

GEOOTHERMIE A BURE

"Avis de l'IRSN sur la ressource géothermique dans la ZT"

Séminaire ANCCLI-IRSN 30 avril 2014; "*Dialogue technique relatif au stockage des déchets de haute et moyenne activités à vie longue*"

accès au support des diapositives IRSN :

http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Nucleaire_et_societe/expertise-pluraliste/IRSN-ANCCLI/Documents/Sem10/IRSN_Geothermie_30042014.pdf

ou

http://pandor.at/p/fichiers/IRSN_Geothermie_30042014.pdf

Quelques commentaires sur ces diapositives,

Synthèse réalisée par Romain Virrion pour l'association MIRABEL LNE, à partir de l'analyse et des éléments relevés par Antoine Godinot, docteur en géologie.

Le 15 Novembre 2014

La conclusion de ces diapositives est

(diapositive 23)

"Le secteur de Meuse/Haute-Marne ne présente toutefois pas de caractère exceptionnel ni d'intérêt particulier par rapport à d'autres parties du territoire français sur lesquelles un potentiel géothermique est démontré et l'augmentation de la température avec la profondeur est plus rapide.

(diapositive 24)

"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 du projet Cigéo."

Les *critères... ASN* ?, c'est la **Règle Fondamentale de Sûreté** qui détermine les critères du site d'implantation du stockage géologique RFSIII.2.f/Guide de Sûreté 02/2008 non nommé qui écrit notamment dans son annexe 2 :

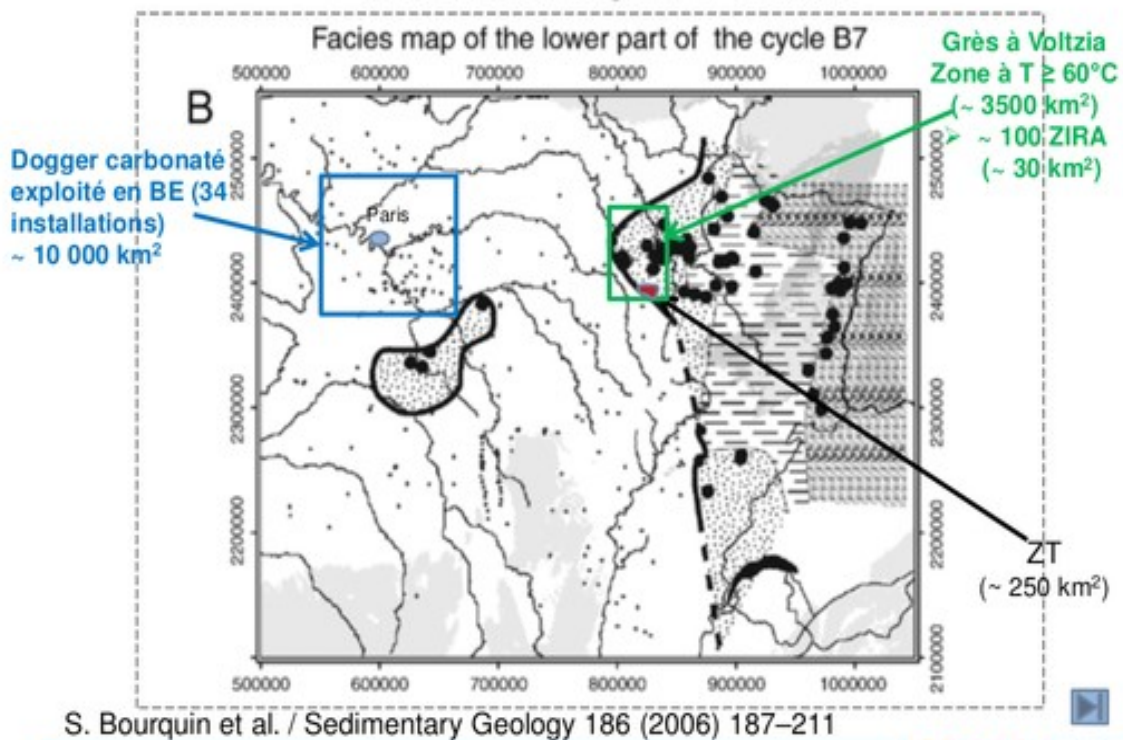
"Géothermie et stockage de chaleur : cette situation n'est pas à étudier car les sites retenus ne devront pas présenter d'intérêt particulier de ce point de vue."

