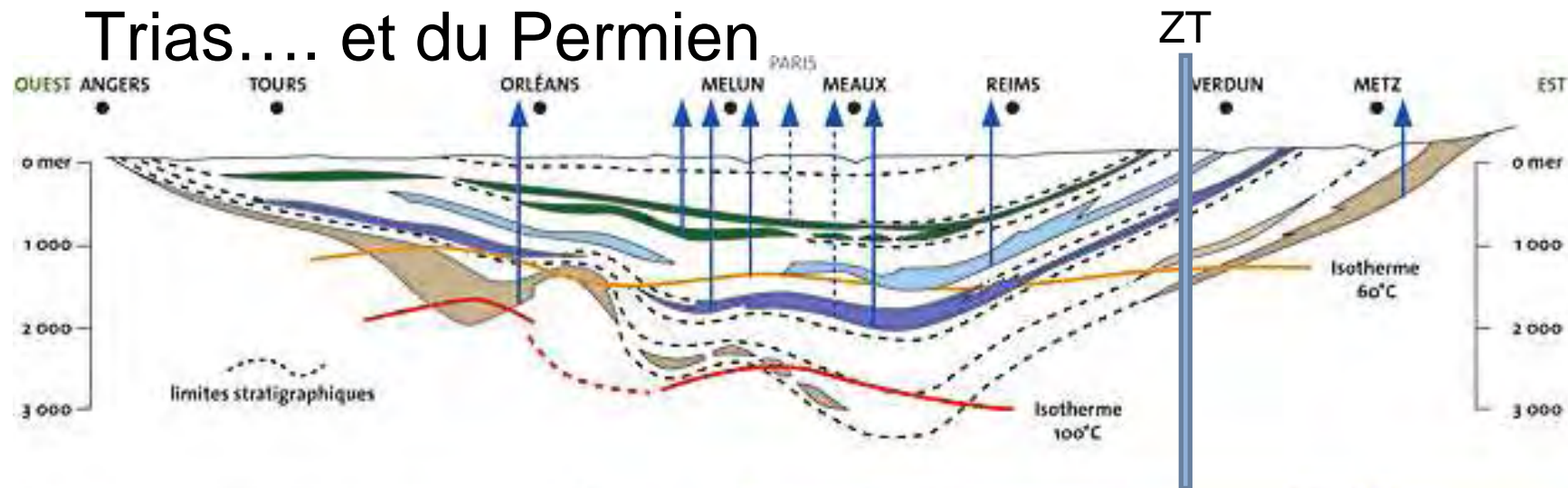
Illustration : ADEME - BRGM



## II - Potentiel géothermique en ZT → type BE → Aquifères concernés

ANNEXE 17

- Ne concernerait que les aquifères potentiels du Trias.... et du Permien



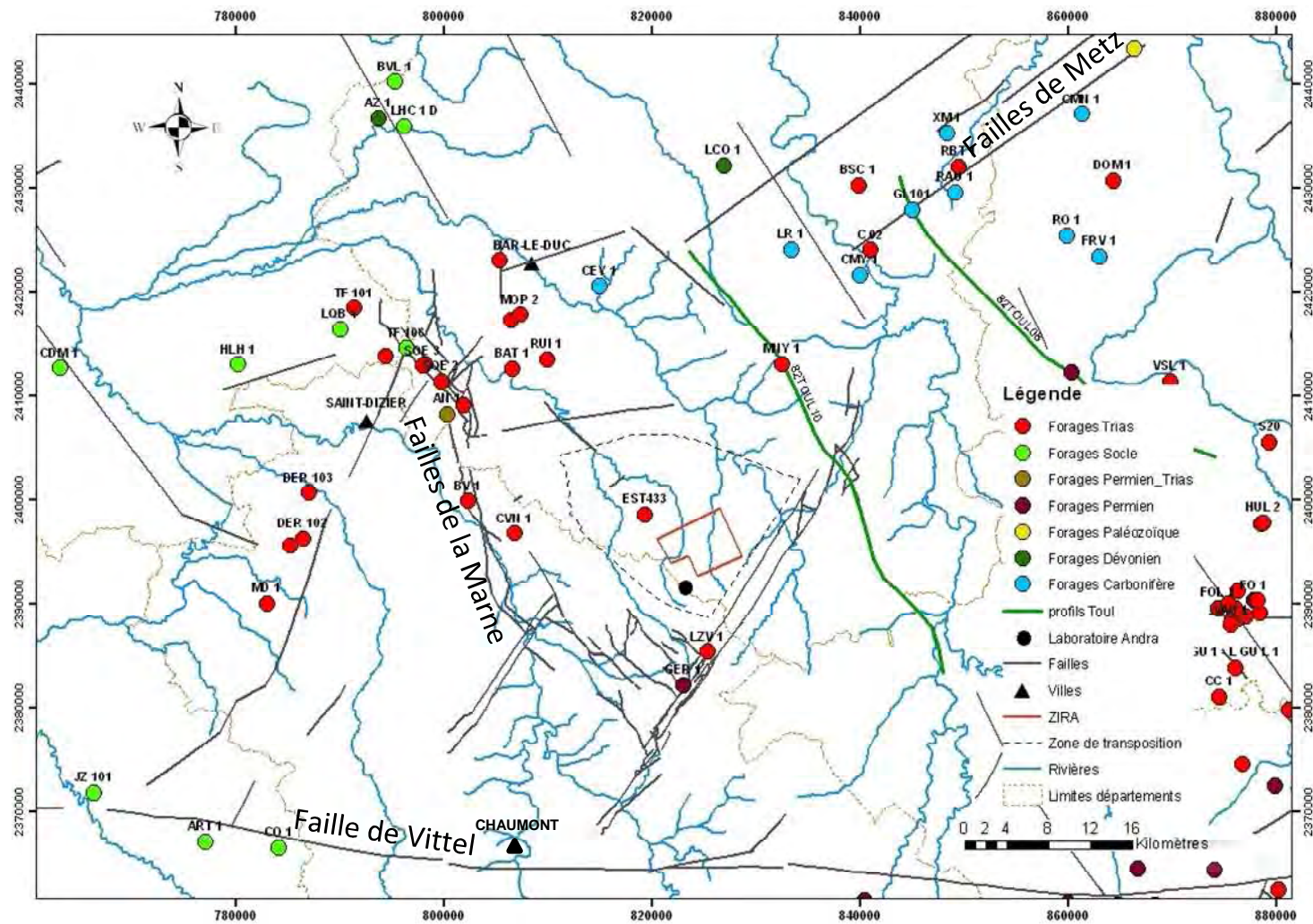
| PÉRIODES   |                                     | AQUIFÈRES |  |
|------------|-------------------------------------|-----------|--|
| SECONDAIRE | TERTIAIRE<br>05 millions d'années   | NÉOCÈNE   | Sables de l'Albien<br>Sables du Néocomien                |
|            | CRÉTACÉ<br>140 millions d'années    | ÉOCÈNE    |  |
|            |                                     | MALM      | Calcaires du Lusitabien                                  |
|            |                                     | DOGGER    | Calcaires du Dogger                                      |
|            | JURASSIQUE<br>195 millions d'années | LIAS      | Grès du Retten   |
|            | TRIAS<br>250 millions d'années      | TRIAS     | Grès de Lorraine à l'est<br>Grès fluvialifères à l'ouest |
|            | PRIMAIRE                            |           |  |

