



# PROJET MINEWATER

## Géologie du bassin houiller lorrain et potentialité géothermique



BRGM RP-56097-FR  
Mai 2007<sub>3</sub>



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



# PROJET MINEWATER

## Descriptif technique des puits (profondeur supérieure à 800 m) du Bassin houiller lorrain appliqué à la préfaisabilité géothermique

BRGM/RP-56096-FR  
juin 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Recherche du BRGM 07DEPD04

C. Cartannaz, G. Fourniguet

**Vérificateur :**

Nom : VICENTIN

Date : 19/06/08

Signature :



**Approbateur :**

Nom : AGUILLAUME

Date : 27/06/08

Signature :



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Mots clés** : Bassin houiller, Lorraine, Charbon, Géothermie, Puits, Vouters, Simon.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Barchi P., Cartannaz C., Fourniguet G.** (2008) – PROJET MINEWATER Géologie du bassin houiller lorrain et potentialité géothermique BRGM/RP-56096-FR, 53 p., 25 fig., 2 annexes

© BRGM, 2008, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Dans le cadre des études préliminaires concernant le projet MINEWATER, une synthèse géologique, ainsi qu'une évaluation du potentiel géothermique sont présentées au sein de ce rapport.

Un bref historique sur les mines de charbon du bassin houiller lorrain est rappelé pour présenter les différents noms des puits présents sur les Houillères du bassin lorrain.

La succession lithologique des terrains houillers est décrite, de manière à faire apparaître les différents faisceaux de charbon qui ont été exploités, de la base au sommet :

- faisceau des charbons gras
- zone des Flambants inférieurs
- zone des Flambants supérieurs

L'ensemble de ces formations sont essentiellement recouvertes en discordance par les grès du permien et du Trias inférieur.

Du point de vue géothermique, ce secteur montre que les températures varient de 23 à 59°C entre 1000 et 1200 m de profondeur. Le gradient géothermique moyen est estimé à 3.5°C/100 m. On peut estimer une moyenne de température entre 1000 et 1200 m de profondeur voisine de 40/45°C (valeur basse).

Ces valeurs correspondent à des fourchettes basses puisque l'équilibre thermique n'a pas été atteint lors des mesures géothermiques. Elles engagent donc la viabilité, et donc la rentabilité, du projet en termes de gain énergétique (différentiel calorique) et de durée de vie (recharge calorique efficace).



# Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Historique</b> .....	<b>11</b>
<b>3. Cadres géographique et géologique</b> .....	<b>15</b>
3.1. LOCALISATION.....	15
3.2. ORIGINE ET MISE EN PLACE.....	17
3.3. STRATIGRAPHIE DU HOULLER LORRAIN.....	20
3.3.1. La série westphalienne.....	20
3.3.2. La série stéphanienne .....	25
3.3.3. Synthèse géologique des terrains houillers.....	28
3.4. SUCCESSION VERTICALE DES MORTS-TERRAINS (COUVERTURE PERMO-TRIASIQUE).....	29
3.4.1. La série permienne.....	29
3.4.2. La série triasique .....	29
3.5. STRUCTURE DU GISEMENT HOULLER LORRAIN.....	32
3.6. LE CHARBON LORRAIN.....	32
<b>4. Approche géothermique</b> .....	<b>35</b>
4.1. LA TEMPERATURE ET LA PROFONDEUR : MODELISATION (GABLE, 1983).....	35
4.1.1. Effets combinés d'une couche (3/4 stérile, 1/4 charbon) et de la structure anticlinale-synclinale sur la distribution des isothermes. ....	36
4.1.2. Perturbation thermique apportée par une couche de charbon. ....	37
4.1.3. Effet de la structure anticlinale-synclinale sans les couches de charbon. ....	38
4.1.4. Conclusion.....	39
4.2. LA TEMPERATURE ET LA PROFONDEUR : APPROCHE EXPERIMENTALE.....	39
4.3. CONCLUSION .....	44
<b>5. Conclusion</b> .....	<b>45</b>
<b>6. Bibliographie</b> .....	<b>47</b>

## Liste des figures

Figure 1 : dès 1816, recherche d'un prolongement éventuel du gisement de charbon sous le territoire de la Moselle.....	12
Figure 2 : la bataille du charbon .....	12
Figure 3 : chiffres-clefs des HBL .....	13
Figure 4 : 58 noms pour une histoire.....	14
Figure 5 : localisation et communes du Bassin houiller lorrain .....	15
Figure 6 : schéma structural du bassin houiller lorrain (Donsimoni, 1981) .....	16
Figure 7 : le Bassin houiller sarro-lorrain dans la chaîne hercynienne (Donsimoni, 1981).....	17
Figure 8 : genèse du bassin : phase sudète, 325 ma, limite Viséen/Namurien (Donsimoni, 1981) .....	18
Figure 9 : développement du bassin : Westphalien (Donsimoni, 1981).....	18
Figure 10 : fin du comblement du bassin : Permien inférieur (Donsimoni, 1981) .....	19
Figure 11 : compression du bassin : phase saalienne (Donsimoni, 1981).....	19
Figure 12 : configuration actuelle du bassin (Donsimoni, 1981) .....	20
Figure 13 : succession stratigraphique synthétique du Westphalien B et C dans le secteur de Sainte-Fontaine (Robelin, inédit) .....	22
Figure 14 : succession stratigraphique synthétique du Westphalien D dans le secteur de Faulquemont (Robelin, inédit) .....	23
Figure 15 : succession stratigraphique synthétique du Stéphalien dans le secteur de La Houve (Robelin, inédit) .....	27
Figure 16 : structure du Bassin houiller lorrain (Donsimoni, 1981) .....	33
Figure 17 : compression NW-SE de la phase saalienne (Donsimoni, 1981) .....	34
Figure 18 : Distribution des isothermes suivant un modèle de couches plissées (socle, conglomérat, stérile+charbon, schiste).isothermes de 5° en 5°C. ....	36
Figure 19 : Distribution des isothermes dans le cas simple d'une couche de charbon de 5 mètres d'épaisseur. ....	37
Figure 20 : distribution possible des isothermes dans le cas d'un aquifère minier. ....	38
Figure 21 : Evolution de la température en fonction de la profondeur. ....	40
Figure 22 : profils de température dans des puits des HBL (Gable, 1978). ....	41
Figure 23 : Vue générale sur les températures à 1000 m de profondeur (données rapport Gable, 1983).....	42
Figure 24 : Vue générale sur les températures à 1200 m de profondeur (données rapport Gable, 1983).....	43
Figure 25 : Isotherme au droit du gisement du puits Vouters 2. A 1200 m de profondeur, la température moyenne est de 45°C.....	44

## Liste des annexes

Annexe 1 : Exploitation en dressants.....	49
Annexe 2 : Exploitation en plateaux .....	51



# 1. Introduction

Le vingt-et-unième siècle voit la généralisation de la prise en compte du développement durable. Mondialement, les politiques cherchent à répondre aux considérations du bouleversement climatique et au besoin de renouvellement énergétique. La recherche de nouvelles énergies, non fossiles, bien que déjà largement adoptée avec la solution géothermique, peut coïncider avec la fin du cycle extractif houiller dans les régions ayant connu une activité minière importante.

En effet, l'arrêt des pompages des eaux d'exhaure, conduisant à l'ennoyage des anciens ouvrages miniers, pourrait permettre d'envisager ces territoires non plus comme des zones de friches postindustrielles mais de nouveau sous l'angle de zones novatrices, avec un challenge de reconquête économique et sociale.

Le réservoir immense que vont bientôt constituer les anciennes galeries souterraines en cours d'ennoyage pourrait, selon certaines conditions, être utilisé au redéveloppement du territoire grâce à la géothermie. La récupération calorifique servirait non seulement au chauffage domestique mais également aux activités professionnelles qui bénéficieraient ainsi d'une énergie propre, renouvelable et économique.

L'étude de préfaisabilité du projet Minewater en Lorraine est constituée de différentes étapes dont la première est ici développée. Ainsi, le Bassin houiller lorrain est présenté historiquement et géologiquement ; puis le potentiel géothermique est étudié.



## 2. Historique

Les chevalements lorrains ont cessé définitivement de fonctionner avec la dernière remontée symbolique de la dernière pelletée de la mine de Creutzwald le 23 avril 2004. La Houve fut donc le dernier puits en activité en France, mettant ainsi un terme à l'exploitation industrielle du charbon en France durant près de trois siècles, depuis l'ouverture de la première mine, à Fresnes-sur-Escaut (Nord) en 1720.

Des documents de 1459 mentionnent déjà l'utilisation en Lorraine du charbon de terre, issu des affleurements sarrois. Au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, une trentaine d'exploitations sont recensées dans le Comté de Sarrebruck et le Duché de Deux-Ponts. Les habitants sont des artisans verriers, des charbonniers et des ouvriers sidérurgistes.

La révolution de 1789 s'est également donnée pour mission de réglementer les mines françaises. Ainsi, le 28 juillet 1791, les mines sont déclarées « propriétés de la Nation » et, le 13 messidor an II (1<sup>er</sup> juillet 1794), le Comité de Salut Public crée une « Agence des Mines » qui deviendra le « Conseil des Mines » ; en 1810, un décret officialise le régime des concessions et de la redevance.

Une mission de reconnaissance du gisement dans le département de la Sarre, occupé par les soldats de l'Empire, est engagée par Napoléon I<sup>er</sup>. Soixante six cartes et coupes sont ainsi présentées le 5 avril 1810 dans un « Atlas des concessions des terrains houillers de la Sarre » par les ingénieurs des Mines Beaunier et Calmelet. En 1811, l'exploitation du gisement sarrois produit 105 000 tonnes, mais le traité de Paris du 20 novembre 1815 fait perdre à la France la Sarre, ses mines ainsi que le précieux atlas.

Les années suivantes sont consacrées à la recherche du prolongement du gisement, car la pénurie de charbon se fait rapidement sentir sous la période de Révolution industrielle. Le 17 novembre 1817, un sondage de reconnaissance (Gersweiler) apporte la preuve de la présence du charbon dans le sous-sol lorrain (figure 1). Malgré des débuts très délicats du fait des venues d'eau, la ruée vers l'Ouest s'engage. L'Histoire retiendra la date du 27 juin 1856 comme le début de la grande épopée de l'exploitation du charbon en Lorraine ; c'est en effet à cette date qu'une couche de charbon épaisse de 2 mètres fut percée à une profondeur de 120 mètres, lors du fonçage du puits Saint Charles à Petite-Rosselle. Au total, à la veille de la guerre de 1870, les mines du secteur de Petite-Rosselle produisent annuellement plus de 200 000 tonnes de charbon.

Le traité de Francfort de 1871 fait perdre à la France le département de la Moselle avec ses mines de charbon et une partie de ses mines de fer en plein essor.

En 1918, les méthodes françaises se substituent aux méthodes allemandes, généralisant le remblayage hydraulique.

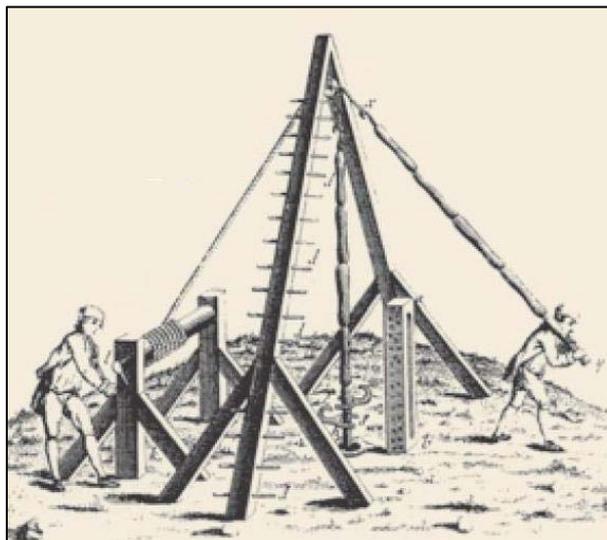


Figure 1 : dès 1816, recherche d'un prolongement éventuel du gisement de charbon sous le territoire de la Moselle

Durant l'entre-deux guerres, l'air comprimé se généralise et l'électricité apparaît dans les chantiers. Les rendements sont en forte augmentation et la production passe de 3 à 6,7 millions de tonnes. Lors de la seconde guerre mondiale, l'occupant allemand procède à une politique de production à outrance sans prospection ni investissement. Le matériel de fond est retrouvé extrêmement dégradé, les installations de surface sont usées et nombreuses sont celles détruites par les bombardements.

La reconstruction économique du pays impose la nationalisation des houillères, c'est la « bataille du charbon », le mineur devient le « premier ouvrier de France » (figure 2).



Figure 2 : la bataille du charbon

La loi du 17 mai 1946 crée un organisme central « Charbonnages de France », les compagnies houillères lorraines sont regroupées en une seule entreprise nationale, « les Houillères du Bassin de Lorraine ». Au plus fort de leur activité, elles emploient 46 748 personnes en 1957 et extraient 15,6 millions de tonnes en 1964 (figure 3).

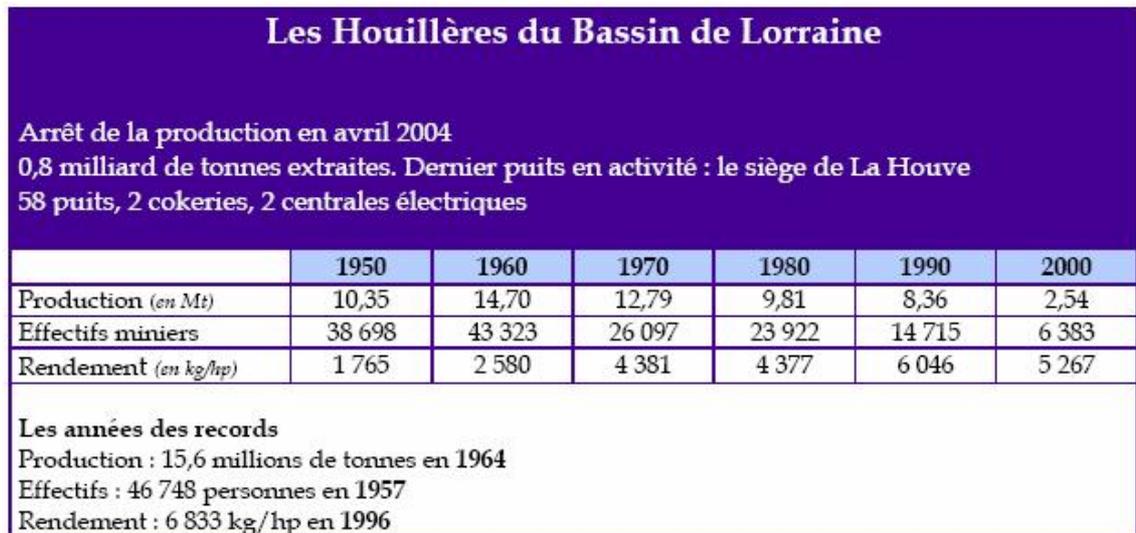


Figure 3 : chiffres-clefs des HBL

La concurrence des charbons étrangers, la généralisation des produits pétroliers et la priorité donnée au nucléaire ont condamné l'exploitation du charbon en France.