Remarque préalable : Sur ces diapositives, le logo IRSN est apposé mais les experts qui les ont réalisées sont anonymes. Un rapport complémentaire de 32 pages nommé « *Potentiel géothermique du site de Meuse/Haute-Marne RT/PRP-DGE/2014-00067* » a été diffusé, via le CLIS de Bure, le 13/11/2014 (rapport non daté précisément) en prévision de l'assemblée générale du CLIS du 17/11/2014 (lien : <http://pandor.at/p/fichiers/RTPRP-DGE2014-000672.pdf>). Ce rapport n'apporte pas d'élément contradictoire avec les commentaires ci dessous. Les auteurs de ce rapport sont : « *Pôle radioprotection, environnement, déchets et crise - Service de recherche sur les transferts dans la géosphère* ».

Diapositive 16

Potentiel géothermique dans la ZT → type BE → Analyse de la ressource

Extension des grès à Voltzia



IRSN

16

Cette carte provient originellement de l'article « *Lower Triassic sequence stratigraphy of the western part of the Germanic Basin (west of Black Forest) : Fluvial system evolution through time and space* » - Bourquin et al 2006' publiée 2 ans avant le forage géothermique EST433. **Les encadrés et les flèches ont été rajoutés par l'IRSN.** (ZT='Zone de Transposition' pour localiser le projet CIGEO)

Cet article traite de stratigraphie. Cette matière scientifique tente de repérer les cycles sédimentaires qui témoignent d'évolutions paléoenvironnementales, chaque cycle correspondant à une évolution dans le passé (climat, niveau de la mer, évolution des fleuves...). **Ce n'est donc pas du tout un article qui traite de la géothermie. Il n'y a pas dans cet article d'approche sur la température et gradients géothermiques, ni d'approche sur la transmissivité/productivité ou la profondeur des zones potentiellement productrices dans les grès.**

La légende originale de cette carte est "*la partie inférieure du cycle stratigraphique mineur B7 (formation du "grès à Voltzia du forage d'Emberménil)"*". L'IRSN lui attribue le titre erroné d' : "*extension des grès à voltzia*". En diapositive 25 « extension des grès à Voltzia », montre la coupe d'

Emberménil à 30 km à l'est de Nancy et **plus de 100 km de Bure**, alors que l'article original Bourquin et al 2006 démontre que cette coupe n'est pas valable au forage de Montplonnes-1 le moins éloigné à 28 kilomètres au NW de la "Zira" où le cycle B7 ne correspond plus à la formation des "grès à voltzia" mais à la formation "couches intermédiaires" (cf.fig.9 de l'article Bourquin et al 2006) . On remarquera que les cycles (B1, B2...B7) ne sont d'ailleurs pas repris sur la coupe du forage géothermique EST433 de la diapositive suivante qui provient d'un autre article (Landrein et al. 2013). On notera aussi que la carte proposée en diapositive 16 est contradictoire avec celles développées en diapositive 8, 29 et 30.

→ Sur la diapositive 16, l'inscription "**Grès à voltzia Zone à $T \geq 60^{\circ}\text{C}$ (3500 km^2)**" n'a pas de rapport avec la carte exhibée.

De cette affirmation, l'IRSN déduit plus loin, diapositive n° 18, (affirmation reprise en diapositive 20 et en conclusion en diapositive 24): **« En termes de potentiel géothermique régional, Cigéo ($\sim 30 \text{ km}^2$) pourrait geler max 1 à 2 % de ressource régionale ($\sim 3500 \text{ km}^2$) »**

Pourtant, des études géothermiques spécifiques (BRGM) existent démontrant que **la ressource géothermique est optimale sous le secteur de Bure (zone de transposition)**.