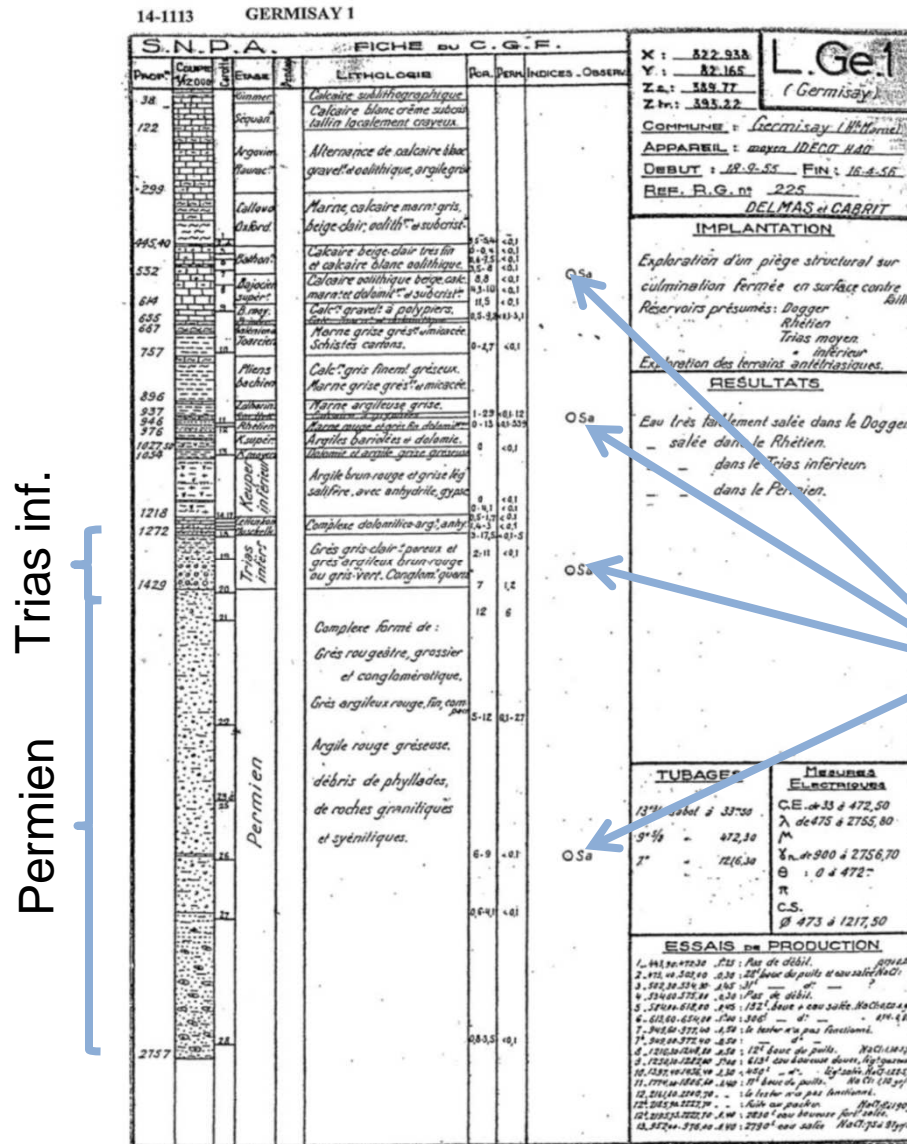
Illustration : ADEME - BRGM

## II - Potentiel géothermique en ZT → type BE → Forages profonds de MHM

ANNEXE 18

- Forages pétroliers réalisés entre 1956 et 1994
- Forage EST433 réalisé par l'Andra (seul forage profond dans la ZT)





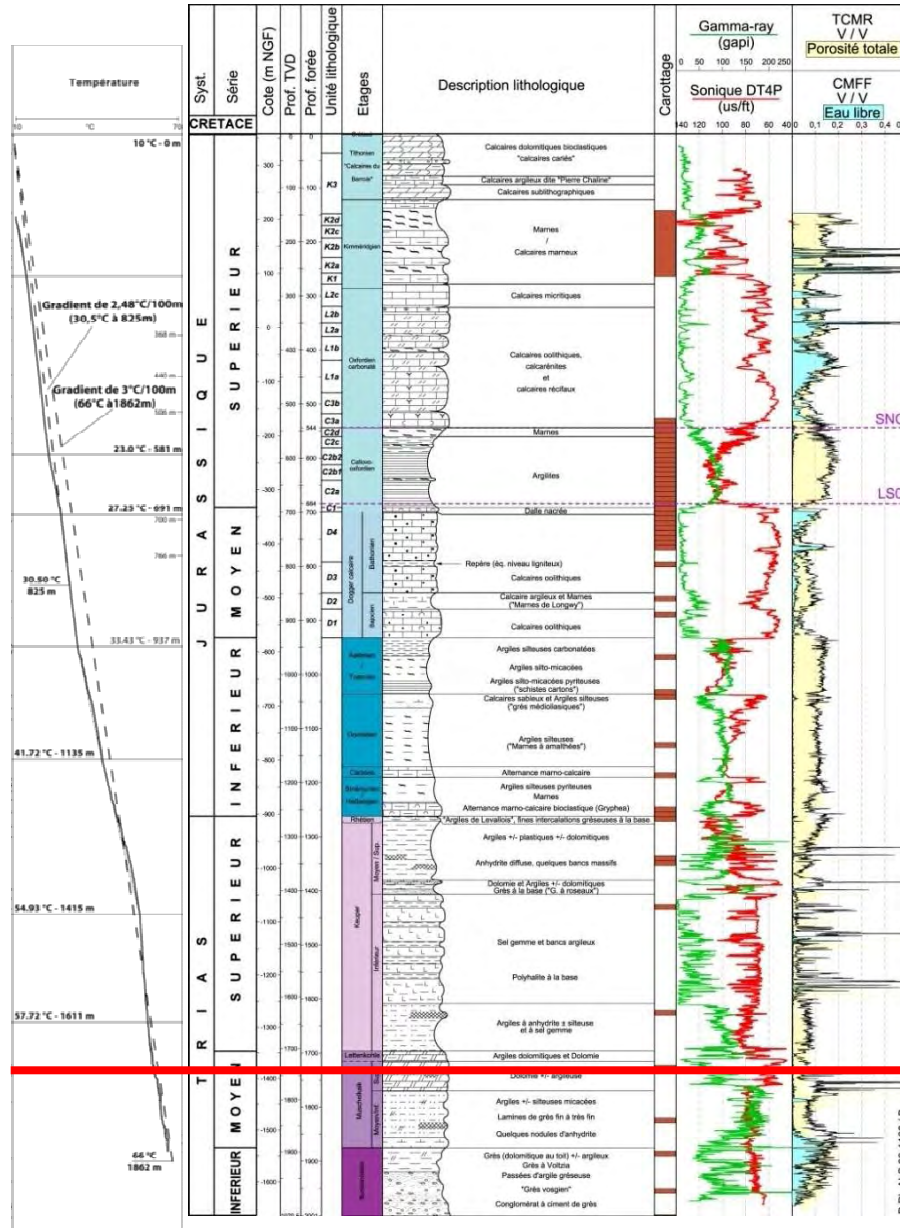
Quelques résultats

GE1 – Germisay (1956)

