



Filière du charbon propre en France

Etude de Faisabilité d'un pilote de séquestration du CO₂ pour les centrales thermiques au charbon

Bassin Houiller de Lorraine

Rapport final

BRGM/RP-53943-FR
Décembre, 2004

Filière du charbon propre en France

Etude de Faisabilité d'un pilote de séquestration du CO₂ pour les centrales thermiques au charbon

Bassin Houiller de Lorraine

Rapport final

BRGM/RP53943-FR
Décembre, 2004

Étude réalisée dans le cadre du projet de Recherche

Etude du stockage géologique du CO₂ en France

VOLET C - Filière du charbon propre en France : étude
de faisabilité d'un pilote de séquestration du CO₂ pour les
centrales thermiques au charbon

C. Robelin

Synthèse

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet RTPG « Etude du stockage géologique du CO₂ en France » pour lequel le piégeage géologique du dioxyde de carbone (CO₂) est considéré comme l'une des solutions les plus attractives pour tenter de limiter l'augmentation des teneurs atmosphériques en gaz à effet de serre.

Evaluer la réalité d'une telle entreprise constitue l'objectif du projet global, lequel est construit autour de 3 axes (Cf. Fiche de projet année 2004 : Etude du stockage géologique du CO₂ en France):

1. **PICOR (Piégeage du CO₂ dans les réservoirs)** : Ce volet vise à étudier le comportement induit par l'injection massive de CO₂ dans les réservoirs (hydrocarbures et eau).
2. **Etude de la faisabilité d'un pilote de stockage de CO₂ dans un gisement d'hydrocarbures** : Cette étude s'appuiera notamment sur les méthodologies et l'expertise développée dans le volet PICOR.
3. **Filière du charbon propre en France : étude de faisabilité d'un pilote de séquestration du CO₂ pour les centrales thermiques au charbon**, qui vise à proposer une solution intégrée pour la production d'énergie propre, basée sur des propriétés originales du charbon.

Dans le cadre de ce troisième axe, **Filière du charbon propre en France**, l'étude de faisabilité du stockage de CO₂ dans les gisements de charbon non exploités autour des centrales thermiques de Carling et de Gardanne a été retenue dans le cadre d'une coopération INERIS/BRGM/SNET/IFP.

Pour chacun de ces bassins, trois analyses successives permettront d'évaluer ces capacités, il s'agit de:

- la caractérisation des volumes disponibles (étude géologique) pour les formations poreuses et les veines de charbon,
- la caractérisation des volumes poreux disponibles (étude hydrogéologique) pour les formations poreuses et le calcul des masses de CO₂ injectables,
- l'évaluation des volumes de grisou récupérables dans les couches de charbon identifiés au cours de l'étude géologique.

Le présent rapport expose les résultats de l'étude géologique de caractérisation des volumes disponibles réalisée sur la concession des Houillères du Bassin de Lorraine.

Plus précisément, la zone de Vernejoul –St-Avoid – Hombourg a été présélectionnée conjointement par INERIS et BRGM. Située au centre de la concession, cette zone qui reste vierge de toute exploitation, se situe à proximité de la centrale Emile Huchet, principal émetteur local de CO₂. Son sous-sol renferme, dans les terrains houillers, à la fois des couches *a priori* perméables, sous forme de matériel grossier gréseux et conglomératique, et des veines de charbon, en grand nombre bien que minces, intercalées dans des couches majoritairement argilitiques et donc *a priori* peu perméables.

Différentes tranches de profondeur sont retenues, sur des critères techniques (état du CO₂ à injecter : dissout, gazeux, supercritique) et économiques (ex : coût en fonction de la profondeur).

La succession lithologique des terrains houillers est brièvement décrite de manière à identifier les couches de *type Aquifère*, c'est à dire grossières et potentiellement perméables, et les couches de *type Charbon*, renfermant les veines.

Les principales couches de *type Aquifère* identifiées sont de la base au sommet de la série (épaisseur):

- Les conglomérats de Sainte-Fontaine, (130 m),
- Les grès de Sainte-Fontaine, (120 m),
- Le conglomérat de Merlebach, mince (25 m),
- Le conglomérat de Tritteling, (200 m).