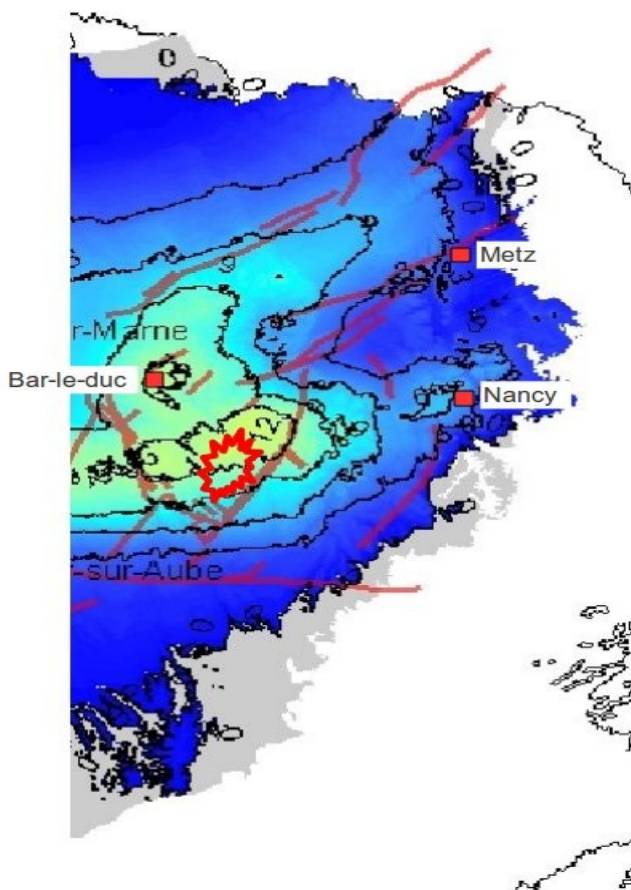


Fig. 1. "Carte du potentiel géothermique... à un pas de 3 GJ/m^2 " (Bouchot et al 2008, fig. 18, p. 57). on a rajouté en rouge les villes et la zone "Cigéo" dont la partie profonde est dans le jaune > 12 GJ/m^2 .

Le forage EST433 confirme que la « zone de transposition » est sur le couloir d'épaisseur maximale du Bundsandstein comme exposé par les rapports BRGM entre 1979 et 2008.

On ne peut prétendre que la zone exploitable est homogène sur 3500 km^2 . Il paraît fort probable que CIGEO stériliserait la zone optimale d'exploitation de la ressource.

Remarque complémentaire sur la diapositive 30 :

En diapositive 20, on lit : "*Cigéo est en bordure d'aquifère : limite hydrogéologique ? Impact sur une exploitation ?*".

Il n'y a ici aucune bordure à l'Ouest-Sud-Ouest comme sur la diapositive 16. Au contraire, la zone chaude s'étend loin au delà de la vallée de la Marne (qu'on situe par les "failles de la Marne", orientées NW-SE à gauche de la "zone de transposition" qui est représentée). La flèche jaune écrit "Buntsandstein". On constate que :

- il n'y a aucun rapport avec la base du cycle mineur B7 de Bourquin et al. (2006),
- il y a une assez bonne correspondance avec la carte du potentiel géothermique de l'étude CLASTIQ du BRGM reproduite en Fig. 1.