- a) 157 m de Trias inférieur ou Buntsandstein (grès, grès argileux et conglomérats)
- b) 1300 m de Permien (grès rouges, grès argileux et argiles rouges) et socle non atteint
- c) Eau salée au Bathonien, Rhétien, Trias inf. et Permien

LZV1 – Lezeville (1989)

- a) 51 m de Buntsandstein traversés (grès moyens à grossiers peu cimentés avec passées d'argile, suivis de 20 m de conglomérats)



D'après document Andra D.TR.ASMG.11.0013

## I. Température

### Mesures de Température

- a) Sondes EMS et PSPT après 5 mois sans opération → équilibre probable
- b) Mesure ponctuelle dans Grès à Voltzia

### Résultats

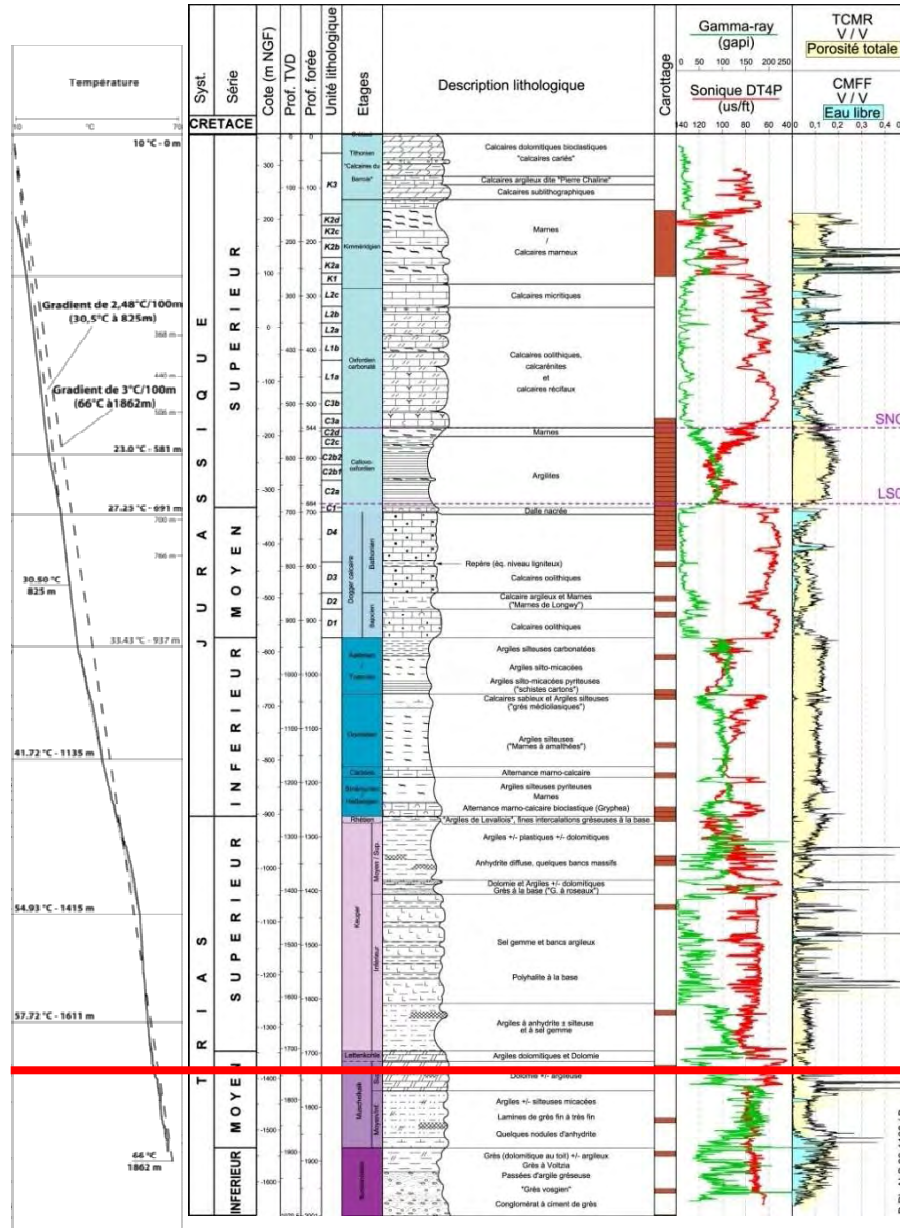
- Argile (3,7 à 3,9°C/100 m)
- Halite (2,15°C/100 m)
- 66°C mesurés dans Grès à Voltzia

Gradient moyen : 3°C/100 m

Halite massive (Keuper sup)