Au total, ce seront 58 puits de mines de charbon qui ont été foncés entre 1818 et 1987 dans le Bassin houiller lorrain (figure 4). La disparition dans le paysage lorrain des chevalements des puits de mines, symboles de l'activité charbonnière de la région, a décidé deux anciens mineurs de créer un site internet dédié aux puits miniers du bassin houiller lorrain. Jacques Urek, ancien porion de sécurité aux puits de Merlebach et Patrick Jegentowicz, ancien électromécanicien au puits Vouters, ont ainsi préservé la mémoire de cette tranche d'histoire (<http://lorraine.charbon.free.fr/>). L'histoire du charbon en Lorraine peut également être consultée sur le site de Charbonnages de France ([http://www.charbonnagesdefrance.fr/dArticle.php?id\\_rubrique=174&id\\_article=755](http://www.charbonnagesdefrance.fr/dArticle.php?id_rubrique=174&id_article=755)).

<b>Des noms pour une histoire . . .</b>	
Faulquemont	Puits Faulquemont 1 et 2
Folschviller	Puits Folschviller 1 et 2
Forbach	Puits Gargan 1, 2 et 3 Puits Marienau Puits Simon 1, 2, 3, 4 et 5 Puits St Charles 1, 2, 3 et 4 Puits St Charles 1, 2, 3 et 4 Puits St Joseph 1 et 2 Puits Ste Marthe 1 et 2 Puits Ste Stéphanie 1 et 2 Puits Wendel 1, 2 et 3
La Houve	Puits Barrois Puits De Vernejoul Puits Falck Puits Jules Puits Marie Puits Ouest Puits Ury Puits 4 et 5
Merlebach	Puits Carling Puits Cuvelette Nord et Sud Puits Freyming Puits Hochwald Puits Hombourg Puits L'hôpital 1, 2, 3 et 4 Puits Merlebach Nord Puits Peyerimhoff Puits Reumaux Puits St-Avoid Puits Ste Fontaine Puits St Max Puits Vouters 1 et 2
Schoeneck	Puits Schoeneck
Wendel Puits	Vuillemin 1 et 2

Figure 4 : 58 noms pour une histoire

### 3. Cadres géographique et géologique

#### 3.1. LOCALISATION

Le périmètre de la concession des Houillères du Bassin de Lorraine (HBL) constitue la partie exploitée du Bassin houiller lorrain. Ce secteur, localisé dans l'Est du département de la Moselle, s'étend sur 49 000 hectares, depuis la frontière allemande jusqu'à environ trente kilomètres de Metz, approximativement délimité par un triangle formé par les villes de Faulquemont, Creutzwald et Stiring-Wendel (figure 5).

Il regroupe les communautés d'agglomération de Forbach, de Sarreguemines Confluences, les communautés de communes de Freyming-Merlebach, du Pays Naborien et du Warndt.

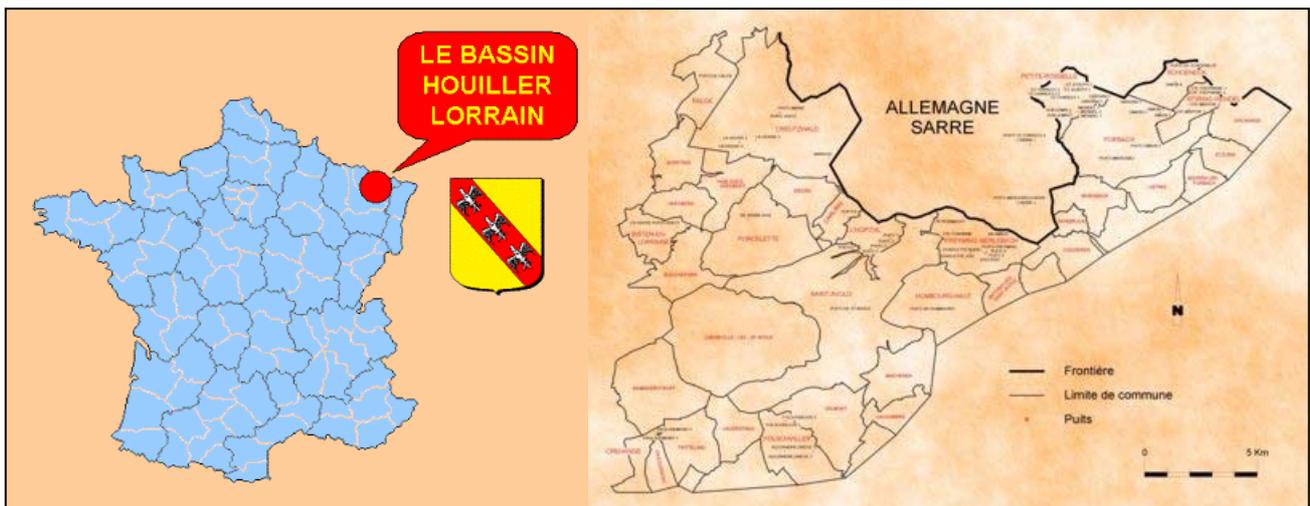


Figure 5 : localisation et communes du Bassin houiller lorrain

Structuralement, le Bassin houiller s'étend sur environ 140 km de long et de 70 à 80 km de large. Il est limité au Nord par la Faille de Metz ; sa limite sud, déduite des données géophysiques et de subsurface, correspond à une ligne passant par Gironcourt et Sarrebourg. Son extension occidentale coïncide avec le grand accident de la Vallée de la Marne, connu en surface et confirmé par la gravimétrie (figure 6).

Seule la partie nord-est de la fraction du gisement a donc été exploitée. En effet, alors qu'en Sarre le gisement houiller se trouve à faible profondeur, celui-ci s'enfonce progressivement sous les « morts-terrains », constitués par les conglomérats (Permien supérieur) puis les grès vosgiens, les marnes et les calcaires (Trias), dont l'épaisseur varie de 80 mètres au Nord-est (Petite-Rosselle) à près de 1 400 mètres au Sud-ouest (Commercy).

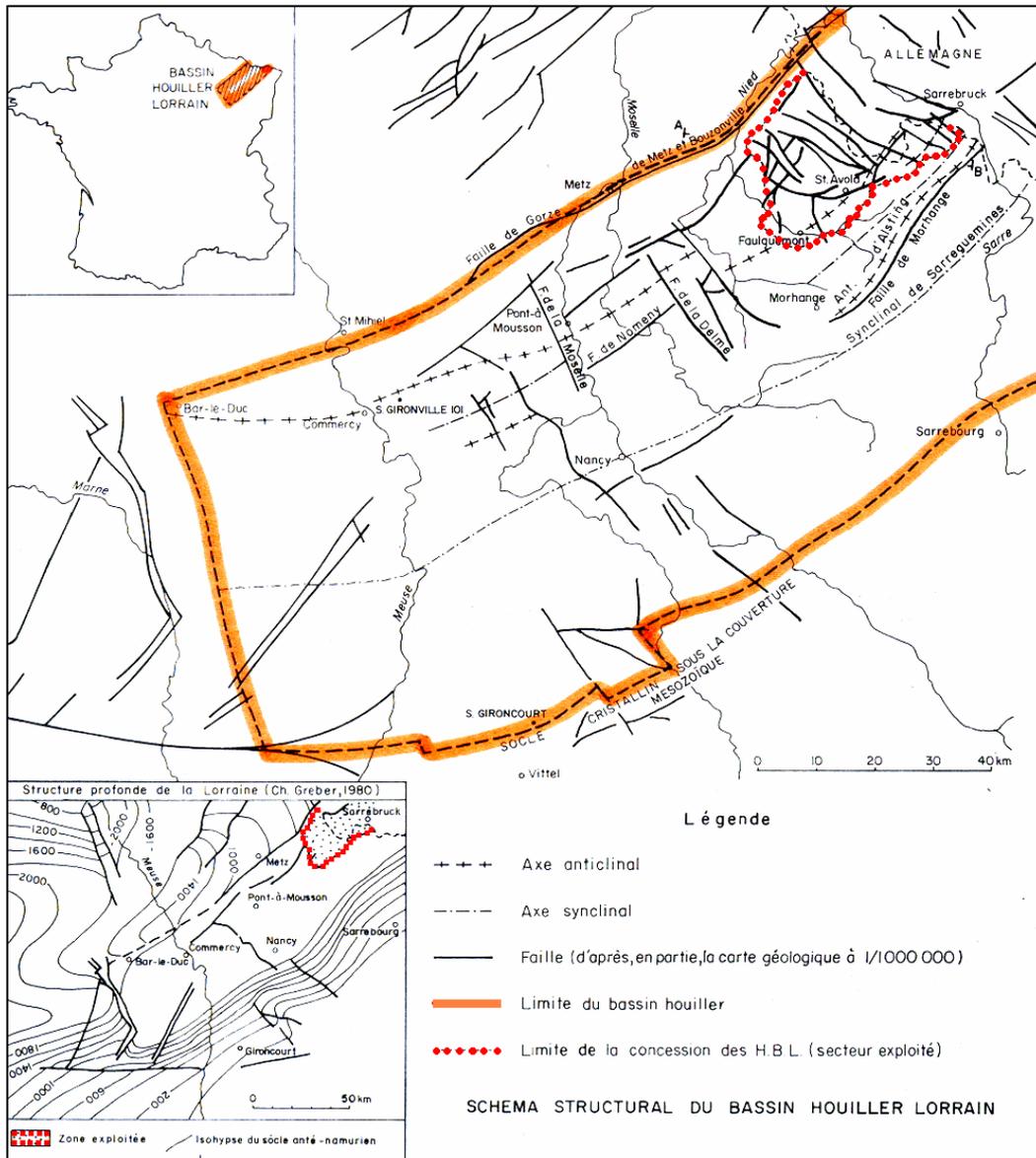


Figure 6 : schéma structural du bassin houiller lorrain (Donsimoni, 1981)

### 3.2. ORIGINE ET MISE EN PLACE

L'origine du Bassin houiller lorrain est à rechercher dans la structuration de la chaîne hercynienne, à partir du Carbonifère et jusqu'au Permien (figure 7). Il est l'un des meilleurs exemples d'une dépression houillère intra-chaîne (Donsimoni, 1981).

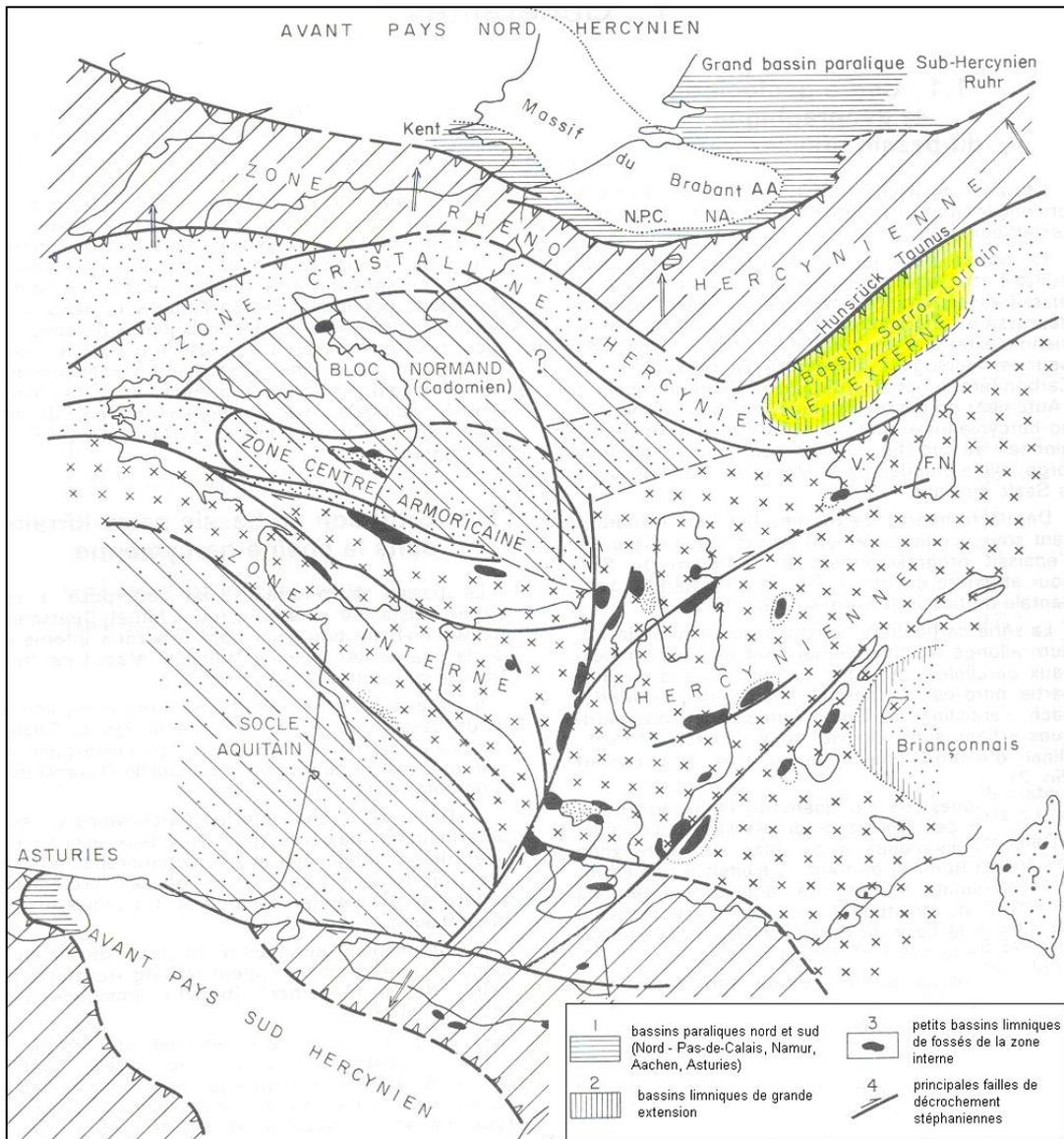


Figure 7 : le Bassin houiller sarro-lorrain dans la chaîne hercynienne (Donsimoni, 1981)

Son développement fait suite au charriage du bloc de la Zone Cristalline Hercynienne Externe sur le bloc de la Zone Rhéno-Hercynienne (figure 8), lors de la phase Sudète (début du Carbonifère supérieur).