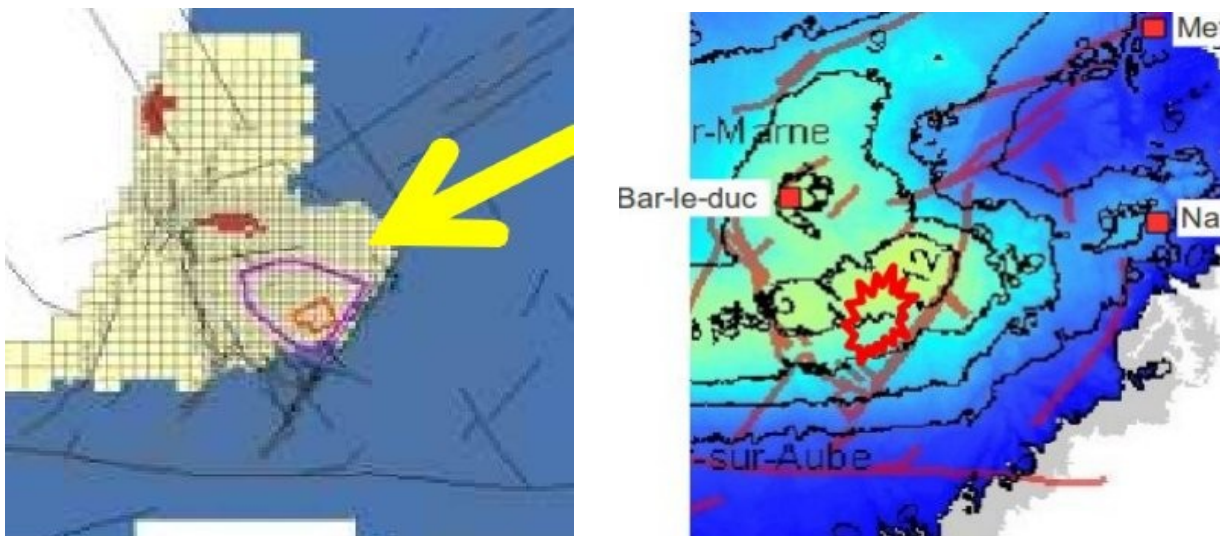


Fig. 2 Correspondance entre la carte du modèle hydrogéologique IRSN (diapositive 30) avec une température de 61°C et au delà (à gauche ; traits noirs = failles) et celle en vert+jaune du potentiel géothermique du BRGM 2008 (vert : > 9 GJ/m², jaune : > 12 GJ/m²; Bouchot et al. 2008, p. 57 ; traits rouges = failles)

Ces diapositives font état d'autres incohérences. Par soucis de synthèse, toutes les incohérences relevées n'apparaissent pas ici. Ci dessous quelques unes d'entre elles :

*** Température :** L'IRSN donne 66°C pour le Buntsandstein (diapositive 15, 26, 28). Ces mesures ont été arrêtées à 1855 - 1875 m, juste avant l'entrée dans les grès du Trias (qui commence à 1874,5 m profondeur forage). Cette mesure de température ne peut donc pas être représentative de la température de la formation qui se développe au moins jusqu'à la profondeur de 2000 m. Par la suite, toute autre mesure est rendue impossible, notamment à cause du coincement d'une sonde et du comblement prématuré du forage par des fines.

* **Salinité** : L'IRSN reprend la valeur "officielle" de l'Andra, "180g/l" (diapositive 14, 15, 26 et 28)

- Problème 1 : l'échantillonnage de la saumure devait être réalisé en suivant un protocole strict lors de tests longue durée qui n'ont jamais eu lieu. On ignore totalement dans quelles conditions l'échantillonnage s'est fait sachant d'autant plus qu'il y a eu des problèmes importants d'obstruction du forage par de la boue et des sédiments.

- Problème 2 : dans sa présentation des données lors de l'A.G. CLIS du 16 octobre 2008, 4 mois après l'échantillonnage, l'Andra annonçait "120 g/l". Il n'y a pas d'explication à cette transformation de "120 g/l" en "180 g/l" avec le temps. Une autre publication (Rebeix et al (2011) donne 151,35 g/l (total partiel pour les ions solubles principaux (Cl, Br, SO₄, Na, K, Ca, Mg) mais ne pouvant donner qu'une salinité totale inférieure à 180 g/l.) Le rapport ' RT/PRP-DGE/2014-00067' de l'IRSN transmis le 13/11/2014 au CLIS de Bure donne 153 g/l.