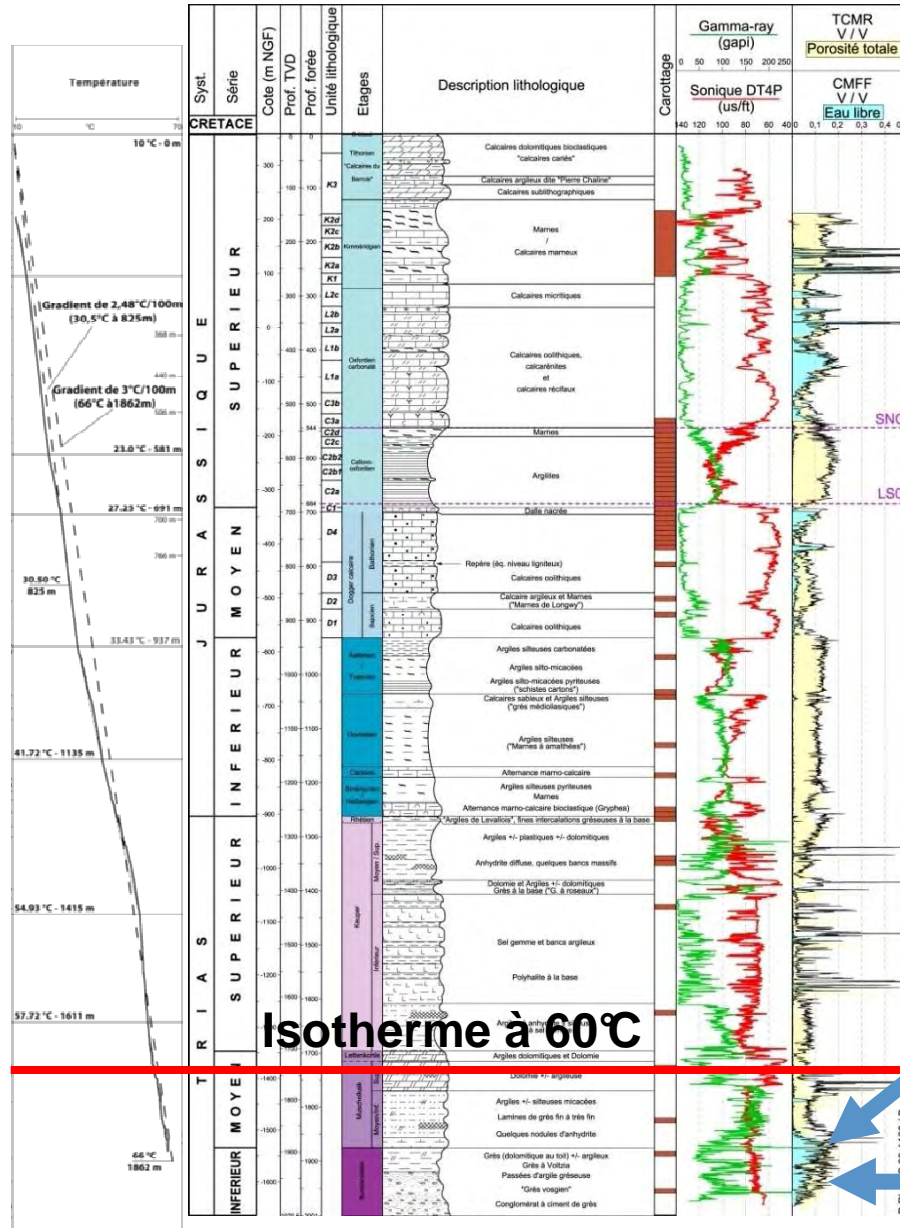
Isotherme 60°C

## II. Unités hydrogéologiques



D'après document Andra D.TR.ASMG.11.0013

## II. Unités hydrogéologiques



### Aquifère de l'Oxfordien

$T_{283m} 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K_{eq} 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$   
 H 266mNGF - Eau  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$  0,8 g/L

### Aquifère du Bathonien moy et sup

$T_{104m} 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K_{eq} 6,5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$   
 H 286 mNGF - Eau Cl-Na 3,3 g/L

### Ressource potentielle identifiée

#### Aquifère du Buntsandstein

##### Grès à Voltzia

$T_{25m} 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K_{eq} 4,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$   
 H 233 mNGF ? - Eau Cl-Na 180 g/L

##### Couches intermédiaires

$T_{25m} 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K_{eq} 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