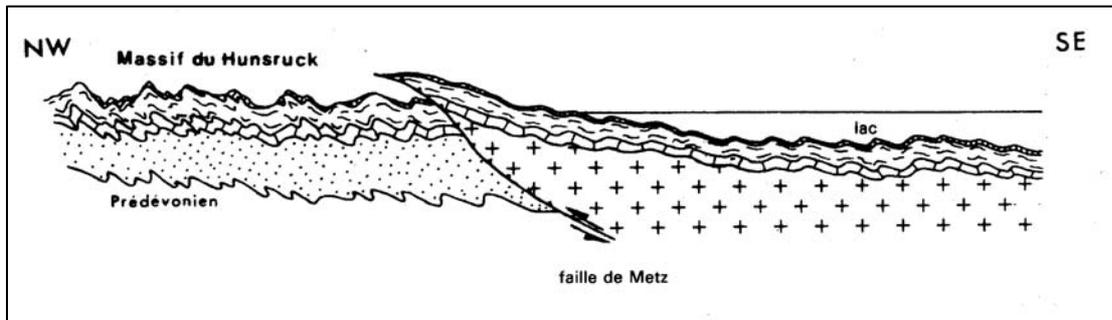


Figure 8 : genèse du bassin : phase sudète, 325 ma, limite Viséen/Namurien (Donsimoni, 1981)

Du fait de la subsidence, la Zone Cristalline Externe se transforme en une vaste dépression intra-montagneuse à sédimentation molassique. Le remplissage de ce bassin s'est poursuivi de façon continue dans le même contexte de type continental lacustre (figure 9).

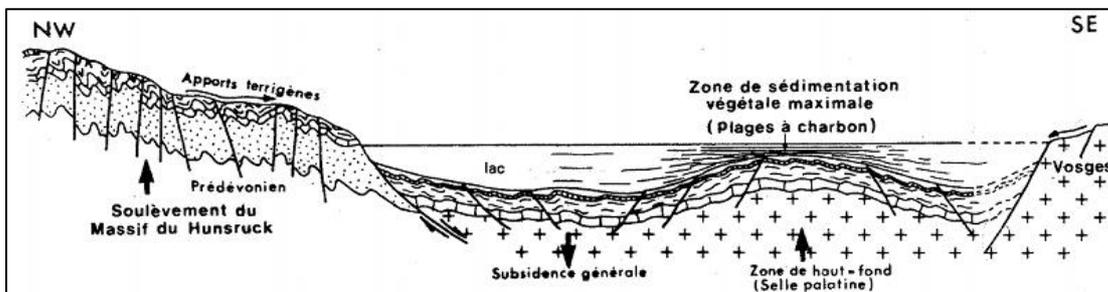


Figure 9 : développement du bassin : Westphalien (Donsimoni, 1981)

Une structure syn-sédimentaire fonctionnant comme zone de haut-fond se met en place au cours du Westphalien supérieur (compression de la phase asturienne ?). Elle serait à l'origine de la variabilité des épaisseurs et des faciès des dépôts. Les couches de charbon les plus puissantes et les plus nombreuses s'y situeraient témoignant ainsi d'un développement maximal de la végétation subaquatique avec persistance d'une tranche d'eau très faible. Il est possible qu'une émergence se soit produite vers la fin du Westphalien, provoquant une interruption de sédimentation et une érosion dans la partie orientale du bassin intra-concession. Après cet épisode, la subsidence reprend

et les sédiments stéphaniens se déposent à l'emplacement de l'ancien seuil, sus-jacents aux sédiments westphaliens amputés de leur partie supérieure. Le Conglomérat de Holz (base du Stéphien) est en discordance sur les assises successives du Westphalien D, avec une lacune stratigraphique dont l'importance croît d'Ouest en Est.

Jusqu'au Permien inférieur, le bassin se comble sous un régime de lac plus profond, permettant l'accumulation de plus de 1 500 mètres de sédiments (figure 10).

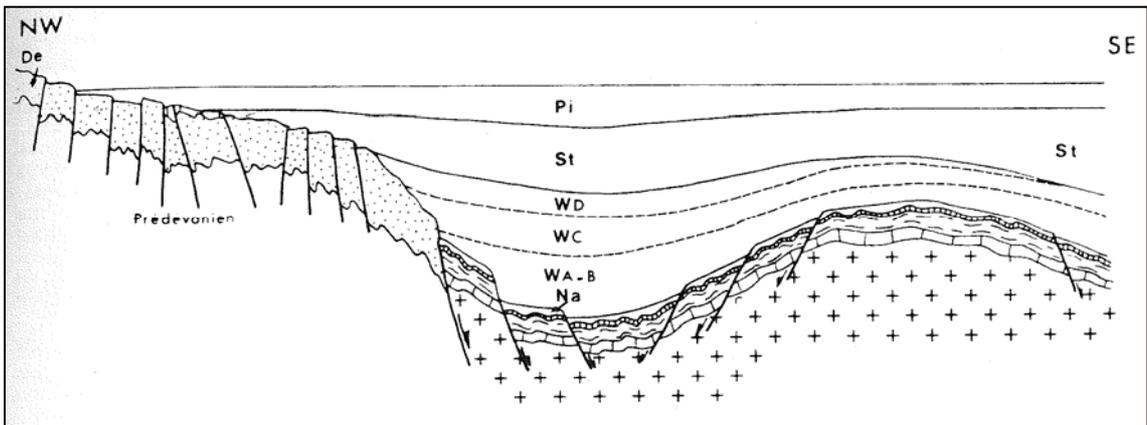


Figure 10 : fin du comblement du bassin : Permien inférieur (Donsimoni, 1981)

A la fin du Permien inférieur (Autunien), l'ensemble des dépôts est repris dans le dernier plissement hercynien (phase saaliennne) provoquant la formation d'un anticlinal partiellement faillé d'orientation NE-SW, dissymétrique à déversé vers l'Est (figure 11). Les formations plissées sont ensuite recouvertes en discordance par les grès et conglomérats du Permien moyen (Saxonien).

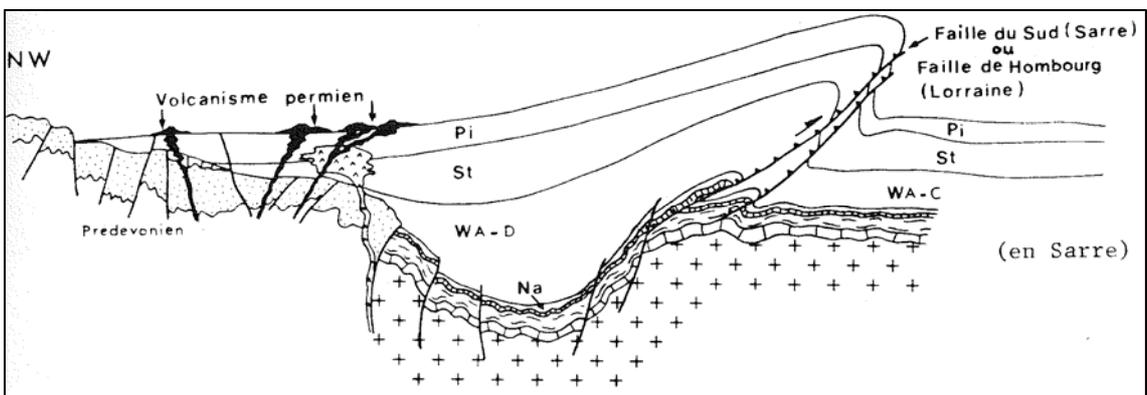


Figure 11 : compression du bassin : phase saaliennne (Donsimoni, 1981)

La figure 12 présente la configuration actuelle du bassin houiller sarro-lorrain après dépôt et érosion partielle du Permien moyen et du Trias.

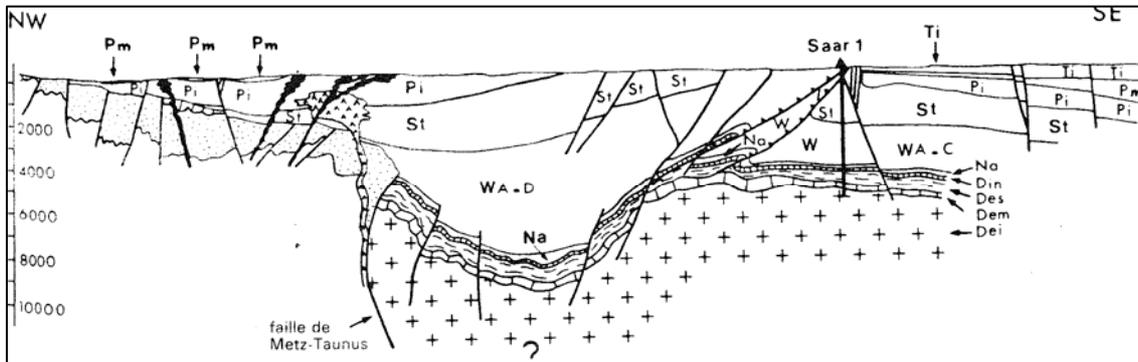


Figure 12 : configuration actuelle du bassin (Donsimoni, 1981)

### 3.3. STRATIGRAPHIE DU HOULLER LORRAIN

Dans la terminologie employée par les Houillères du Bassin de Lorraine, la série houillère carbonifère (Westphalien à Stéphien) est caractérisée par une succession d'assises. Chaque assise peut renfermer plusieurs zones, et chaque zone regrouper plusieurs faisceaux (Pruvost, 1934 ; Robelin, inédit).

Dans l'emprise de la concession des HBL, les couches exploitées se situent principalement dans les parties médiane et supérieure du Westphalien (Westphalien B, C et D), seules quelques unes concernent également le Stéphien. Il est à signaler toutefois l'existence du Westphalien A, mise en évidence par le sondage pétrolier de Gironville 101 en 1964, sous les formations précédentes.

Un bref rappel des terrains reconnus au droit de la concession permet de présenter de manière synthétique le cadre litho-stratigraphique général du bassin. Leur succession est brièvement décrite de la base au sommet, illustrée par des logs synthétiques. Les épaisseurs, indicatives, varient selon les lieux du gisement.

#### 3.3.1. La série westphalienne

C'est l'ensemble productif principal du bassin. Sur environ 4 000 mètres de dépôts accumulés, une centaine de veines de charbon sont répertoriées. Leur épaisseur varie de quelques centimètres à 4 ou 5 mètres, elle atteint exceptionnellement 15 mètres.

Les veines sont intercalées au sein d'une série complexe d'argilites, de grès et de conglomérats, de nature et d'épaisseur latéralement variables :

- les argilites, appelées "Schistes", représentent 55 à 65% des dépôts. Les veines de charbon intercalées sont généralement régulières et souvent épaisses ;
- les grès, à granulométrie variable, à matrice argileuse ou micacée, rarement silicifiée, interviennent pour 15 à 20% dans la série ;
- les conglomérats constituent 5 à 20% des dépôts selon les assises. Ils contiennent des galets de quartz laiteux arrondis, parfois mêlés à des fragments de roches variés (quartzites dévoniennes, micaschistes, phanites à radiolaires viséennes, granites, pegmatites, ...). La matrice est gréseuse, parfois quartzo-feldspathique.

Au droit de la concession, le Westphalien comporte trois assises successives, décrites de la base au sommet (figures 13, 14) :

### ***L'Assise de Saint-Ingbert : Westphalien B***

Seule sa partie supérieure, dénommée ***Faisceau de Rothell*** est reconnue en forages (mais non exploitée), au droit du flanc ouest de l'anticlinal de Merlebach, dans les secteurs de Sainte-Fontaine et de Hombourg. Le faisceau, épais d'environ 520 mètres, comporte :

- un ensemble principal inférieur essentiellement gréseux et conglomératique, de 400 mètres de puissance ;
- une série supérieure argilo-gréseuse, épaisse de 120 mètres.

Douze veines de charbon sont répertoriées : 6 dans l'ensemble inférieur et 6 dans la série supérieure. La puissance cumulée de charbon atteint 10 mètres. 7 veines ont une épaisseur légèrement supérieure à 1 mètre.

### ***L'Assise de Sulzbach : Westphalien C***

Elle correspond au ***Faisceau des charbons gras*** ou ***Faisceau de Neunkirchen***. De la base au sommet elle comprend :

- le *Conglomérat de Sainte-Fontaine* : série grés-conglomératique d'environ 140 mètres de puissance ;
- une puissante série schisto-gréseuse inférieure, de 350 m d'épaisseur, riche en charbon (5,7%), dénommée ***Deuxième partie des gras***. La puissance cumulée de charbon atteint 20 mètres, en 23 veines, dont 6 seulement sont d'épaisseur supra-métrique ;
- le *Grès de Sainte-Fontaine*, grès grossier localement conglomératique. Il atteint 80 à 100 mètres d'épaisseur, sans aucun niveau charbonneux ;
- une série schisto-gréseuse supérieure, dénommée ***Première partie des gras***, d'environ 220 m de puissance, très riche en charbon (11%). Une vingtaine de veines de charbon sont dénombrées, pour une épaisseur cumulée de 25 mètres.

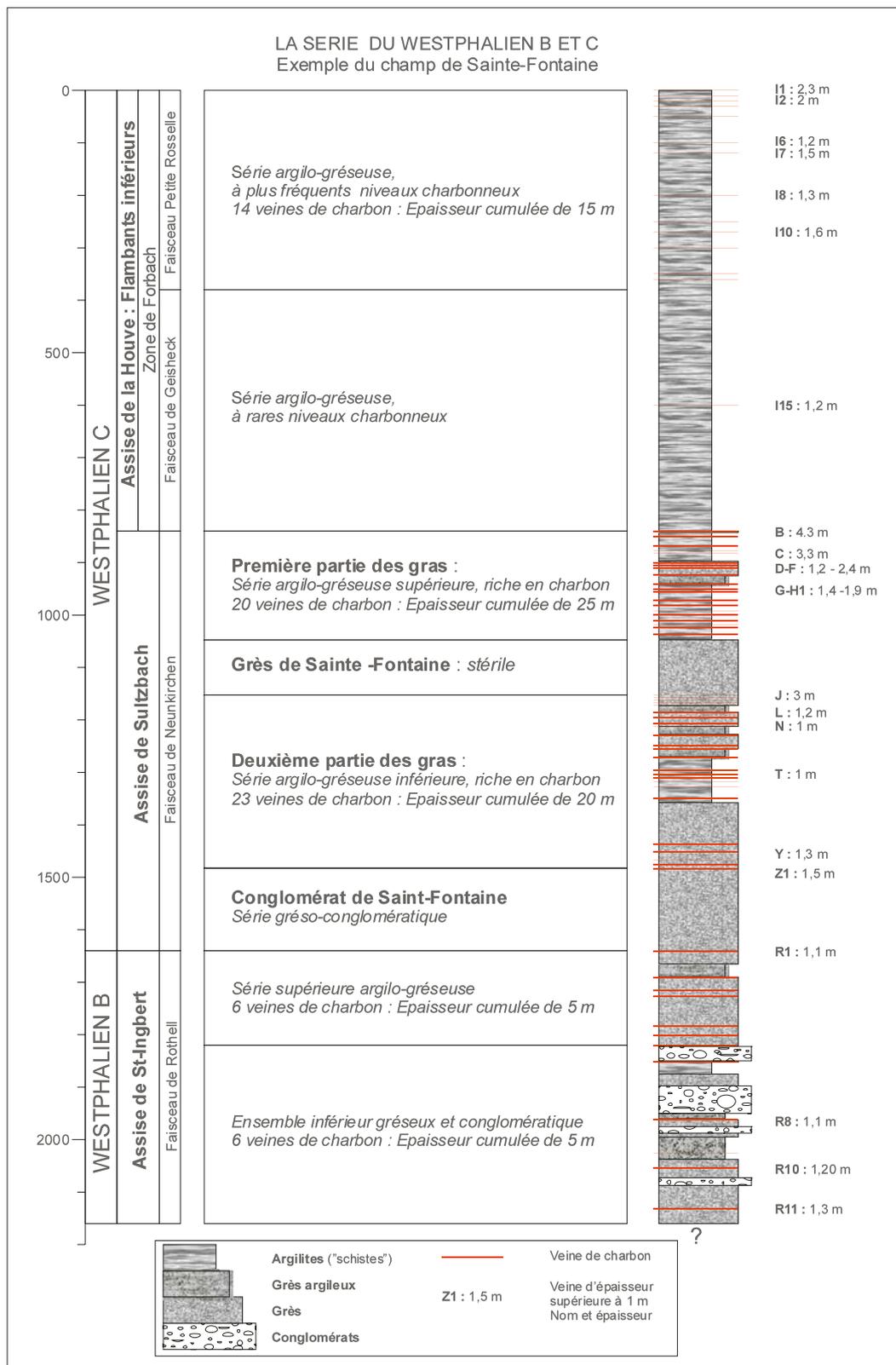


Figure 13 : succession stratigraphique synthétique du Westphalien B et C dans le secteur de Sainte-Fontaine (Robelin, inédit)