- Problème 3 : En 2012, de Hoyos et al., dans le cadre de la problématique de l'évacuation des déchets radioactifs, publie un travail sur la salinité des aquifères du bassin de Paris. 3 des 6 auteurs de cet article sont de l'IRSN. La salinité produite par leur modèle calé sur les autres forages (aucune valeur retenue au centre de la zone de transposition pour le Buntsandstein) donne 20 g/l (Fig. 3 ci dessous). La présentation de l'IRSN lors du séminaire ANCCLI-IRSN du 30 avril 2014 ne discute pas ce travail récent réalisé par l'IRSN.

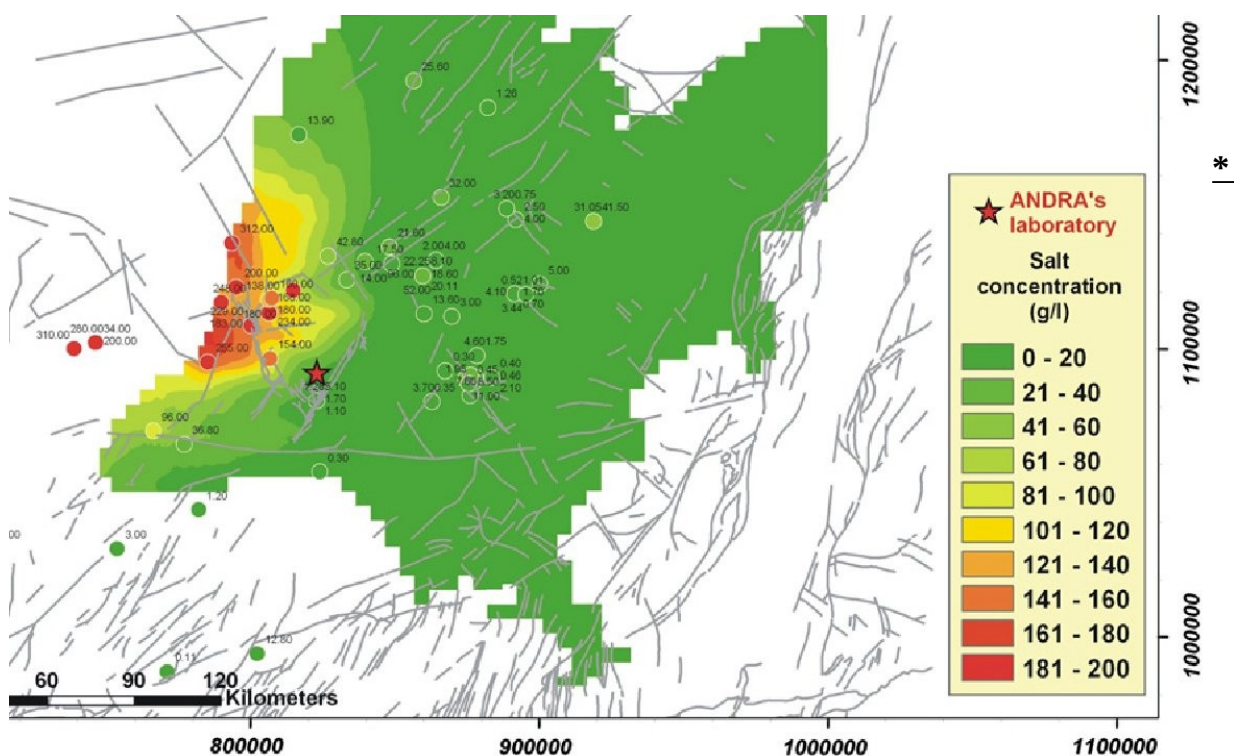


Fig. 3. Résultat du Modèle hydrogéologique IRSN sur l'Est du Bassin de Paris, aquifère du Buntsandstein. A l'aplomb de la "zone de transposition"-Andra, la salinité calculée dans l'aquifère du Buntsandstein est de l'ordre de 20 g/l (de Hoyos et al. 2012, fig. 12-C)