D'après document Andra D.TR.ASMG.11.0013

## Comparaison Dogger (centre Bassin de Paris) vs. Buntsandstein (Zone de Transposition)

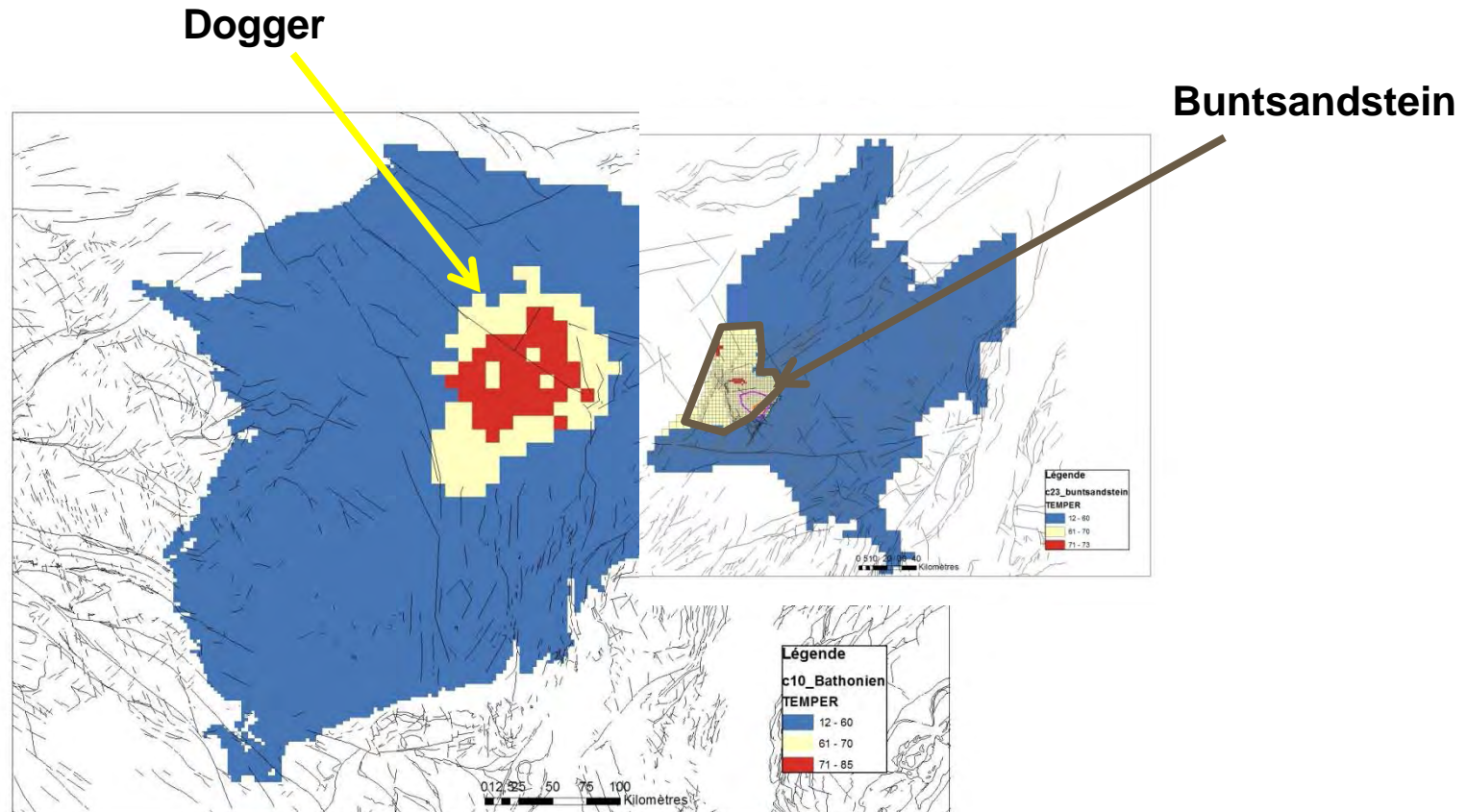
ANNEXE 23

|   | Dogger             | Buntsandstein         |                        |
|---|--------------------|-----------------------|------------------------|
|   | Rojas et al., 1989 | Landrein et al., 2013 |                        |
|   | Tous faciès        | Grès à Voltzia        | Couches intermédiaires |
| Nombre forages                            | 110                | 1                     | 1                      |
| Temp. (°C)                                | 69,5 ± 7,8         | 66                    | ~ 67 (extrapolée)      |
| T=Kh (D.m)                                | 38±23 (max 114)    | 114                   | 25                     |
| h (m)                                     | 18 ± 8             | 25                    | 25                     |
| K (D)                                     | 2,2±1,4 (max 11)   | 1,8                   | 0,4                    |
| Porosité totale (%)                       | 15,6±2,4           | 16-18(TCMR)           | 12-15(TCMR)            |
| Salinité (g/L)                            | 1-35               | 180                   |                        |
| Débit <sub>expl</sub> (m <sup>3</sup> /h) | 261±88             | ?                     | ?                      |

\* Comprend le Comblanchien, l'Oolithe Blanche et les Alternances

- Les propriétés hydrauliques du Buntsandstein sont proches de celles du Dogger carbonaté du centre du Bassin de Paris

## Aires concernées par des températures supérieures à 60°C

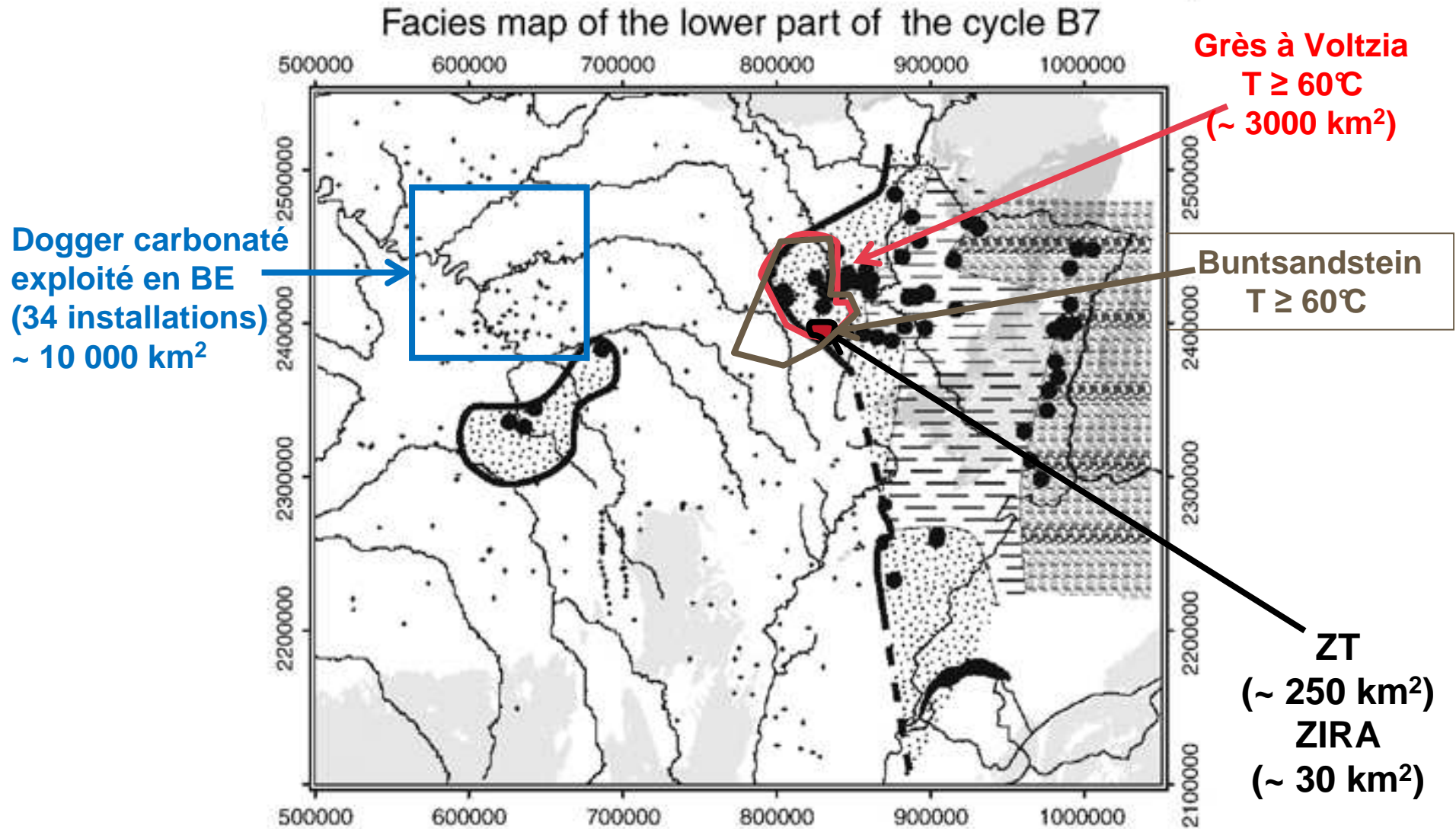


*D'après géométrie calculée par la CGG pour le compte de l'IRSN à partir i) de la base de données de forages, ii) des profils sismiques et iii) d'un gradient géothermique de 3°C/100 m*