Les principales couches de *type Charbon* sont, de la base au sommet :

- La deuxième partie des Gras, (350 m),
- La première partie des Gras, (220 m),
- La zone de Forbach, (770 m),
- Le faisceau de Laudrefang, (520 m).

La géométrie des différentes couches ainsi identifiées est ensuite abordée, en utilisant essentiellement les données extraites des 70 forages implantés dans la zone, complétées par des informations concernant les failles.

La géométrie est abordée par le biais de coupes transversales et de cartes d'isovaleurs.

Les coupes font apparaître la disposition des couches d'ouest en est, c'est à dire perpendiculairement à la grande structure que constitue l'anticlinal de Merlebach, d'axe sub-méridien.

Les cartes d'isovaleurs montrent :

- La profondeur à laquelle peuvent être atteintes les veines de charbon. Une première carte illustre la profondeur de la première veine de charbon rencontrée par les

forages, sans tenir compte de son épaisseur. Une seconde carte s'intéresse à la profondeur de la première veine d'épaisseur significative, c'est à dire supérieure à 1 mètre.

- La profondeur (exprimée en isohypses : cotes NGF) des surfaces inférieures et supérieures limitant les différentes couches prises en compte, *type Aquifère* et *type Charbon*. Six cartes sont ainsi proposées, qui mettent en valeur la position de la couche par rapport aux différentes tranches de profondeur retenues. Des calculs d'aire, effectués à partir de ces cartes, serviront à l'estimation des volumes de stockage disponibles.

L'ensemble des éléments ci-dessus est ensuite réuni pour permettre le calcul préliminaire des volumes de roche perméable et de charbon disponibles dans la zone retenue. Le calcul fait intervenir les aires moyennes occupées par les différentes couches ainsi que les épaisseurs moyennes constatées au droit de la zone.

Le volume est obtenu par le produit aire par épaisseur. Il est calculé :

- d'une manière globale sans tenir compte de la profondeur,
- de manière détaillée pour chacune des différentes tranches de profondeur.

Compte tenu des incertitudes liées aux données, la précision des résultats est arbitrairement évaluée à 25%.

Dans les faisceaux charbonniers, la part de charbon impliquée dans les veines d'épaisseur significative (supérieure à 1 mètre) ne représente que 0,2% à 1,5% du charbon total.

Selon les tranches et les faisceaux, les volumes de charbon utiles pour le stockage varient :

- de 6 à 630 millions de m³ si l'on considère le charbon total cumulé,
- de 0,2 à 60 millions de m³, si n'est pris en compte que le charbon cumulé des veines d'épaisseur supramétrique.