*** Transmissivité/productivité (= capacité de production d'eau) :**

Diapositive 15 : « *Les propriétés hydrauliques du Buntsandstein sont proches de celles du Dogger carbonaté du centre du Bassin de Paris* »

Diapositive 20 : « *Le Buntsandstein de EST433 (Grès à Voltzia et Couches intermédiaires) présente un potentiel géothermique compatible avec une exploitation de type BE (température >60°C, très bonne transmissivité).* »

L'IRSN se ravise vis à vis de ses affirmations antérieures :

Loi 2006, Avis IRSN 2005, p. 22 : "*sur la base des explorations détaillées par l'ANDRA en 2005, L'IRSN considère comme l'ANDRA qu'il n'existe pas de potentiel géothermique rentable à l'aplomb du site, même dans l'aquifère du Trias (le plus producteur), pour des raisons de salinité excessive des aquifères et de leur faible capacité de production d'eau.*"

Validation de la ZIRA, IRSN 2009, p. 3 : "*...le forage traversant le Trias réalisé au centre de la zone permet de confirmer l'absence de potentiel géothermique exploitable à son aplomb.*"

*** Un forage obstrué par de la boue et des sédiments.**



Il y a eu des problèmes importants d'obstruction par de la boue de forage et probablement des sédiments en provenance des zones caves du Muschelkalk moyen qui présentaient des instabilités de parois sur une cinquantaine de mètres (diagraphie diamètre) et qui n'ont pas été tubées. Ainsi, une seule mesure de transmissivité dans les grès à Voltzia est à peu près interprétable ($> 1.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$).

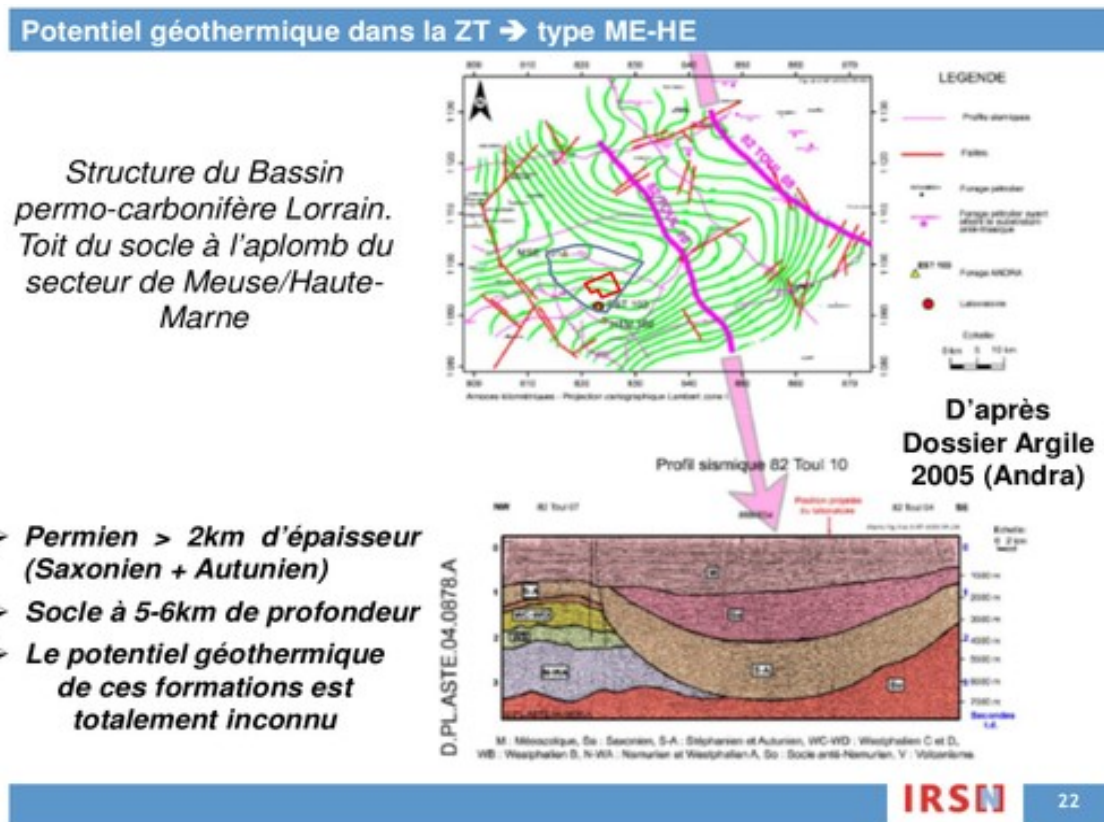
← une photo de la crépine du forage EST433 (par où est sensée passer l'eau pour les tests et mesures de salinité) complètement obstruée par de la boue et des sédiments.