## Extension des grès à Voltzia

ANNEXE 25

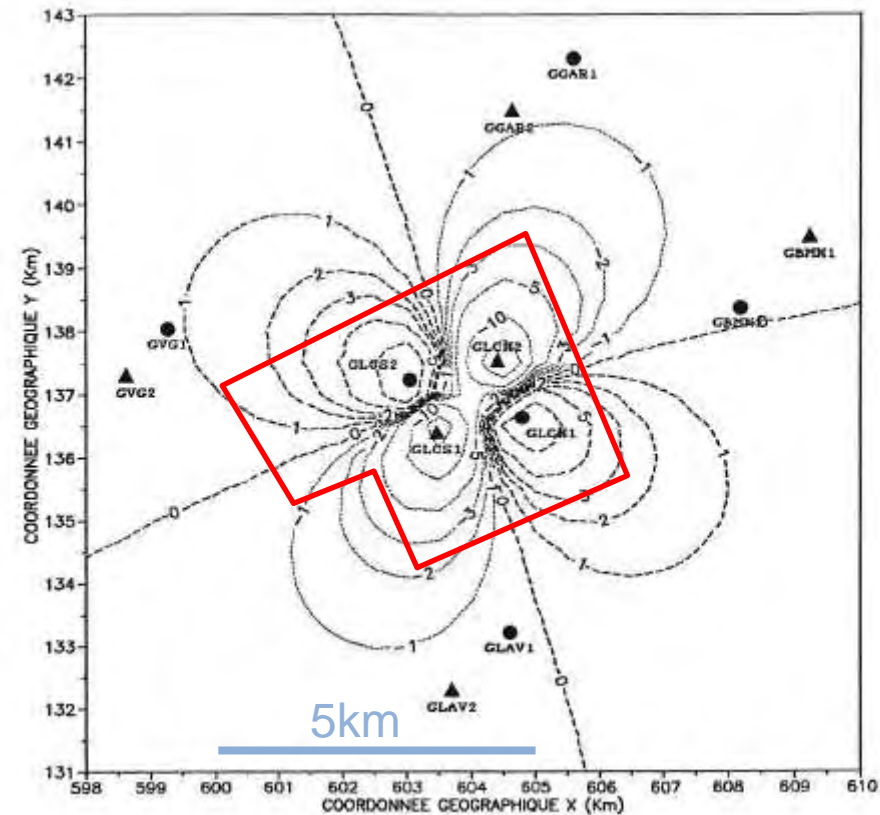


S. Bourquin et al. / Sedimentary Geology 186 (2006) 187–211

## Par analogie au Dogger

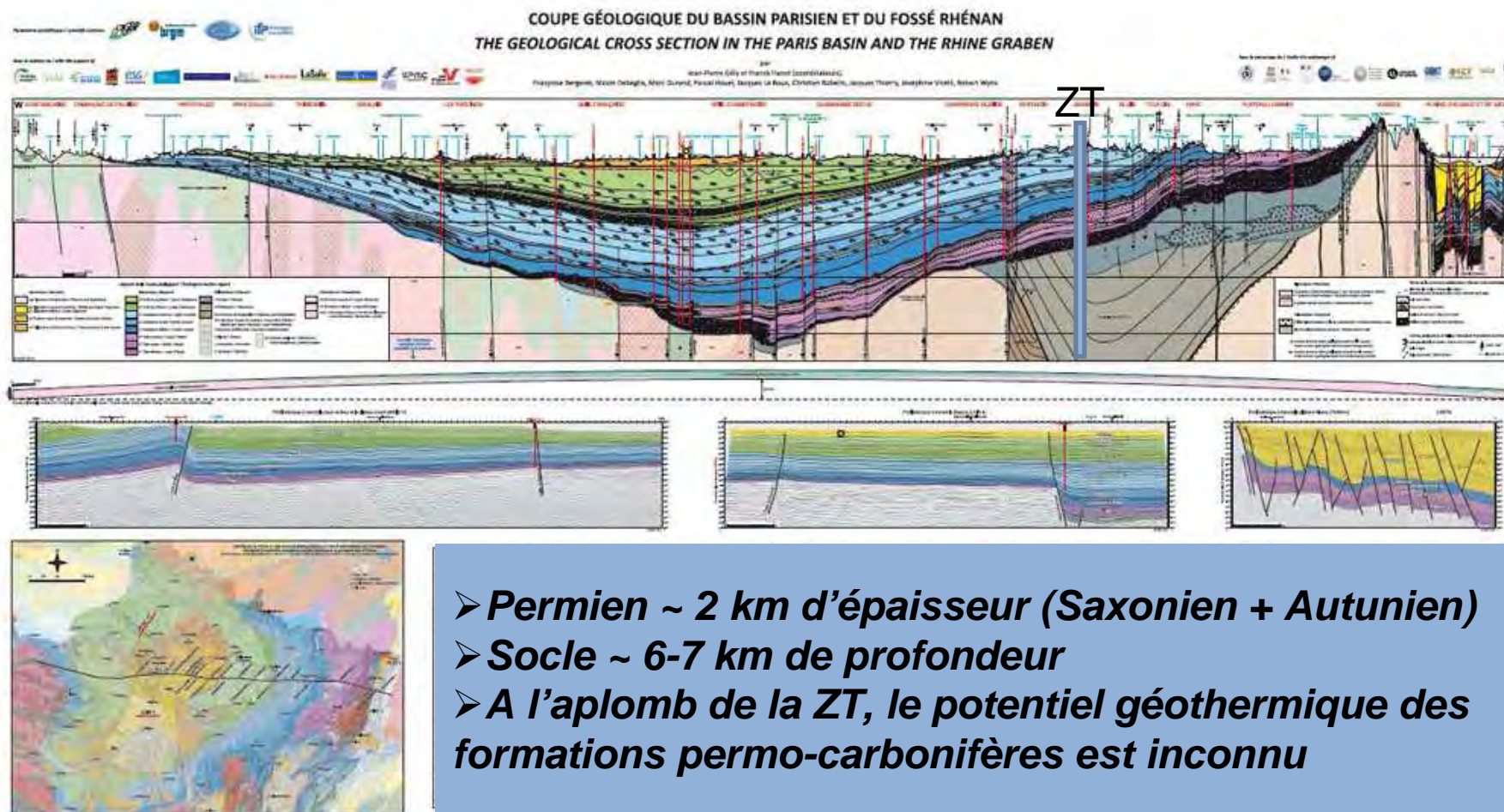
Aire d'influence d'une exploitation par doublet économiquement viable

*Champ de pression induit par une exploitation (e.g. GLC ; Menjoz et al. 1989)*



- Cigéo pourrait geler une surface équivalente à une installation BE « typique » du Dogger (BP)
- En termes de **potentiel** géothermique, Cigéo (~30 km<sup>2</sup>) pourrait geler max 1 à 2 % de la ressource régionale (~3000 km<sup>2</sup>)