Sommaire

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Introduction | 11 |
| 1.1. | Objectif de l'étude | 11 |
| 1.2. | Localisation géographique | 11 |
| 1.3. | Critères de sélection des zones vierges potentielles | 11 |
| 1.4. | Critères de profondeur | 12 |
| 1.5. | Données disponibles..... | 13 |
| 1.5.1. | Données de forages..... | 13 |
| 1.5.2. | Profils sismiques | 13 |
| 1.5.3. | Données cartographiques..... | 14 |
| 1.5.4. | Coupes géologiques | 14 |
| 2. | Contexte géologique général..... | 17 |
| 2.1. | Limites géologiques du bassin..... | 17 |
| 2.2. | Étapes principales de structuration du bassin | 17 |
| 2.3. | La succession verticale des terrains houillers..... | 18 |
| 2.3.1. | La série westphalienne | 18 |
| 2.3.1.1. | L'Assise d'Ingbert : Westphalien B | 19 |
| 2.3.1.2. | L'Assise de Sulzbach : Westphalien C (inférieur)..... | 19 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 2.3.1.3. | L'Assise de la Houve : Westphalien C et D..... | 19 |
| 2.3.2. | La série stéphanienne | 21 |
| 2.3.2.1. | L'Assise de Sarrelouis..... | 22 |
| 2.3.2.2. | L'Assise de Potzberg | 22 |
| 2.4. | Succession verticale des terrains de la couverture permo-triasique. | 22 |
| 2.4.1. | La série permienne..... | 22 |
| 2.4.2. | La série triasique | 23 |
| 2.4.2.1. | Les grès du Bundsandstein | 23 |
| 2.4.2.2. | Les grès et marnes du Muschelkalk inférieur..... | 24 |
| 2.4.2.3. | Les argiles dolomitiques et dolomies du Muschelkalk moyen.... | 24 |
| 2.4.2.4. | Les calcaires et dolomies du Muschelkalk supérieur | 24 |
| 2.4.2.5. | Les dolomies et marnes de la Lettenkhole (Keuper inférieur).... | 25 |
| 2.4.2.6. | Les marnes irisées inférieures du Keuper moyen..... | 25 |
| 3. | Caractérisation de la zone VSAH (Vernejoul - Saint-Avoid – Hombourg)..... | 27 |
| 3.1. | Présentation générale | 27 |
| 3.1.1. | Emprise géographique | 27 |
| 3.1.2. | Contexte géologique et morphologique à l'affleurement | 27 |
| 3.2. | Lithologie des terrains houillers | 28 |
| 3.2.1. | Les couches type Aquifère | 29 |
| 3.2.1.1. | Conglomérat de Tritteling..... | 29 |
| 3.2.1.2. | Conglomérat de Merlebach..... | 29 |
| 3.2.1.3. | Les Grès de Sainte-Fontaine | 29 |
| 3.2.1.4. | Les Conglomérats de Sainte-Fontaine..... | 30 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.2. | Les couches de type Charbon | 30 |
| 3.2.2.1. | Le faisceau de Laudrefang..... | 30 |
| 3.2.2.2. | La zone de Forbach | 30 |
| 3.2.2.3. | La première partie des Charbons Gras | 31 |
| 3.2.2.4. | La Deuxième partie des Charbons Gras | 31 |
| 3.2.3. | Les couches de type mixte | 31 |
| 3.2.3.1. | Le faisceau de Steinbesch | 31 |
| 3.2.3.2. | Le Stéphaniens | 33 |
| 3.3. | Geometrie des terrains houillers | 33 |
| 3.3.1. | Données géométriques nécessaires à l'élaboration des cartes d'isohypses des différentes couches. | 33 |
| 3.3.1.1. | Pendage des couches..... | 33 |
| 3.3.1.2. | Puissance des couches | 34 |
| 3.3.1.3. | Les failles structurant le Houiller | 34 |
| 3.3.1.4. | Décalages verticaux induits par les principales failles | 37 |
| 3.3.2. | Géométrie des surfaces séparant les différentes couches | 37 |
| 3.3.2.1. | Surface topographique du toit du Houiller. | 37 |
| 3.3.2.2. | Profondeur du charbon | 38 |
| 3.3.2.3. | Cartes d'isohypses des différents faisceaux | 38 |
| 4. | Conclusion : Calcul des volumes accessibles | 41 |
| 4.1.1. | Méthode de calcul..... | 41 |
| 4.1.1.1. | Volume global des couches | 41 |
| 4.1.1.2. | Volumes par tranches de profondeur | 41 |
| 4.1.1.3. | Précision des estimations | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.1.2. Résultats | 42 |
| 4.1.2.1. Volumes accessibles dans la tranche A..... | 42 |
| 4.1.2.2. Volumes accessibles dans la tranche B..... | 43 |
| 4.1.2.3. Volumes accessibles dans la tranche C | 43 |
| 4.1.2.4. Volumes accessibles dans la tranche D | 44 |
| 4.1.2.5. Volumes inaccessibles, à plus de 2000 m de profondeur | 44 |

Liste des Illustrations

Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des couches de charbon dans les différentes assises du Houiller. Données extraites des forages ayant recoupé dans leur totalité les couches considérées.

Tableau 2 : Estimation des volumes disponibles pour le stockage dans les différentes assises au droit de la zone VSAH, globalement puis en fonction des différentes tranches de profondeur retenues. Rappel : la précision est arbitrairement évaluée à +/- 25%. TRITT : Tritteling ; LAUDR : Laudrefang - FORB : Forbach ; GRAS1 – Première partie des Gras ; GRAS2 : deuxième partie des Gras.

Figures

Figure 1 – Extension et limites du bassin houiller de Lorraine et de la concession des HBL (Houillères du Bassin de Lorraine).