Récapitulatif des tests lors du forage EST 433 :

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					
	Muschelkalk supérieur	1720					
		1730					
		1740					
		1750				70 mètres de dolomies et argiles dolomitiques sans problème de tenue mécanique et sans eau libre	
		1760					
		1770					
		Muschelkalk moyen et inférieur	1780				
	1790						
	1800				TEST n°3 les 11 et 12 juin 2008, ininterprétable		Zones caves, fortes instabilités de parois
	1810					90 mètres de roche essentiellement argileuse rouge brique avec de fines passées gréseuses par endroit	Instabilités de parois Grès de Trois Fontaines
	1820						
	1830						
	1840						
	1850						
	1860						
	1870					Argile rouge à passées silteuses - eau libre	Mesures de température arrêtées à la limite des grès : 65,8 à 67 °C
TRIAS INFÉRIEUR - Etage du Buntsandstein	Grès à Voltzia	1880					
		1890					
		1900			TEST n° 2 du 10 au 11 juin 2008, approximativement $T > 1.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$		
		1910					
		1920					
	Grès Vosgiens	1930					
		1940			TEST n° 1, du 8 au 10 juin 2008, ininterprétable	Grès , présence de petits lits argileux	coincement sonde le 12 juin 2008, impossible de continuer les tests
		1950					
		1960					
		1970					
		1980					
		1990					
Cong	2000				Grès - conglomérat		

Tout ce qui vient d'être vu concernait le Trias inférieur (Buntsandstein) qui est la couche la plus basse du bassin de Paris, il y a une deuxième cible en dessous :

*** Géothermie dans le Permien (diapositive 22) :**



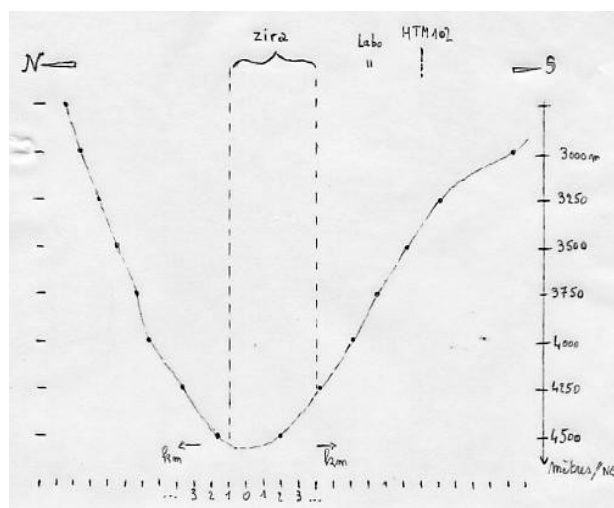
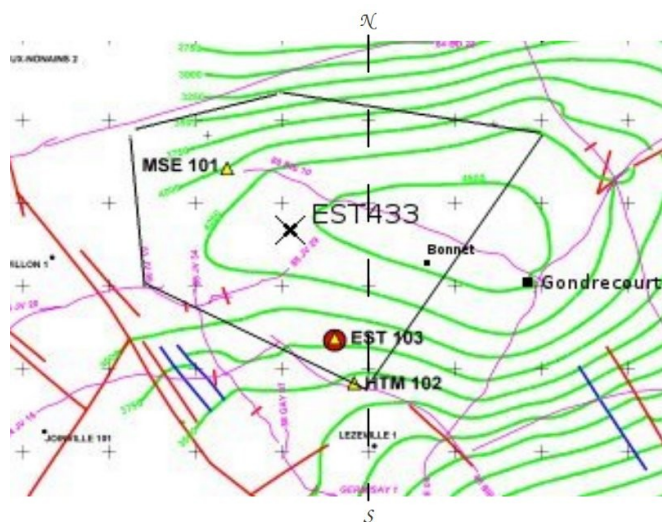
On voit sur la coupe interprétative de la diapositive 22 ci dessus une structure en cupule/bassin (centre-droit). Il s'agit d'un "bassin" Permien qui érode les couches du Carbonifère. Ce Référentiel Andra 2005 mentionne le Permien sans le décrire pour dire qu'on y trouvera pas de charbon. Et l'IRSN a rajouté son commentaire que "*Le potentiel géothermique de ces formations est totalement inconnu*".