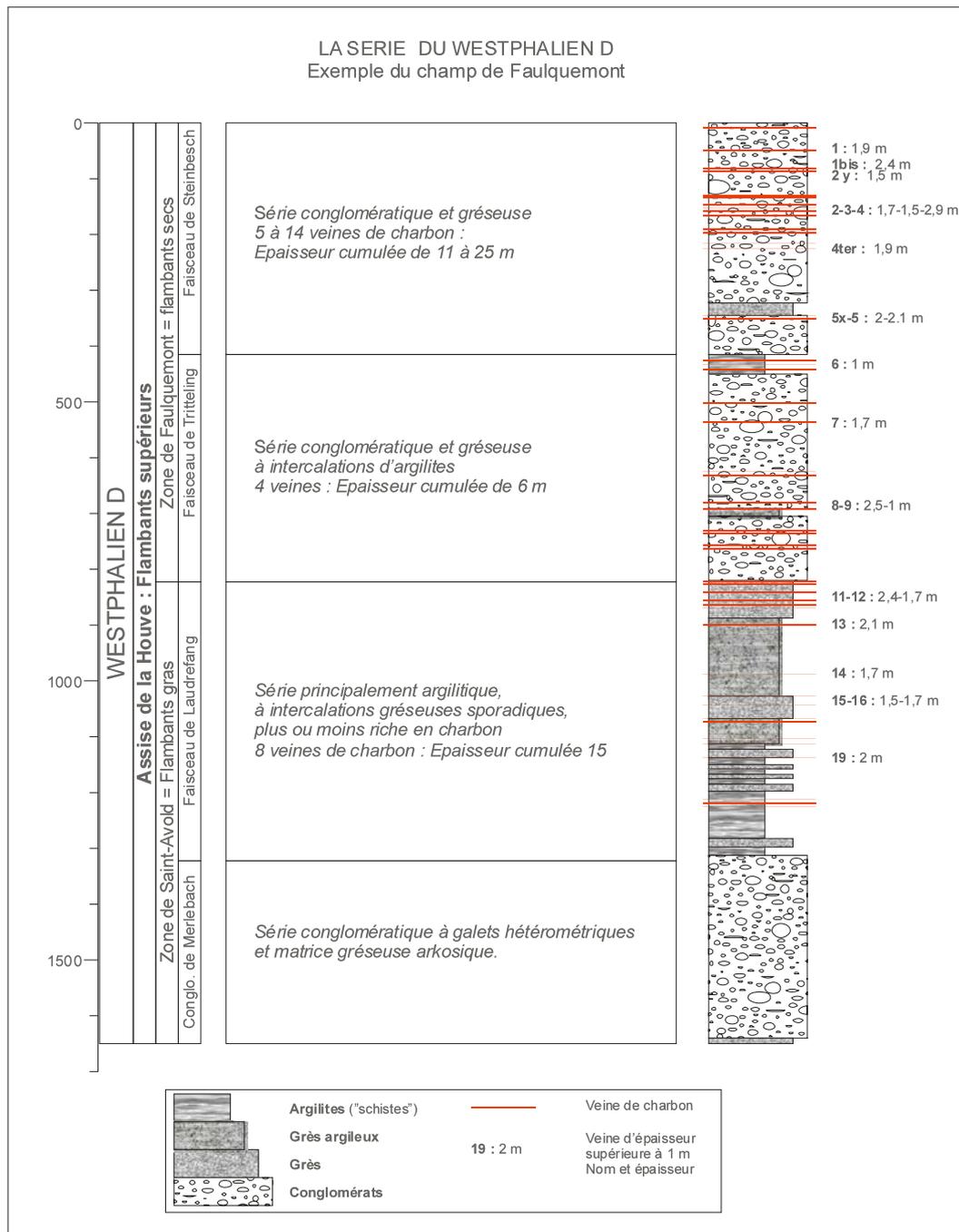


Figure 14 : succession stratigraphique synthétique du Westphalien D dans le secteur de Faulquemont (Robelin, inédit)

### **L'Assise de la Houve : Westphalien C et D**

Elle représente la fin du Westphalien C et la totalité du Westphalien D. Trois zones se succèdent, de la base au sommet :

- **Zone de Forbach : Westphalien C**

C'est la zone des **Flambants inférieurs**, formée de deux faisceaux :

- le **Faisceau de Geisheck**, à la base, est une série de transition constituée de grès et d'argilites, d'épaisseur très variable, comprise entre 200 (Merlebach) et 450 mètres (Sainte-Fontaine). Stérile dans la partie occidentale du gisement, le faisceau peut contenir jusqu'à 17 mètres cumulés de charbon dans la partie orientale, en une dizaine de veines à géométrie complexe et changeante ;
- le **Faisceau de Petite-Roselle**, au sommet, est une accumulation d'argilites et d'intercalations gréseuses. Du Nord-est au Sud-ouest, sa puissance augmente fortement, tandis que sa richesse en charbon décroît :
  - au Nord-est (sièges de Simon et de Wendel), l'épaisseur est de 200 mètres, dont 30 à 35 mètres de charbon. Sont reconnues 19 veines de charbon, dont 14 d'épaisseur supra-métrique ;
  - au centre (Sainte-Fontaine), la puissance atteint 370 mètres. Quatorze veines, dont 6 de plus d'un mètre d'épaisseur, représentent un total de 15 mètres de charbon ;
  - au Sud-ouest (Folschviller), le faisceau est pratiquement stérile. Seule la veine "Pierrette", épaisse de 3 mètres, est reconnue, en partie supérieure du faisceau.

- **Zone de Saint-Avold : partie inférieure du Westphalien D.**

Elle représente la partie inférieure des **Flambants supérieurs** et comprend, de la base au sommet :

- Le **Conglomérat de Merlebach**, série conglomératique à galets de quartz homométriques prépondérants, et galets de roches exogènes diverses minoritaires. Le ciment est un grès arkosique. L'épaisseur est variable, plus forte selon un axe Merlebach – Folschviller (250 et 350 mètres respectivement). Au Nord-est, (Simon), la puissance diminue de moitié (100 à 150 mètres). À l'Ouest, elle peut se réduire à 25 mètres.

Au sein d'un intervalle d'argilites, localisé en partie moyenne, apparaissent 3 ou 4 veines minces de charbon d'épaisseur excédant le mètre.

- Le **Faisceau de Laudrefang** est une série majoritairement argilitique à intercalations gréseuses minoritaires. Sa puissance varie du simple au double, passant ainsi de 250 mètres au Nord-est (Simon) à 500 mètres à l'Ouest (La Houve). La richesse en charbon est très variable :

- c'est dans le secteur oriental que le charbon est le plus abondant : 50,4 mètres de puissance cumulée rencontrés à Merlebach, répartis en 12 veines ;
- vers l'Ouest, le Nord-ouest, et le Sud-ouest la série devient nettement moins charbonneuse : 2 mètres cumulés à la Houve (2 veines), 27 mètres à Simon (16 veines), 15 mètres à Folschviller et 13 mètres à Faulquemont (8 à 10 veines).

- **Zone de Faulquemont : partie supérieure du Westphalien D.**

C'est la partie supérieure des **Flambants supérieurs**. Deux faisceaux se succèdent, de la base au sommet :

- le **Faisceau de Tritteling**, est relativement développé dans la partie occidentale de la concession, où son épaisseur varie de 250 à 400 mètres. Il est essentiellement conglomératique et gréseux, avec des intercalations d'argilites plus ou moins silteuses, de plus en plus importantes vers l'Ouest et le Nord-Ouest. Dans les secteurs Est et Nord-est, le faisceau est partiellement (Simon, Wendel) ou entièrement (Cocheren) érodé sous le Stéphanien et le Permien.

Il est pauvre en charbon. Les veines sont peu nombreuses (6 au maximum), représentant 1,20 mètres (Sainte-Fontaine) à 8,30 mètres (Folschviller) de charbon cumulés ;

- le **Faisceau de Steinbesch**, comme le **Faisceau de Tritteling**, est essentiellement conglomératique et gréseux, cependant légèrement enrichi en galets de quartzite, de granites ou de schistes. Il admet des intercalations d'argilites, de plus en plus abondantes vers le Nord-Ouest, le Nord et le Nord-est.

Il est bien développé dans les parties occidentale et sud-occidentale de la concession, notamment à Faulquemont et à Vernejoul, où il atteint respectivement 450 et 500 mètres d'épaisseur. Dans l'Est et le Nord-est de la concession, il est, comme le **Faisceau de Tritteling**, partiellement ou entièrement érodé sous le Stéphanien et le Permien.

La présence du charbon est très variable en raison, d'une part, de la forte dynamique des dépôts grossiers et des érosions qui en résultent et, d'autre part, de la polarité de sédimentation qui se marque par un amincissement puis une disparition des veines vers le Nord et le Nord-Ouest :

- 5 à 15 veines à Faulquemont, pour une puissance cumulée de 10 à 25 mètres,
- 3 à 5 veines à Vernejoul, représentant au total plus de 10 mètres de charbon,
- aucune veine au droit du siège de Falck, dans le Nord-Ouest de la concession.

### 3.3.2. La série stéphanienne

La série stéphanienne repose en discordance angulaire sur la westphalienne, à la suite des mouvements tectoniques de la phase asturienne. Alors que les dépôts de faciès grossiers du Westphalien sont minoritaires (35 à 45 % d'épaisseur cumulée), ceux-ci sont au contraire majoritaires au sein de la série stéphanienne (60 % d'épaisseur cumulée) :

- les conglomérats sont polygéniques, avec des galets de quartz, quartzites, de micaschistes, de granites,
- les grès sont plus ou moins quartzo-feldspathiques,
- les faciès fins mêlent des argilites, des pélites et des psammites.

Les dépôts, en majorité bariolés (rougeâtres à verdâtres), contiennent une très légère phase calcaire (0,5 %), parfois concentrée au sein de lits ou nodules carbonatés.

Le charbon est très peu représenté. Les 1100 mètres de série stéphanienne reconnus en Lorraine ne contiennent que 4 veines significatives, dont 2 sont exploitables.

Deux assises sont distinguées, de la base au sommet (figure 15) :

### ***L'Assise de Sarrelouis***

Elle comprend la **Zone de Göttelborn** (base) et la **Zone de Dilsburg** (sommet) :

- **La Zone de Göttelborn**

- elle débute par le *Conglomérat de Holz*, qui marque la base de la transgression stéphanienne et scelle la discordance angulaire fini-westphalienne. L'épaisseur de ce niveau varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres. Il est constitué de galets et de blocs de quartzites lustrées dévoniennes et de quartz à patine rouille ;
- recouvrant le Conglomérat de Holtz, une puissante série de grès souvent micacés, d'argilites et de pélites bariolées, présente une épaisseur d'environ 500 mètres. Trois minces veines de charbon y sont identifiées dans la partie inférieure.

- **La zone de Dilsburg**

Elle est constituée d'une alternance irrégulière de grès, de conglomérats et d'argilites, de 150 à 200 mètres de puissance, dont la teinte grisâtre générale tranche avec celle des dépôts bariolés sous-jacent. Dans le secteur Nord-Ouest de la concession, 2 veines exploitables ont été reconnues, matérialisant le mur et le toit de la série :

- Veine 1 (Wahlschild), au mur : 1,30 à 1,80 mètres
- Veine Schwalbach, au toit : 1,80 à 2,10 mètres

### ***L'Assise de Potzberg***

Les dépôts, bariolés, sont similaires à ceux de la **Zone de Göttelborn** : alternance d'argilites, de pélites, de grès plus ou moins grossiers, et de conglomérats à galets de schistes gris, de quartz et de quartzites. Reconnue partiellement sur 400 mètres par forage, l'assise est quasiment stérile. Seule une passée charbonneuse de 0,20 mètre a été traversée en partie inférieure.