Figure 2 – Localisation des zones exploitées de la concession des HBL, avec leur périmètre de sécurité de 500 mètres. Délimitation des différentes zones d'intérêt potentielles, dont la zone VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg) traitée dans ce rapport. Situation par rapport à la centrale Emile Huchet.

Figure 2bis – Localisation des données de forages et des profils sismiques.

Figure 3 : Succession synthétique du Stéphanien dans le secteur de La-Houve, au NO de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg)

Figure 4 : Succession synthétique du Westphalien D dans le secteur de Faulquemont, au sud de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg)

Figure 5 : Succession synthétique du Westphalien B et C dans le secteur de Sainte-Fontaine, au nord de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg)

Figure 6 – Contexte géologique de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg) dans la concession des HBL (Houillères du Bassin de Lorraine).

Figure 7 – Carte géologique de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg) au toit des terrains houillers. D'après M. Donsimoni (1981, Hors texte).

Figure 8 : Isohypses de la surface sommitale des terrains houillers, sous le Permien.

Figure 9 : Principaux traits structuraux au droit de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg).

Figure 10 : Coupe transversale C1 dans le centre de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg), montrant la disposition des différents faisceaux, ainsi que des couches de charbon recoupées par les forages

Figure 11 : Coupe transversale C2 dans le sud de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg), montrant la disposition des différents faisceaux, ainsi que des couches de charbon recoupées par les forages

Figure 12 : Le Houiller de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avoid – Hombourg). Type de couches en fonction des critères d'injection : Aquifère ou Charbon. Epaisseurs vraies constatées dans la zone VSAH.

Figure 13 : Isoprofondeur (isobathe) de la première couche de charbon rencontrée en forage, quelle que soit son épaisseur. Les isovaleurs principales correspondent aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 14 : Isoprofondeur (isobathe) de la première couche de charbon d'épaisseur supérieure à 1 mètre, sans distinction de sa position stratigraphique. Les isovaleurs principales correspondent aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 15 : Isohypses du toit du conglomérat de Tritteling. Les courbes représentées correspondant aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 16 : Isohypses du toit du Faisceau de Laudrefang. Les courbes représentées correspondant aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 17 : Isohypses du mur du Faisceau de Laudrefang. Les courbes représentées correspondant aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 18 : Isohypses du mur de la Zone de Forbach. Les courbes représentées correspondant aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 19 : Isohypses du mur de la première partie des Charbons Gras. Les courbes représentées correspondant aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

Figure 20 : Isohypses du mur de la deuxième partie des Charbons Gras. Les courbes représentées correspondant aux limites des tranches.

1. Introduction

1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'objectif est de caractériser la lithologie et la géométrie (épaisseur, profondeur fracturation, etc..) des terrains susceptibles de constituer des cibles d'injection de CO₂, au sein de la série carbonifère du bassin de Lorraine.

Les cibles envisagées sont, d'une part, des faisceaux charbonniers, contenant des veines de charbon au sein desquelles le CO₂ pourrait être stocké en lieu et place du méthane existant et, d'autre part, des couches de type Aquifère, c'est à dire des niveaux constitués de matériel détritique plus ou moins grossier (grès et conglomérats) intercalés entre les faisceaux charbonniers. Il convient cependant de rappeler que ces terrains sont considérés comme étant secs dans l'ensemble des zones exploitées ou reconnues jusqu'à présent dans le bassin.

Cette caractérisation doit aboutir :

- au calcul du volume potentiel des différentes cibles, de manière à permettre l'évaluation des capacités de stockage.
- à l'évaluation des conditions techniques d'injection, en fonction de la profondeur à laquelle se situent les cibles.

1.2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin houiller de Lorraine se situe dans le département de la Moselle (54), en bordure de la frontière franco-allemande. Il prolonge le bassin houiller allemand de la Sarre (figure 1).

Il s'étend suivant un axe nord-est sud-ouest sur environ 140 km pour une largeur de 70 à 80 km. Sa superficie totale dépasse 10 000 km².

La concession des Houillères du Bassin de Lorraine (HBL) représente la partie septentrionale du bassin lorrain (figure 1). Elle est limitée au nord par la frontière, entre Heining-les-Bouzonville et Spicheren. Au sud, elle ne dépasse pas Faulquemont.