On voit sur la coupe qu'il y a deux Permien : à la base, celui de couleur beige appelé "S-A" est un Permien à dominante de shales (argilites litées). L'Autunien correspond à un environnement analogue à celui du carbonifère (Stéphanien) mais avec disparition progressive des veines de charbon. Il est fréquemment non différencié du Stéphanien en un ensemble {Autuno-Stéphanien} sigle "S-A", ce qui est le cas sur la coupe. A dominante argileuse, c'est un faciès *a priori* sans intérêt pour la géothermie.

Au dessus, en couleur rose sur la coupe, avec le sigle "Sa", se trouvent des dépôts permien de plus forte énergie, grés-argileux, attribués à l'étage Saxonien. Ce dernier faciès ressemble aux grès du Trias et est donc *a priori* d'intérêt pour la géothermie.

L'IRSN commente la coupe qu'il a produit, le profile sismique "82 Toul 10" : "*Permien > 2 km d'épaisseur (Saxonien + Autunien)*". **Mais ce profil passe treize kilomètres à l'Est du bord Est de la Zira et n'est pas valable à l'aplomb de Bure.**

Puisque ces diapositives sont dans le cadre du site de Bure, il y avait pourtant une carte issue du retraitement de la géophysique pétrolière qui donne la forme du bassin permien d'âge saxonien (i.e. le faciès gréso-argileux d'intérêt potentiel pour la géothermie) :



C'est une fosse profonde centrée pratiquement pile sous la Zira, apparemment la plus profonde (2800 m) de toutes celles connues sous le bassin de Paris. Elle n'inclut pas l'autre faciès permien plus ancien, l'Autunien à dominante de shales (argilites litées), qui est dessous, encore plus profond, il s'agit bien d'un faciès gréseux tel que les cherchait la grande étude "CLASTIQ" des ADEME/BRGM.

Les BRGM/ADEME ont fait un inventaire des "formations plus profondes" en 2006-2008 du bassin de Paris en dehors de la Lorraine. La meilleure cible géothermique très profonde qui a été identifiée par cette étude CLASTIC : les "grès de Donnemarie" à l'Ouest immédiat d'une ligne Epernay-Sézanne-Nogent-sur-seine (Bouchot et al. 2008, p. 81, 87, on met en gras) :

"... la profondeur du toit du réservoir est située entre 2500 et 3000 m, pour une température de 100 à 120°C et une épaisseur remarquable comprise entre 250 et 450 m."

A l'aplomb de la Zira le Permien gréso-argileux va de ~ 1650 de ~ 4400 mètres/mer, > 2750m, ce qui en l'état actuel des connaissances est le record d'épaisseur sous le bassin parisien. Sa description dans le forage de Germisay est tout à fait semblable à celle que ces auteurs donnent des "grès de Donnemarie".