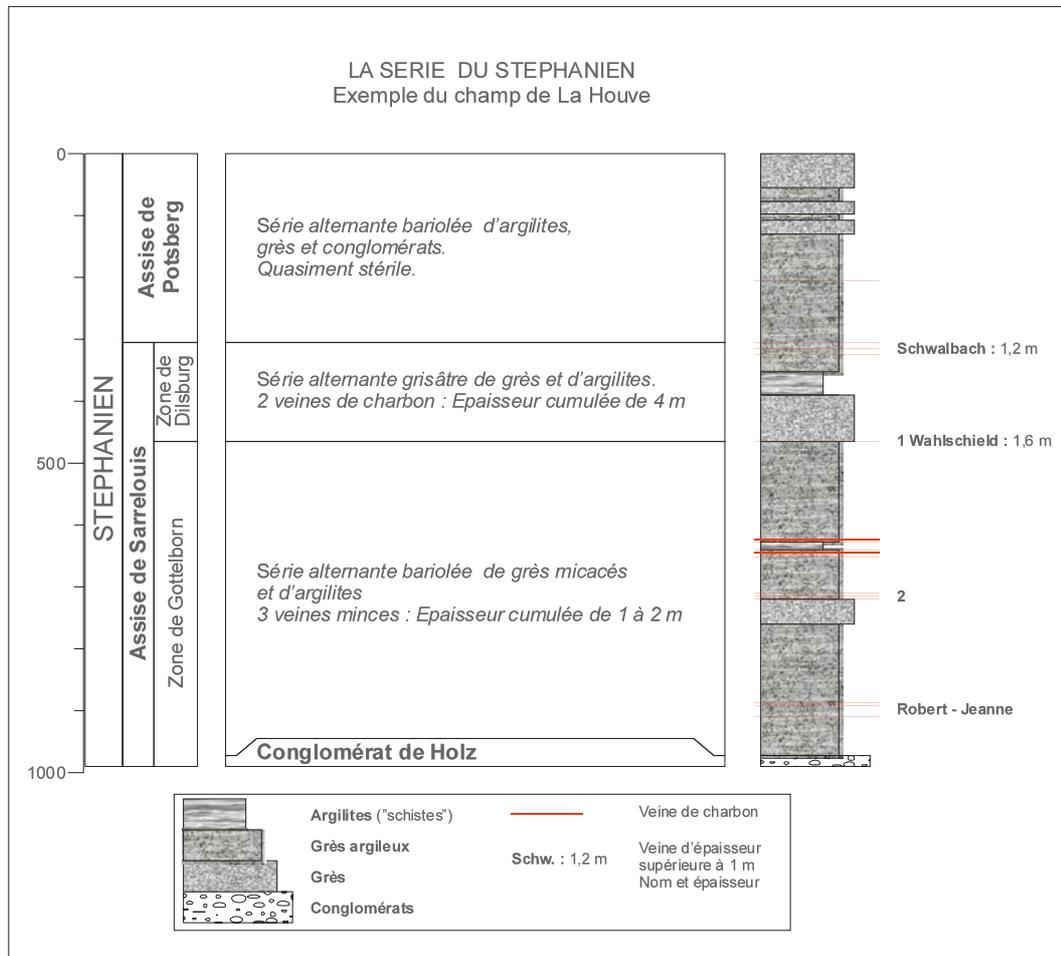


Figure 15 : succession stratigraphique synthétique du Stéphanien dans le secteur de La Houve (Robelin, inédit)

Outre les critères paléobotaniques et palynologiques, la stratigraphie du bassin houiller repose sur la présence de tonsteins, depuis longtemps utilisés par les mineurs comme horizons repères. Roches d'origine cinéritique, leur grande extension horizontale leur confère une excellente valeur chronostratigraphique ; ils permettent donc des corrélations précises entre les champs d'exploitation du bassin et certains servent de limites conventionnelles entre les faisceaux houillers.

### 3.3.3. Synthèse géologique des terrains houillers

Les principaux ensembles sont de la base au sommet de la série :

- Westphalien B (assise de St-Ingbert) (pas de zone)
  - Le Faisceau de Rothell
- Westphalien C (assise de Sultzbach) (pas de zone)
  - Le faisceau de Neunkirchen ou des charbons gras composé par :
    - Les conglomérats de Sainte Fontaine
    - La deuxième partie des Gras
    - Les grès de Sainte Fontaine
    - La première partie des Gras
- Westphalien C (assise de la Houve) (zone de Forbach ou des Flambants inférieurs)
  - Le Faisceau de Geisheck
  - Le Faisceau de Petite-Roselle
- Westphalien D (assise de la Houve) (zone de St-Avold ou des Flambants supérieurs)
  - Le conglomérat de Merlebach
  - Le Faisceau de Laudrefang
- Westphalien D (assise de la Houve) (zone de Faulquemont ou des Flambants supérieurs)
  - Le conglomérat de Tritteling
  - Le Faisceau de Steinbesh
- Stéphanien (Assise de Sarrelouis) (Zone de Göttelborn et de Dislburg)
  - Le conglomérat de Holz
- Stéphanien (Assise de Potsberg)

### 3.4. SUCCESSION VERTICALE DES MORTS-TERRAINS (COUVERTURE PERMO-TRIASIQUE).

#### 3.4.1. La série permienne

En Lorraine, l'Autunien (Permien inférieur) est absent et la couverture permienne débute par le Saxonien (Permien moyen), partout discordant sur le Houiller.

Au droit de la concession, les dépôts saxoniens forment une série continentale complexe, remplissant une paléo-morphologie contrastée en cuvettes et chenaux, résultant de l'érosion post saalienne. Cette disposition explique l'extrême variabilité des épaisseurs des sédiments du Permien, comprises entre 10 et 300 mètres.

Deux termes sédimentaires sont reconnus, localement séparés par une assise volcanique. De la base au sommet ce sont :

- l'Assise de Tholey : formée de conglomérats rouges à galets de quartz et de quartzites, à intercalations de grès lie-de-vin, et d'argilites versicolores ;
- l'Assise volcanique de Sötern : coulées andésitiques, avec brèches et tufs volcaniques associés. Elle n'est présente que dans le secteur Nord-Ouest de la concession. Une épaisseur de 142 mètres a été recoupée par le forage de Wolfsberg (n°458) ;
- les Assises de Wadern et de Kreuznach :
  - conglomérats rouges à éléments volcaniques andésitiques remaniés (Wadern),
  - grès rouges feldspathiques fortement cimentés par de la dolomite et des argiles versicolores (Kreuznach).

L'Assise de Kreuznach forme le niveau imperméable supportant l'importante nappe des grès triasiques, régionalement exploitée.

#### 3.4.2. La série triasique

Dans l'Ouest et le Sud de la concession, où elle est la plus complète, la série comprend les dépôts du Buntsandstein, du Muschelkalk et d'une partie du Keuper :

- le Buntsandstein affleure dans une vaste zone déprimée, dans les parties centrale et septentrionale de la concession ;
- le Muschelkalk arme les collines qui dominent la dépression, en arc de cercle, du Nord-Ouest à l'Ouest puis au Sud et au Sud-est ;
- enfin, les dolomies de la Lettenkhole et les marnes irisées du Keuper moyen forment une auréole encore plus externe, passant par Boulay à l'Ouest, Faulquemont au Sud et Valmont au Sud-est.

Les terrains sont décrits dans l'ordre stratigraphique, de la base vers le sommet :

### **Les grès du Buntsandstein**

Il s'agit d'une série essentiellement gréseuse, d'une épaisseur totale comprise entre 400 et 450 mètres, contenant la principale ressource en eaux potable et industrielle de la région. La succession est la suivante, de la base au sommet :

- le Grès vosgien, puissante masse de grès grossiers parfois feldspathiques, fréquemment conglomératiques, à galets de quartz et de quartzites, et à passées d'argilites (teinte rouge brique à blanc) ; une semelle conglomératique en marque la base, parfois dénommée *Conglomérat inférieur* ou *Conglomérat d'Eck* ;
- le Conglomérat supérieur, souvent mal cimenté, à gros éléments de quartz, quartzites, de lydienne, à matrice gréseuse grossière, violacé à verdâtre, localement imprégné de dolomite. Son épaisseur est très irrégulière, comprise entre 0 et 20 mètres ;
- les Couches intermédiaires, grès micacés hétérogènes violacés à lentilles d'argilite, à passées conglomératiques fréquentes surtout à la base, et à imprégnations dolomitiques. La puissance avoisine 50 mètres ;
- le Grès à Voltzia, épais d'une vingtaine de mètres, formant un ensemble de grès fins à moyens, arkosiques et micacés, à fréquentes empreintes végétales, et à ciment fréquemment dolomitique.

### **Les grès et marnes du Muschelkalk inférieur**

Deux formations sont représentées :

- le Grès coquillier, à la base, puissant de 30 mètres, comporte, de la base au sommet :
  - 5 à 10 mètres de grès et de dolomies fossilifères,
  - 5 mètres de grès compacts,
  - 10 mètres de marnes versicolores à passées gréseuses ou dolomitiques,
  - 10 mètres de grès micacés dolomitiques ;
- la Dolomie à Myophoria, grenue, compacte ou vacuolaire, parfois glauconieuse, fossilifère. Son épaisseur est voisine de 10 mètres.

### **Les argiles dolomitiques et dolomies du Muschelkalk moyen**

Puissantes de 80 mètres environ, elles comportent trois couches :

- les Couches rouges, à la base : sont des argilites bariolées, dolomitiques, micacées, parfois gypseuses ou à pseudomorphoses de sel gemme, d'épaisseur voisine de 30 mètres,
- les Couches grises, en position intermédiaire, sont une alternance de marnes ou d'argilites dolomitiques et de dolomies en fines plaquettes. Localement, elles renferment des niveaux gypsifères parfois exploités (Bouchepon). La puissance totale atteint 50 mètres,

- les Couches blanches sommitales, représentent un niveau de dolomie fine, tendre et crayeuse, de 5 mètres d'épaisseur environ.

### **Les calcaires et dolomies du Muschelkalk supérieur**

Il s'agit de formations relativement résistantes, armant la cuesta du plateau lorrain, et composées de la trilogie suivante, de la base au sommet :

- le Calcaire à entroques est un calcaire compact, souvent micritique, en gros bancs à minces joints marneux, admettant des passées à très abondantes entroques. L'épaisseur est d'environ 10 mètres ;
- les Couches à cératites forment une alternance d'environ 50 mètres de puissance, où alternent des calcaires micritiques ou biodétritiques, en dalles minces, et des marnes souvent fossilifères ;
- le Calcaire à térébratules est un calcaire fossilifère en bancs d'épaisseur infra-métrique à métrique, à intercalations minces de marnes. L'épaisseur est d'environ 5 mètres (6 mètres à Faulquemont).

### **Les dolomies et marnes de la Lettenkhole (Keuper inférieur)**

Il s'agit d'un ensemble d'environ 30 mètres de puissance, composé de trois formations successives :

- la Dolomie inférieure est une dolomie fine, grise parfois vacuolaire, de 5 mètres d'épaisseur ;
- l'Argile de la Lettenkohle, épaisse d'une vingtaine de mètres, est un ensemble d'argilites bariolées à débris végétaux, à intercalation lenticulaires de dolomies ou de grès dolomitiques vers la base ;
- la Dolomie limite est une dolomie massive, à lits ferrugineux et quartzeux, d'épaisseur voisine de 3 mètres.

### **Les marnes irisées inférieures du Keuper moyen.**

Ce sont pour l'essentiel des marnes et argilites bariolées, parfois sableuses, parfois dolomitiques, renfermant des niveaux de gypse et d'anhydrite. Quatre termes sont fréquemment distingués, de la base au sommet :

- les Couches à pseudomorphoses sont des argilites bariolées plus ou moins dolomitiques, sableuse ou micacées, à pseudomorphoses de sel gemme, avec des passées de gypse et d'anhydrite. L'épaisseur est d'environ 70 mètres ;
- le Grès à plantes forme un mince horizon (4 mètres) contenant d'abondantes intercalations de grès fins à empreintes végétales ;
- des Marnes bariolées s'intercalent, quartzieuses, rougeâtres à verdâtres, épaisses d'environ 20 mètres ;
- les Couches à esthéries sont des marnes dolomitiques noirâtres, parfois argileuses, de moins de 5 mètres d'épaisseur.

### 3.5. STRUCTURE DU GISEMENT HOULLER LORRAIN

Le gisement houiller lorrain est structuré selon trois anticlinaux relativement parallèles et d'allongement NE-SW. Situé hors concession et à l'extrême Est, l'anticlinal d'Alsting est inexploité et méconnu. Les anticlinaux de Simon-Cocheren et de Merlebach occupent à eux deux la partie orientale du bassin alors que la partie occidentale ne correspond qu'au flanc ouest peu incliné du dernier (figure 16).

Bien qu'ayant subi les effets de diverses phases compressives et distensives au cours de son histoire, le Bassin houiller lorrain a surtout été affecté par l'ultime phase de compression hercynienne. La phase saaliennne correspond en effet à une compression NW-SE (figure 17) ayant provoqué la formation des plis dissymétriques ou déversés vers le Sud-est. Les grandes failles transverses E-W et NW-SE sont vraisemblablement apparues lors de cette phase. Ainsi, le bassin est haché par de nombreuses failles dont les plus importantes contribuent à la délimitation des zones d'exploitation.

### 3.6. LE CHARBON LORRAIN

Le charbon extrait des mines lorraines est très riche en matières volatiles (39 à 42 %) ; il est classé selon ses caractéristiques qualitatives en :

- « flambants secs » (17 % de la production),
- « flambants gras » (73 %),
- « gras » (10 %).

La qualité cokéfiante croît avec l'âge géologique et avec la profondeur.

En 1980, la production totale se répartissait selon les différents types de gisement :

- plateures (0 à 25 ° d'inclinaison des couches) : 34 % du tonnage,
- semi-dressants (25 à 45 ° d'inclinaison) : 28 %,
- dressants (45 à 90 ° d'inclinaison) : 38 %.

Pour l'histoire, en 1960, les dressants de Merlebach, alors plus grand siège d'Europe, assurèrent 45 % de la production des HBL.

L'épaisseur moyenne des couches exploitées est de 2,20 m contre 1,30 m pour le Bassin houiller du Nord – Pas-de-Calais, se répartissant comme suit :

- 1,30 m à 3,50 m en plateures et semi-dressants,
- 1,80 m à 5 m en dressants.

En annexe figurent des schémas explicatifs et clichés photographiques présentant les exploitations en dressants et en plateures.

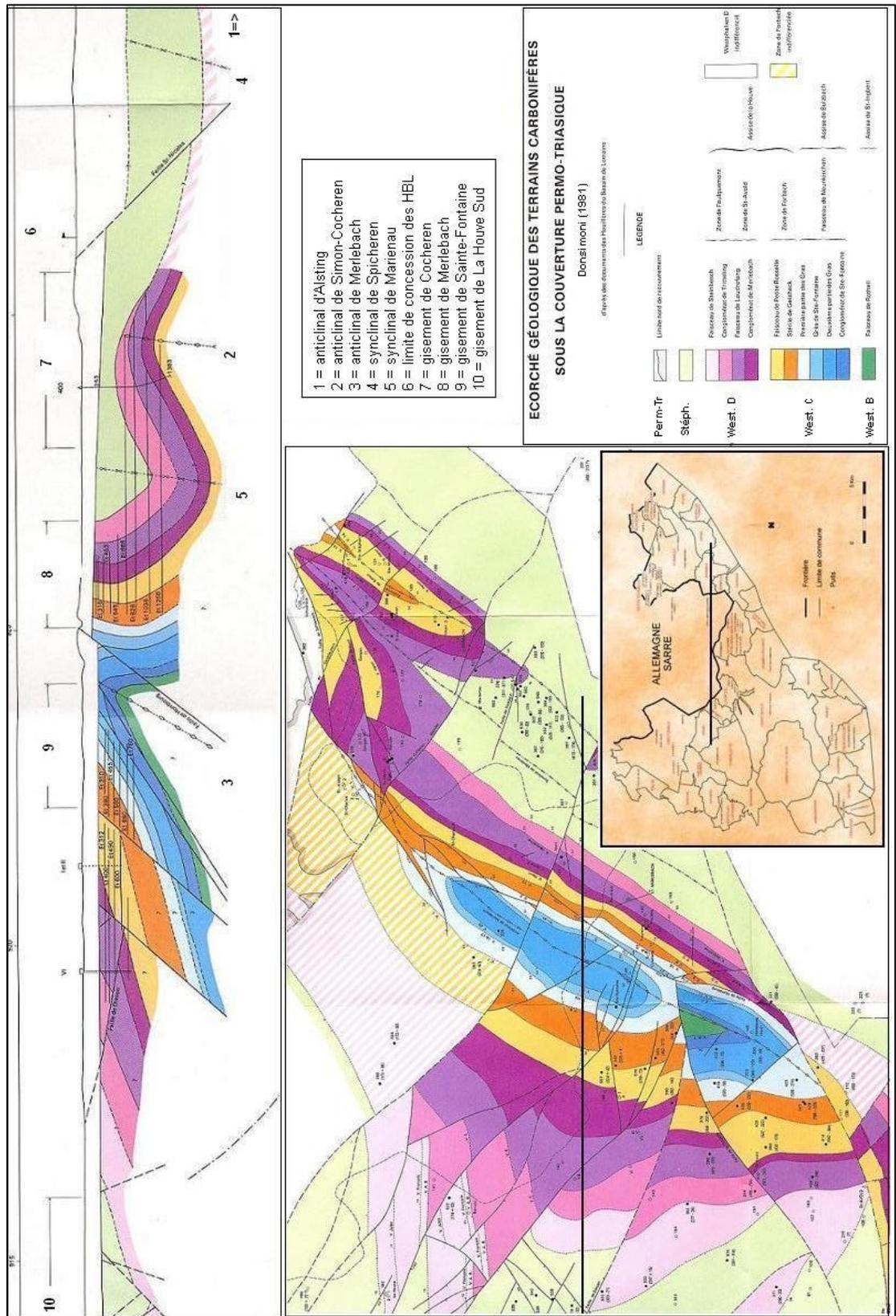


Figure 16 : structure du Bassin houiller lorrain (Donsimoni, 1981)