## Coupe géologique Ouest-Est du Bassin Parisien et Fossé Rhénan (www.agbp.fr)



| Epoque        | Etage                                    | Profondeur forage EST 433 (m) | Forage tubé                        | Zones de test                                    | Description  | Compléments   |   |
|---------------|--|-------------------------------|------------------------------------|--|--|---|---|
|               |  |                               | Forage non tubé laissée en trou nu |  |  |   |   |
| TRIAS MOYEN   | Lettenkohle                              | 1700                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1710                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1720                          |                                    |  |  |   |   |
|               | Muschelkalk supérieur                    | 1730                          |                                    |  |  | 70 mètres de dolomies et argiles dolomitiques sans problème de tenue mécanique et sans eau libre      |   |
|               |  | 1740                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1750                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1760                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1770                          |                                    |  |  |   |   |
|               | Muschelkalk moyen et inférieur           | 1780                          |                                    |  |  | 90 mètres de roche essentiellement argileuse rouge brique avec de fines passées gréseuses par endroit |   |
|               |  | 1790                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1800                          |                                    | TEST n°3 les 11 et 12 juin 2008, ininterprétable |  |   | Zones caves, fortes instabilités de parois                          |
|               |  | 1810                          |                                    |  |  |   | Instabilités de parois  |
|               |  | 1820                          |                                    |  |  |   | Grès de Trois Fontaines   |
|               |  | 1830                          |                                    |  |  |   | Instabilités de parois  |
|               |  | 1840                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1850                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1860                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1870                          |                                    |  |  |   | Argile rouge à passées silteuses - eau libre                        |
|               | TRIAS INFÉRIEUR - Etage du Buntsandstein | Grès à Voltzia                | 1880                               |  |  | Grès , présence de petits lits argileux   |   |
|               |  |                               | 1890                               |  | TEST n° 2 du 10 au 11 juin 2008, approximativement $T > 1.10^{-3} m^2/s$ |   |   |
| 1900          |  |                               |                                    |  |  |   |   |
| 1910          |  |                               |                                    |  |  |   |   |
| 1920          |  |                               |                                    |  |  |   |   |
| Grès Vosgiens |  | 1930                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1940                          |                                    | TEST n° 1, du 8 au 10 juin 2008, ininterprétable |  |   | coincement sonde le 12 juin 2008, impossible de continuer les tests |
|               |  | 1950                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1960                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1970                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 1980                          |                                    |  |  |   |   |
| Cong          |  | 1990                          |                                    |  |  |   |   |
|               |  | 2000                          |                                    |  |  | Grès - conglomérat  |   |

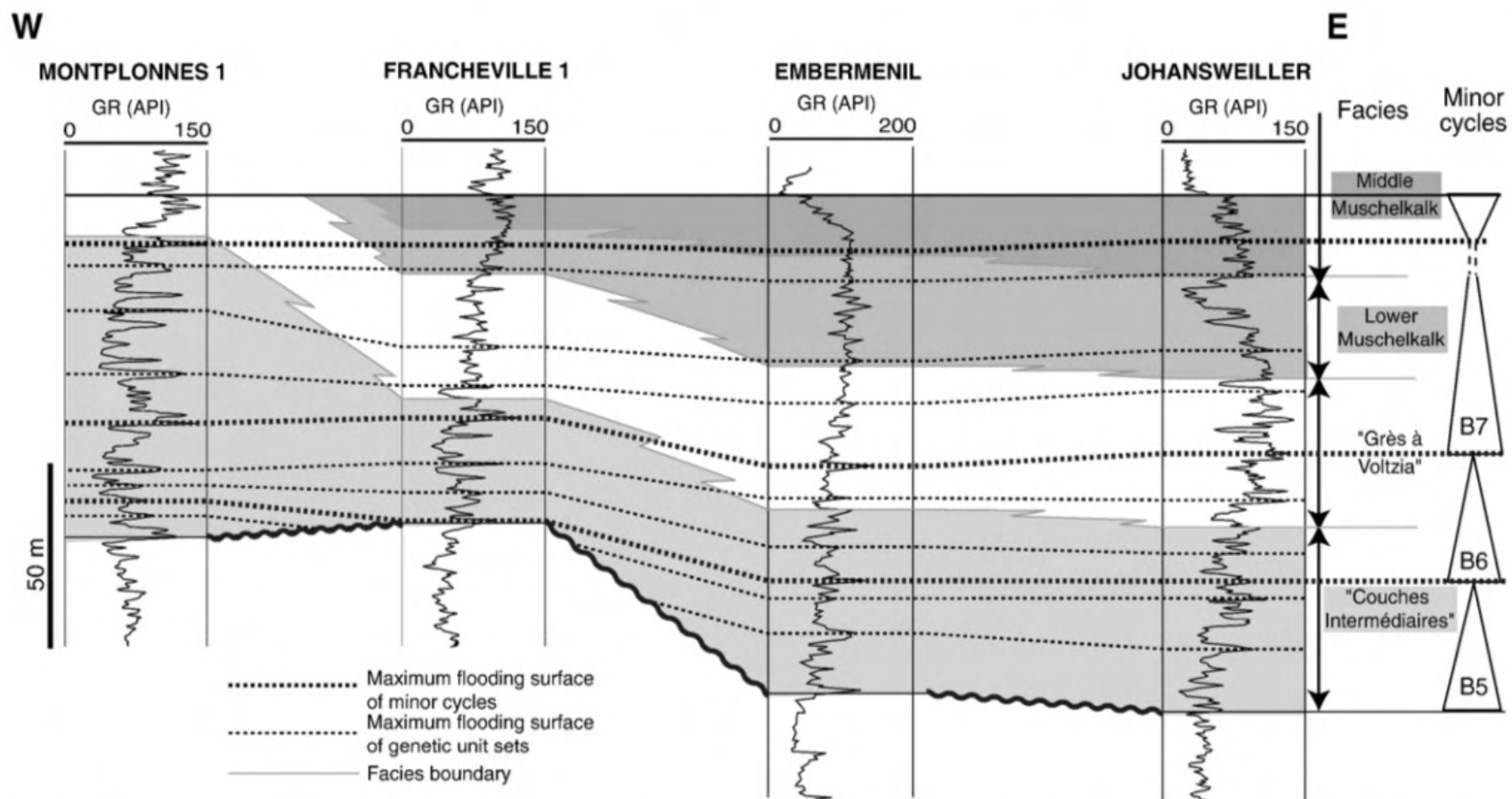


Fig. 9. E–W correlations of the Upper Buntsandstein stratigraphic cycles showing the diachronous nature of the formations. See location Fig. 1B.