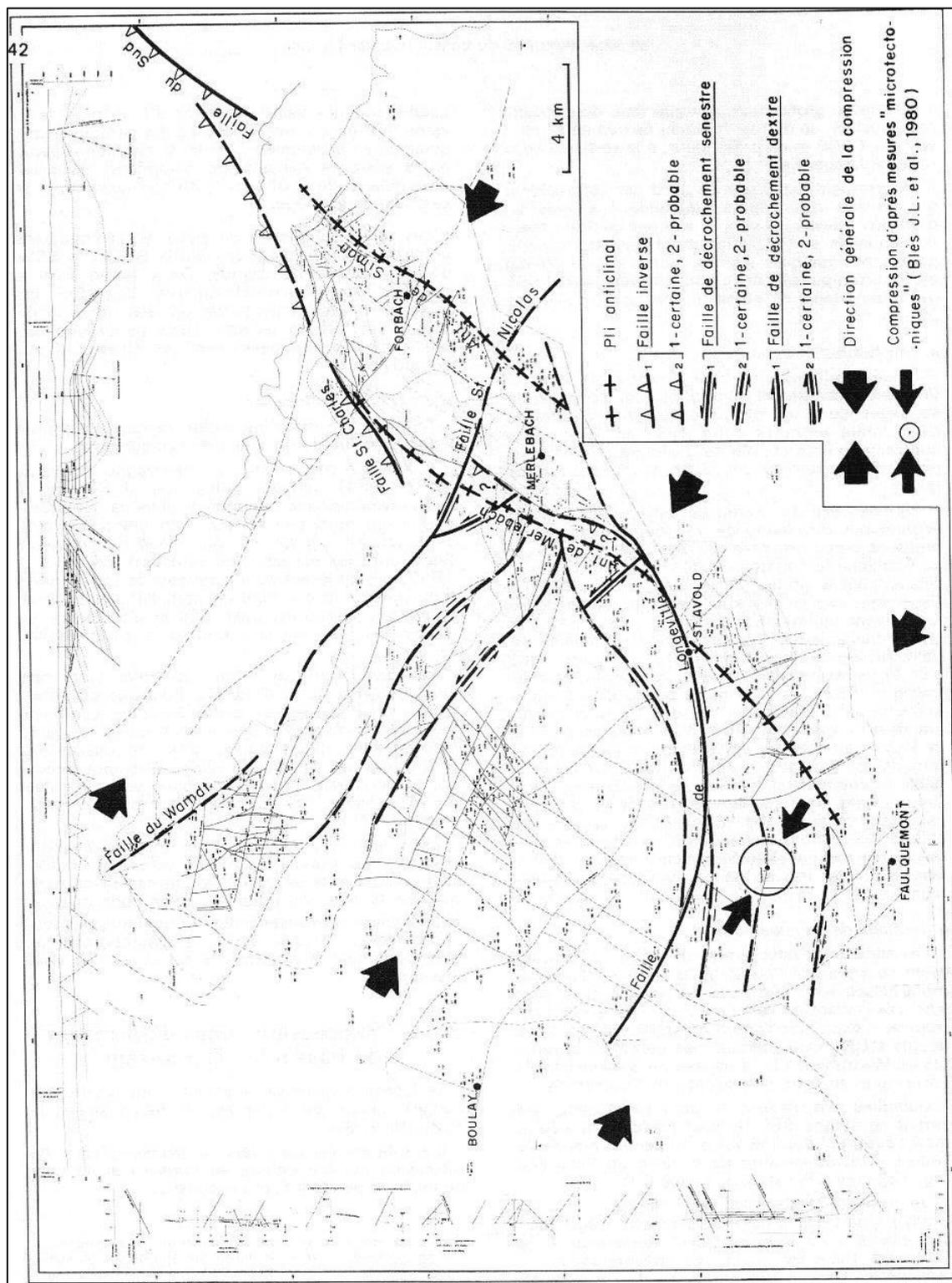


Figure 17 : compression NW-SE de la phase saalienne (Donsimoni, 1981)

## 4. Approche géothermique

Dans l'optique d'utiliser les anciens ouvrages miniers des concessions des HBL comme réservoirs géothermiques suite à leur ennoyage définitif à l'horizon 2011, il est nécessaire de préciser les critères conditionnels devant conduire à la sélection de sites potentiellement adaptés à l'objectif fixé.

Ces critères concernent en premier lieu les paramètres de température, de profondeur, d'accessibilité et de volume.

Grâce à la collaboration de Monsieur Serge Vicentin, géologue à Charbonnages de France – Houillères du Bassin de Lorraine, nous avons pu collecter des informations et données nécessaires à cette étude préliminaire.

### 4.1. LA TEMPERATURE ET LA PROFONDEUR : MODELISATION (GABLE, 1983)

Dans le but de connaître la température des terrains dans lesquels les galeries des nouveaux étages d'exploitation seraient creusées, les HBL ont lancé au début des années soixante-dix des campagnes de mesures de la température dans le bassin. Définie par une convention BRGM/HBL (1982-1983), une étude de la détermination du champ thermique en vue de la prévision du climat minier avait été réalisée (Gable, 1983).

La coupe géologique (figure 16) passant par le synclinal de Marienau et l'anticlinal de Merlebach (Donsimoni, 1981) a servi de référence structurale à une approche théorique qui modélise la distribution des isothermes (Gable, 1983).

Dans le modèle de Gable (1983), les conditions imposées aux limites sont :

- un flux de chaleur latéral nul
- un flux vertical et uniforme à la base de  $90 \text{ mW.m}^{-2}$
- une température uniforme à la surface

Les conductivités thermiques, par ordre croissant, retenues pour la modélisation de Gable (1983) sont :

- pour le charbon :  $0,20 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C}$
- pour les schistes :  $2,5 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C}$

- pour les grès : 3,5 W/m.°C
- pour les conglomérats : 3,7 W/m.°C
- pour le socle : 4.0 W/m.°C

L'effet d'une structure géologique (du type : anticlinal de Merlebach – synclinal de Marienau) sur la distribution des isothermes a tout d'abord été étudié avec la présence de charbon (cas : 3/4 stérile, 1/4 charbon et cas : charbon seul) puis sans la présence de charbon.

#### 4.1.1. Effets combinés d'une couche (3/4 stérile, 1/4 charbon) et de la structure anticlinale-synclinale sur la distribution des isothermes.

Le charbon représente une couche qui se comporte comme un isolant (conductivité thermique dix à vingt fois plus faible que celle des autres roches). Cette propriété isolante du charbon est illustrée par un resserrement extrême des isothermes au sein du charbon dans les couches horizontales, resserrement moindre, mais important tout de même, dans les dressants (figure 18). Le gradient géothermique atteint 7°C/100 m lorsque la couche est horizontale ou subhorizontale et se rapproche de 3°C/100 m dans la partie médiane des dressants.

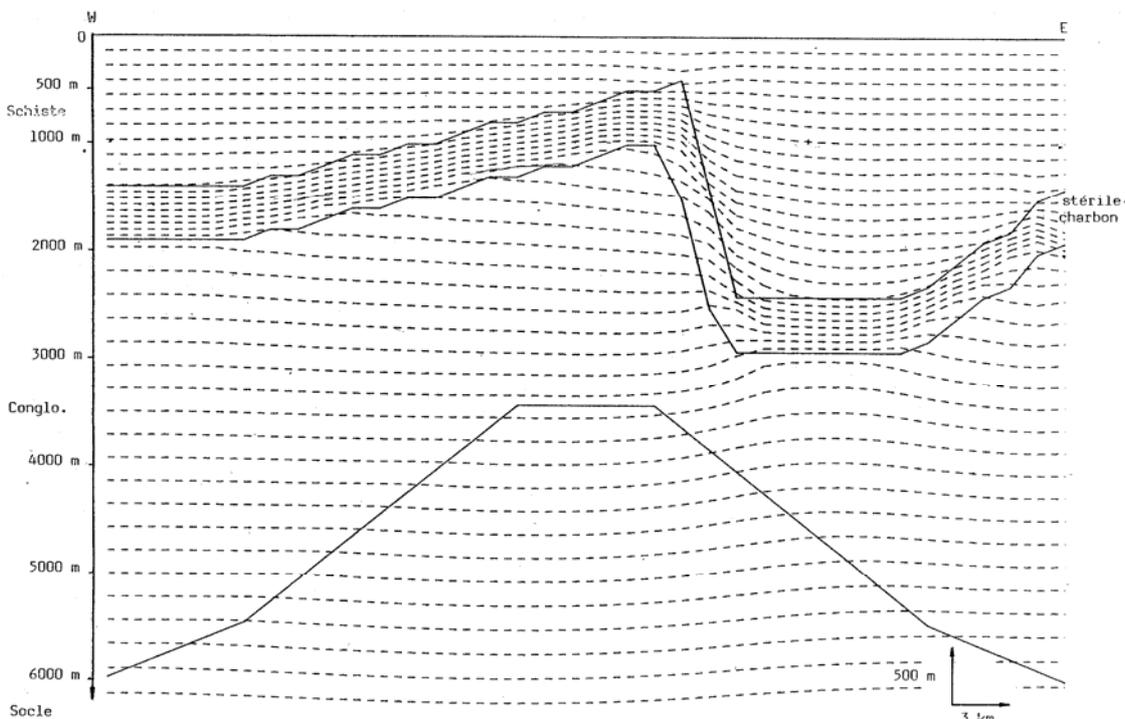


Figure 18 : Distribution des isothermes suivant un modèle de couches plissées (socle, conglomérat, stérile+charbon, schiste). isothermes de 5° en 5°C.

La variation de la température pour une même profondeur peut être importante. Les isothermes s'élèvent des plateaux aux dressants pour décroître rapidement dans le synclinal (figure 18). Ce modèle théorique montre que l'on peut avoir une différence de 27°C à une profondeur identique de 1000 m.

Ainsi Gable montre, en théorie, que pour une même profondeur et dans le cas de la présence d'une couche plus isolante que les autres, la température est plus élevée sur l'axe anticlinal. Les températures les plus basses s'observent dans la partie synclinale. Ainsi, il est possible de constater, ici, l'influence prédominante de la structure sur la distribution des isothermes.

#### 4.1.2. Perturbation thermique apportée par une couche de charbon.

Le phénomène de distribution des isothermes à l'échelle d'une veine de charbon a également été étudié. Dans le modèle retenu, Gable suppose une couche d'une puissance de 5 mètres (figure 19).

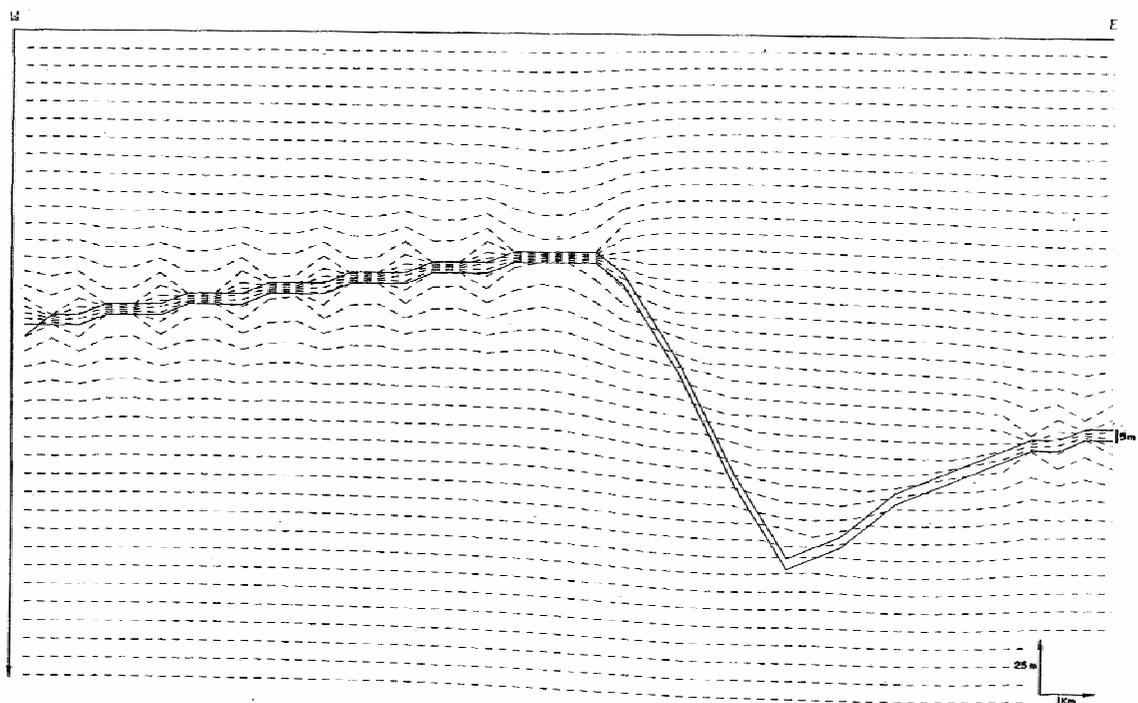


Figure 19 : Distribution des isothermes dans le cas simple d'une couche de charbon de 5 mètres d'épaisseur.

Des différences s'observent dans le détail : des isothermes traversent les dressants sans réfraction sensible (du fait de la faible épaisseur de la couche), en outre le gradient est élevé dans la partie horizontale des plateaux ( $7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) mais deux fois plus faible dans les parties en creux (des ondulations ont été imposées à la couche dans sa partie horizontale). Il est intéressant de constater dans ce modèle la variation rapide du gradient dans la zone des plateaux (variation du simple au double  $3,5$  à  $7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) pour une variation de pendage des couches.

Ce modèle permet ainsi de bien mettre en évidence l'importance de la structure sur la distribution des isothermes.

#### 4.1.3. Effet de la structure anticlinale-synclinale sans les couches de charbon

Le charbon a maintenant été partiellement enlevé du sous sol par les exploitants des HBL et il existe donc peu de couches qui jouent le rôle d'isolant. Il est donc intéressant de connaître la distribution possible sans l'effet du charbon.

D'après Gable (1983), dans les 500 premiers mètres l'effet de la structure anticlinale-synclinale prédomine avec notamment un flux plus élevé en surface au droit des dressants. En dessous de 500 mètres, l'effet de socle prend le pas et la variation horizontale des isothermes s'inverse : les températures sont plus faibles sur l'axe de l'anticlinal et plus élevées sur l'axe du synclinal.

De plus, les vides occasionnés par l'exploitation de la mine de charbon ont été comblés par des matériaux remblayés et foudroyés. Ces matériaux constituent maintenant des aquifères qui possèdent une conductivité plus élevée que les couches environnantes, à cause de l'eau présente dans les vides résiduels. Ce cas n'a pas été modélisé par Gable mais il est possible de subodorer une augmentation de la température au niveau de l'axe du synclinal de Marienau (figure 20).

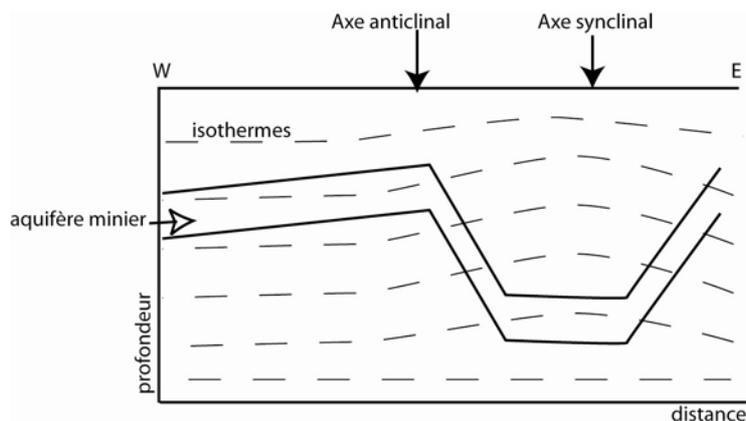


Figure 20 : distribution possible des isothermes dans le cas d'un aquifère minier.

#### 4.1.4. Conclusion

Les différences de température observées à une même profondeur sont principalement liées à la structure plicative en association avec la différence de conductivité thermique des roches.

Non modélisée par Gable, la présence de discontinuités géologiques comme les failles provoque également un effet sur la répartition des isothermes suivant qu'elles soient sèches ou humides ou qu'elles mettent en relation des roches de conductivité différente.

#### 4.2. LA TEMPERATURE ET LA PROFONDEUR : APPROCHE EXPERIMENTALE

Les données utilisées sont issues de la collecte et du stockage des données de température mesurées par les HBL et communiquées au BRGM (Gable, 1983). Les mesures ont été effectuées dans 150 sondages avec selon les cas 1 à 65 mesures par sondage, soit 1400 données environ.

L'appareillage utilisé est un photoclinomètre Eastman modifié en remplaçant la boussole par un thermomètre (aiguille solidaire d'un ressort métallique et se déplaçant sur un cadran, analogue à celui d'une boussole, gradué en degrés centigrade). Une caméra incorporée photographie le thermomètre à intervalles réguliers (toutes les deux minutes). L'ensemble est contenu dans un cylindre métallique (sonde). Les mesures ne sont enregistrées qu'en palier (10, 15 ou 20 m) dans les puits droits ou déviés (partant du jour ou de galeries), ou en galeries inclinées. Elles sont effectuées généralement quelques heures après la fin du forage donc avant le retour à l'équilibre thermique du puits. Les mesures sont donc probablement sous-estimées de plusieurs degrés (peut-être de 10° à 20°C).

La figure 21 montre les températures moyennes calculées par tranche de 100 m de profondeur à partir de 265 mesures disponibles à ces profondeurs. Elle indique une température moyenne de 36°C à 1000 m de profondeur et de 43.5°C à 1200 m de profondeur. Bien que le choix du calcul d'une régression linéaire ne soit pas strictement juste, cette méthode fournit à partir de ces points, un gradient géothermique moyen de 3.5°C tous les 100 m.

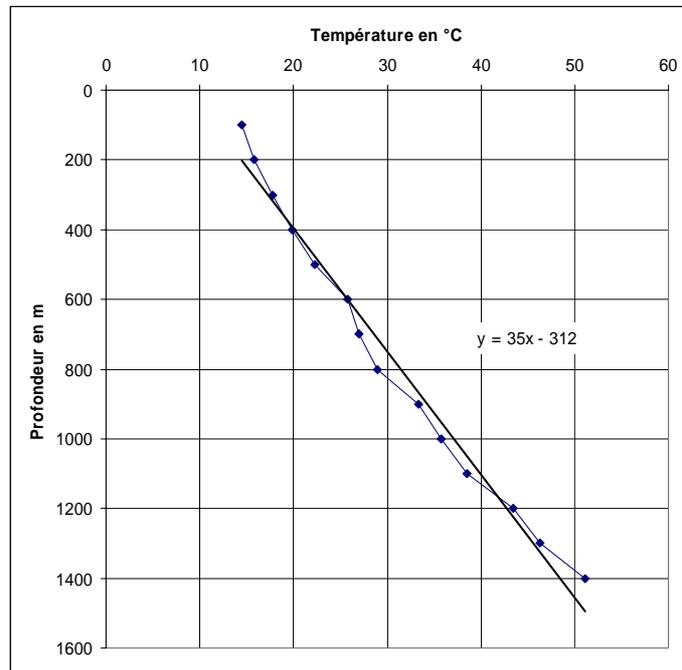


Figure 21 : Evolution de la température en fonction de la profondeur.

La figure 22 présente des profils de températures, obtenus dans des puits des HBL (Marienau, Sainte-Fontaine 1, Cocheren), interpolés à partir de 3 ou 4 mesures effectuées (Gable, 1978). Ces mesures sont issues de mesures de type pétrolier (BHT : Bottom Hole Temperature), c'est-à-dire brutes, sans correction ; elles sous-estiment généralement la température de plusieurs degrés, voire 10 à 20°C parfois. A 1000 m de profondeur, les températures indiquées par ces graphiques oscillent entre 40 et 43°C.

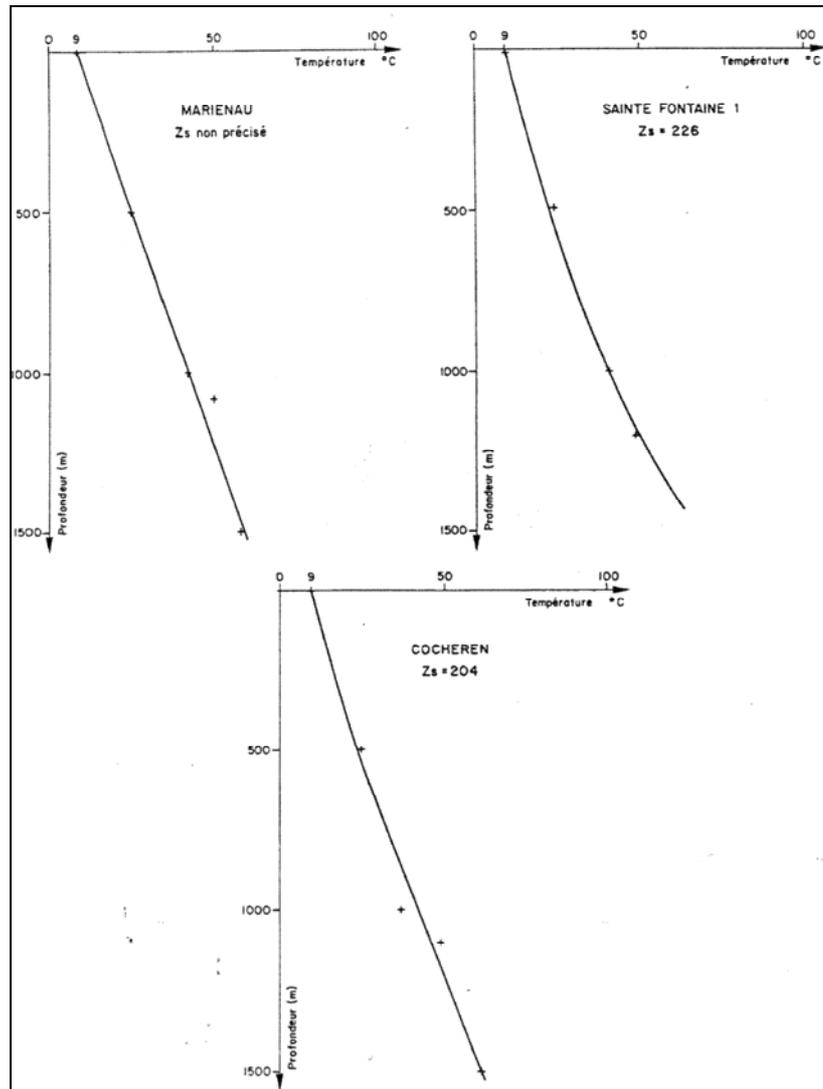


Figure 22 : profils de température dans des puits des HBL (Gable, 1978).

La vue cartographiée des températures à 1000 m et 1200 m de profondeur des points de mesures disponibles (figures 23 et 24) montre un étalement des températures entre 23°C et 59°C. De manière générale, ces différences de température s'expliquent par les structures plicatives et cassantes. Comme modélisé par Gable (1983), les températures au niveau des dressants de l'anticlinal de Merlebach sont élevées (1 à 2 km au NE des puits Vuillemin 1 et Wendel 3). Les autres anomalies de températures sont probablement influencées soit par la présence de failles soit par la tectonique souple.

Il est intéressant de constater l'existence d'une zone froide localisée à 1 ou 2 km au SE du puits de Merlebach Nord (Sarre).

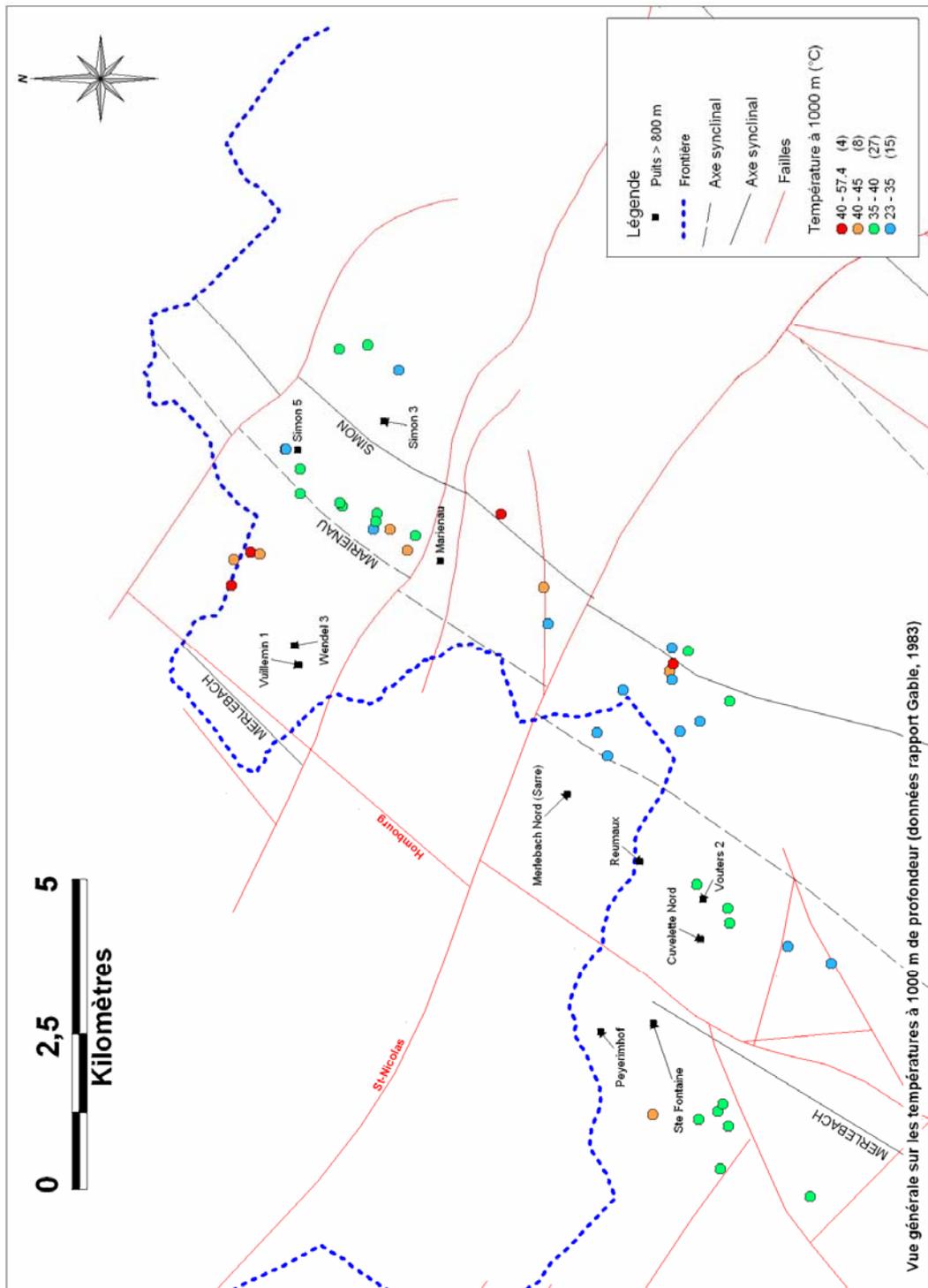


Figure 23 : Vue générale sur les températures à 1000 m de profondeur (données rapport Gable, 1983).