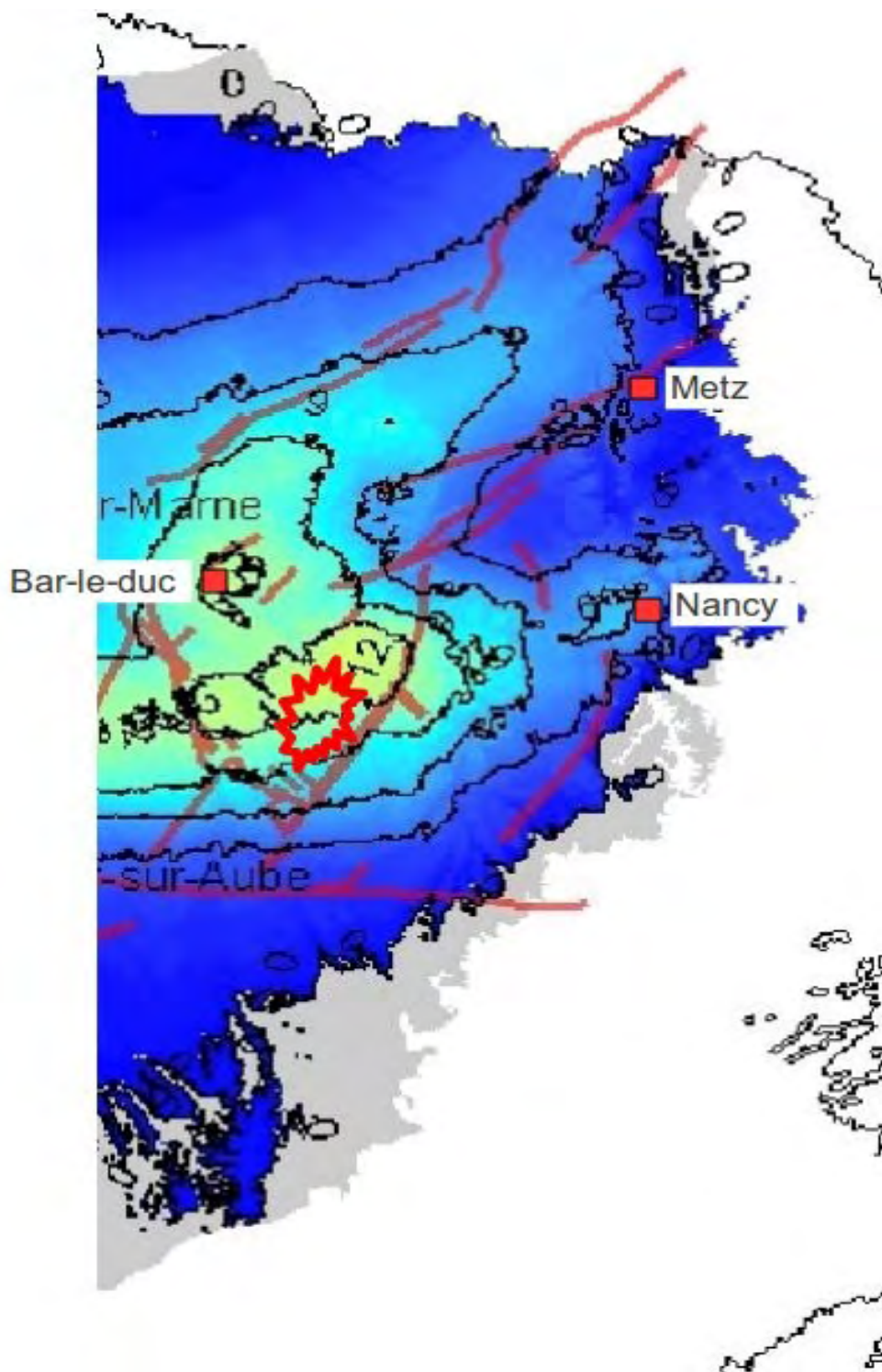
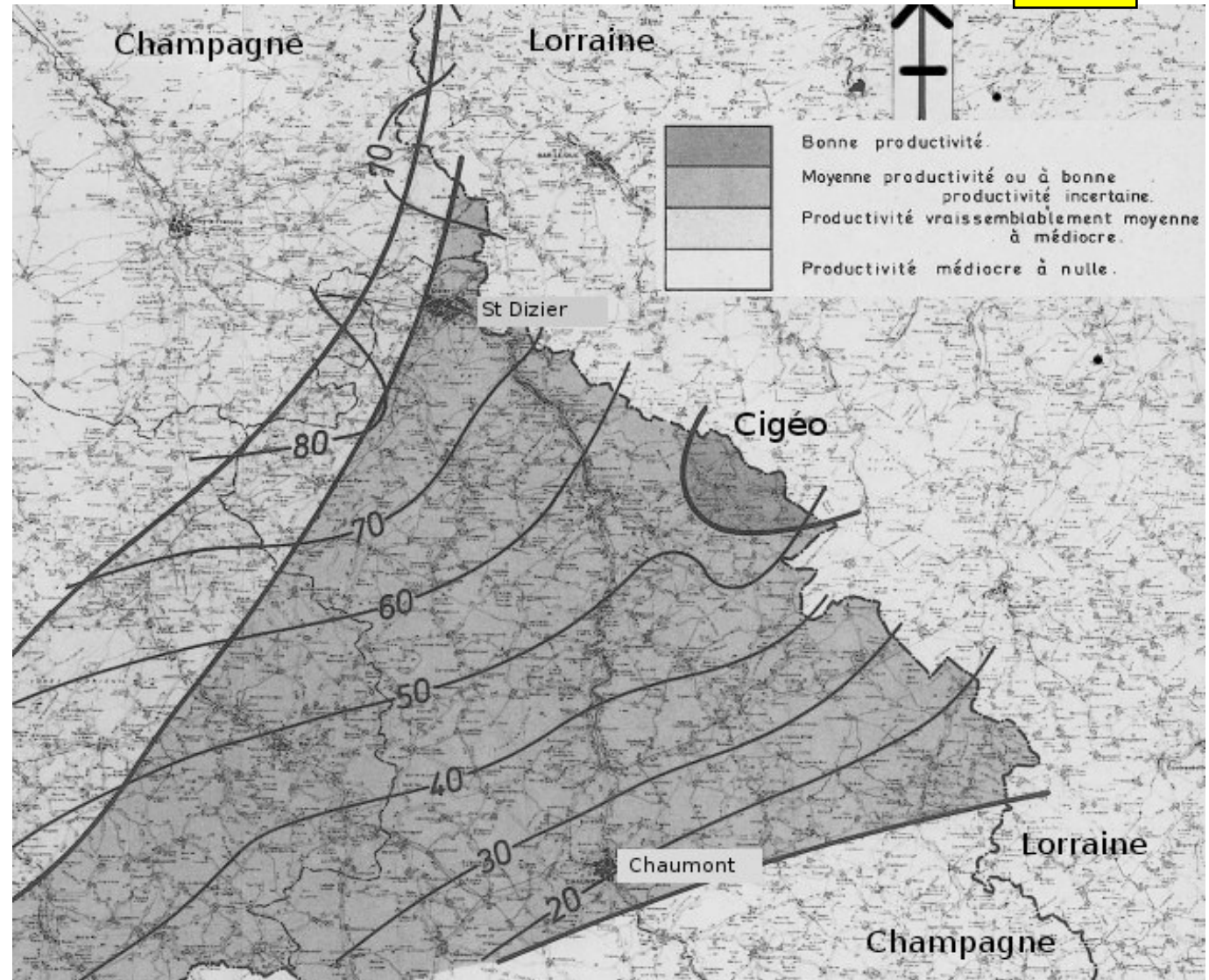


Fig. 1. "Carte du potentiel géothermique... à un pas de 3 GJ/m<sup>2</sup>" (Bouchot et al 2008, fig. 18, p. 57). on a rajouté en rouge les villes et la zone "Cigéo" dont la partie profonde est dans le jaune > 12 GJ/m<sup>2</sup> .

Inventaire du Service  
Géologique de  
l'État  
(Maget & Rambaud, 1979,  
BRGM, S4  
Synthèse Trias)  
Données côté  
Champagne  
(représentées jusqu'à la  
limite de région)  
Aquifère géothermique du  
Trias





Le Lavoir – Rue des Ormes – 55290 BURE  
TÉL. 03 29 75 98 54 - [www.clis-bure.com](http://www.clis-bure.com)