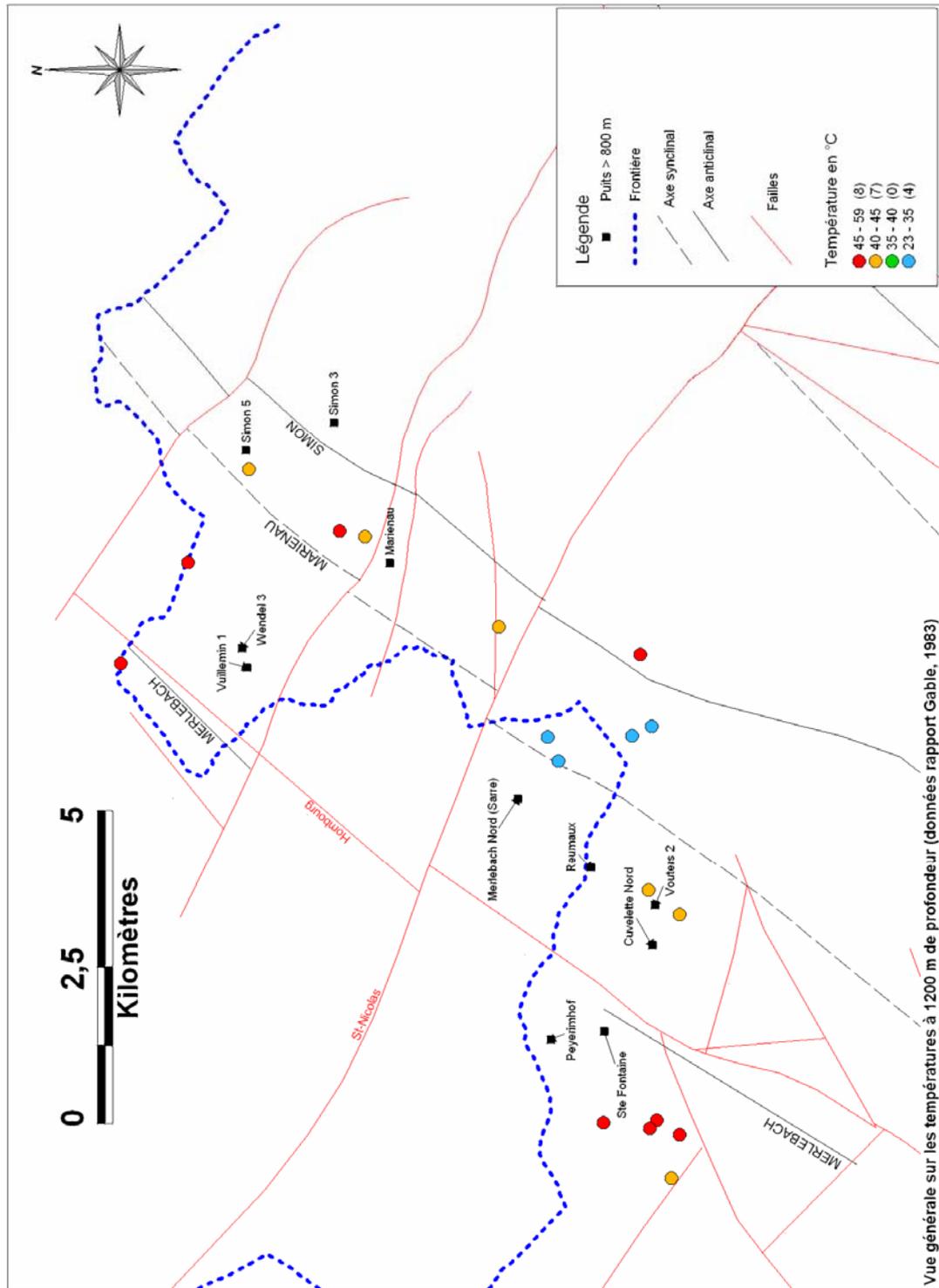


Figure 24 : Vue générale sur les températures à 1200 m de profondeur (données rapport Gable, 1983).

### 4.3. CONCLUSION

La synthèse géothermique de ce secteur montre que les températures varient de 23 à 59°C entre 1000 et 1200 m de profondeur. Le gradient géothermique moyen est estimé à 3.5°C/100 m. On peut estimer une moyenne de température entre 1000 et 1200 m de profondeur voisine de 40/45°C (figure 25). Ces valeurs de température correspondent à des fourchettes basses puisque l'équilibre thermique n'a pas été atteint lors des mesures géothermiques.

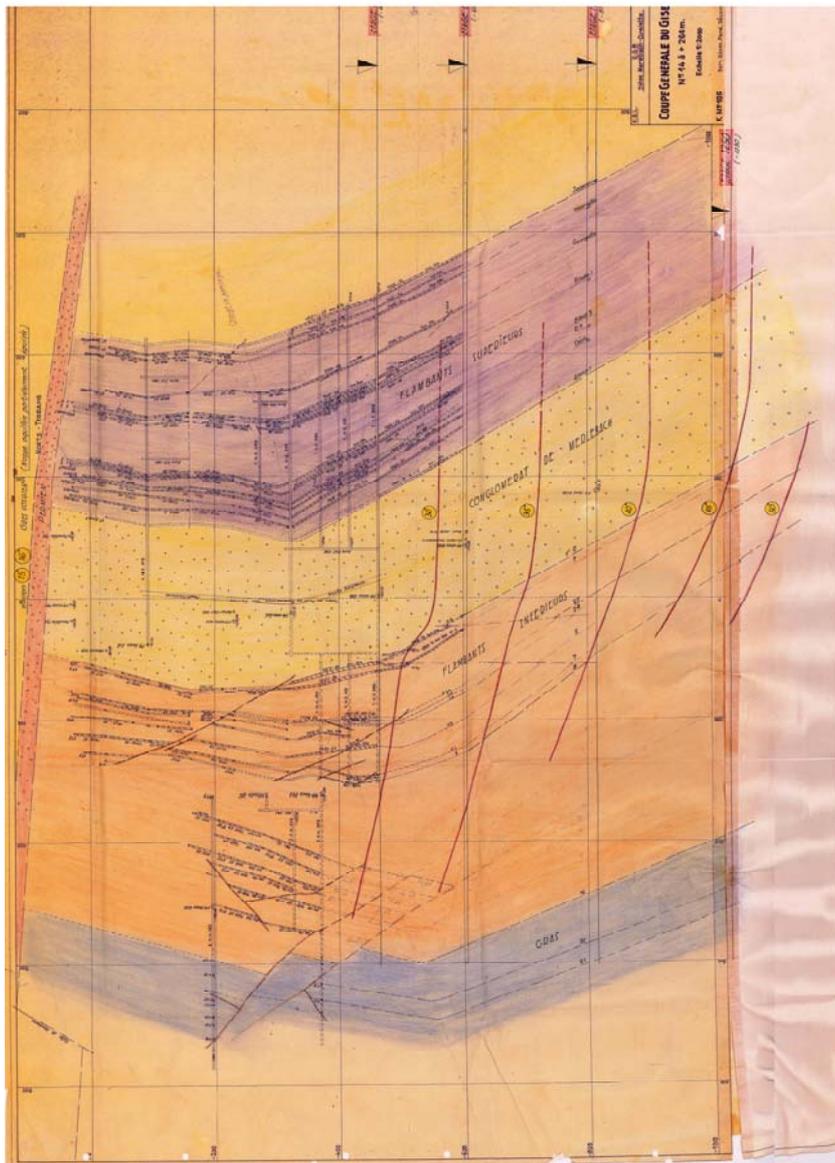


Figure 25 : Isotherme au droit du gisement du puits Vouters 2. A 1200 m de profondeur, la température moyenne est de 45°C.

## 5. Conclusion

La synthèse géologique montre que l'ensemble des terrains du Westphalien et du Stéphalien, composé par des conglomérats, grès, argilites et charbon ont été plissés par un serrage NW-SE avant d'être recouvert en discordance par les grès permien et triasiques inférieurs.

La synthèse géothermique permet d'estimer une moyenne de température voisine de 40/45°C entre 1000 et 1200 m de profondeur. Ces valeurs, qui correspondent à des fourchettes basses puisque l'équilibre thermique n'a pas été atteint lors des mesures géothermiques, engagent la viabilité, et donc la rentabilité, du projet en termes de gain énergétique (différentiel calorique) et de durée de vie (recharge calorique efficace).



## 6. Bibliographie

**DONSIMONI M.** (1981) – Le Bassin houiller lorrain. Synthèse géologique. Mém. BRGM, 117, 99 p., 15 pl. h.t.

**PRUVOST P.** (1934) – Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. T III : description géologique. *In Etudes des gîtes minéraux de la France*, Lille. 174 p., 3 pl. h.t.

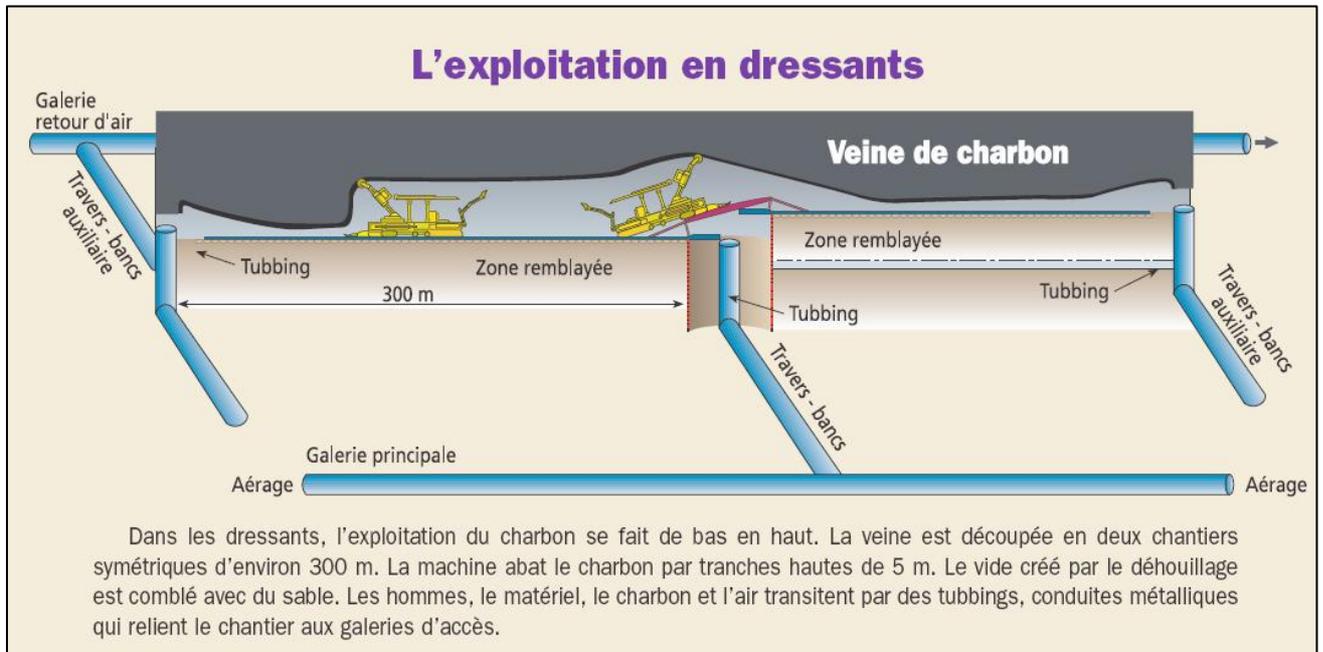
**ROBELIN C.** (2004) – Rapport géologique sur le Bassin houiller de Lorraine. Rapport final. Etude réalisée dans le cadre du projet de recherche « Etude du stockage géologique du CO<sub>2</sub> en France », volet C. Décembre 2004, inédit.

**GABLE R.** (1983) – Etude thermique du Bassin houiller lorrain. Approches théorique et expérimentale. Rapp. BRGM-83 SGN 440 IRG. 18 p., 4 ann.

**GABLE R.** (1978) – Acquisition et rassemblement de données géothermiques disponibles en France. Rapp. BRGM-78 SGN 284 GTH.



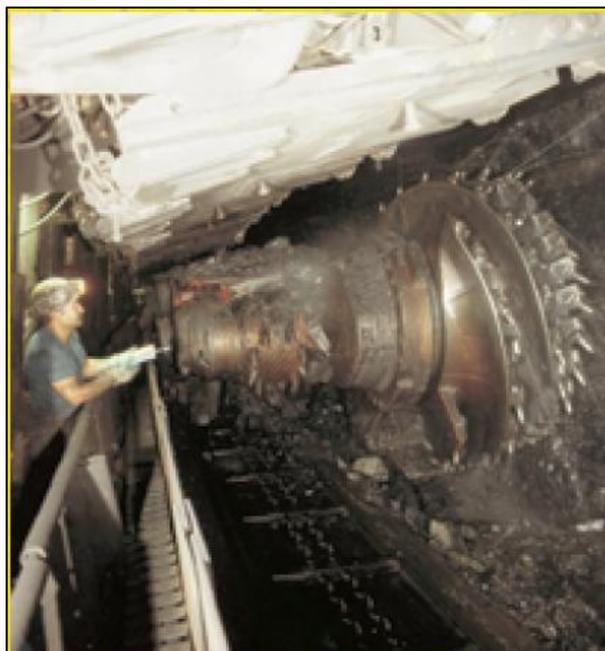
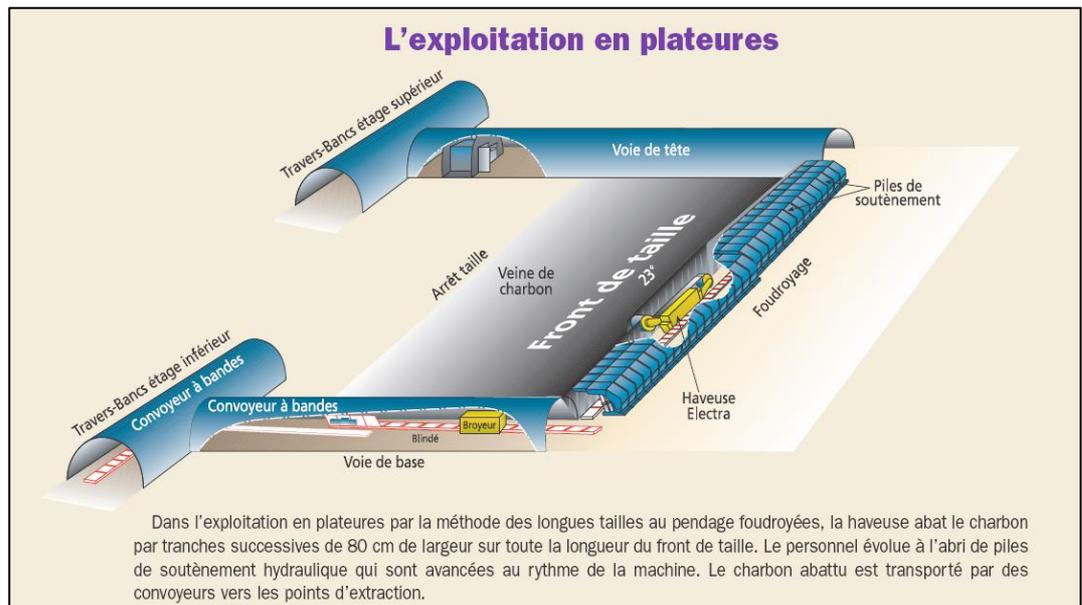
## Annexe 1 : Exploitation en dressants





## Annexe 2 : Exploitation en plateures

L'essentiel de l'extraction se réalise en longues tailles, 100 à 200 mètres de longueur, le front de taille progressant parallèlement à la veine. Il est relié à deux autres galeries ou voies perpendiculaires servant à toutes les communications entre la taille et l'ensemble de l'exploitation (circulation de personnel, arrivée d'air, d'électricité et de matériel, évacuation du charbon abattu...).





**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Lorraine**  
1 avenue du Parc de Brabois  
54500 – Vandoeuvre-les-Nancy - France  
Tél. : 03.83.44.81.49 - Fax : 03.83.44.15.18