1.3. CRITÈRES DE SÉLECTION DES ZONES VIERGES POTENTIELLES

Au sein de la Concession des HBL, les zones vierges potentielles doivent réunir les caractéristiques suivantes :

- **Être vierge de toute exploitation.** Les HBL ont fourni un plan des zones exploitées au sein de la concession et leur courbe enveloppe incluant une zone de sécurité de

500 mètres de largeur (figure 2). Les zones vierges potentielles sont donc *de facto* hors de cette courbe enveloppe.

- **Se situer à distance raisonnable de la centrale Emile Huchet.** La distance n'étant pas spécifiée, il est considéré que les zones vierges potentielles à étudier doivent se situer au sein de la concession des HBL.
- Posséder les caractéristiques géologiques suivantes :
 - présence d'au moins une couche de charbon, d'épaisseur égale ou supérieure à 1 mètre ou,
 - présence d'au moins une couche poreuse d'épaisseur plurimétrique, recouverte par une couche supposée imperméable.
 - Profondeur des couches favorables inférieure à 1 500 mètres.
 - Faible densité de failles, car ces dernières sont susceptibles de jouer un rôle de drains vers la surface.

Quatre zones vierges potentielles sont ainsi délimitées, disposées en arc de cercle, du nord-ouest au centre-est de la concession (figure 2) :

- la Zone de Tetterchen au nord-ouest,
- la Zone de Boulay / Niedervisse / Merbette à l'ouest et au centre-ouest
- la Zone de Vernejoul / Saint-Avold / Hombourg au centre et au centre-est
- la Zone de Dorviller isolé au sud de la concession

En accord avec l'INERIS, la zone de Vernejoul - Saint-Avold - Hombourg a été sélectionnée comme première zone potentielle à étudier en raison de sa proximité immédiate de la centrale Emile Huchet. Elle fait l'objet du présent travail.

Dans la suite du texte, cette zone sera désignée par l'acronyme **VSAH**.

1.4. CRITÈRES DE PROFONDEUR

Pour tenir compte des aspects techniques et économiques de l'injection, ont été définies quatre tranches de profondeur pour lesquelles doivent être déterminées les capacités de stockage.

Dans la quasi totalité de la zone VSAH, l'altitude au sol est voisine de 250 m NGF. Ce n'est qu'en bordure, au droit de la cuesta du Muschelkalk que des altitudes plus élevées sont atteintes pouvant dépasser 400 m. Par convention, l'altitude de 250 m est donc considérée comme l'altitude moyenne de la zone VSAH. Les tranches de profondeur définies sont les suivantes :

- Tranche A, de 0 à 500 m de profondeur, comprise entre +250 et -250 m NGF.

Cette tranche est destinée uniquement à l'injection en couche de charbon, et seulement dans la mesure où existe une véritable couche imperméable au toit permettant de garantir la sécurité de l'injection. Dans ce cas, le CO₂ injecté le sera à l'état gazeux.

- Tranche B, de 500 à 1000 m de profondeur (de -250 à -750 m NGF). La présence d'une couche imperméable s'impose au dessus des terrains cibles. Le CO₂ sera injecté à l'état dissout dans les formations de type Aquifère et à l'état gazeux dans le charbon.
- Tranche C, de 1000 à 1500 m (de -750 à -1250 m NGF). Les conditions permettent l'injection du CO₂ à l'état supercritique dans les aquifères. La récupération assistée dans les couches de charbon devient critique au plan économique.
- Tranche D, de 1500 à 2000 m (de -1250 à -1750 m NGF). Cette tranche correspond à des capacités de stockage possibles. Le coût risque cependant de devenir trop élevé pour l'injection en aquifère et la récupération assistée serait vraisemblablement irréaliste d'un point de vue économique dans les couches de charbon.

Aucun stockage n'est envisagé en dessous de 2000 m de profondeur.

1.5. DONNÉES DISPONIBLES

La caractérisation géologique s'appuie principalement sur les données fournies par les HBL : logs de forages, profils sismiques, cartes structurales générales de la concession. Elle intègre également les travaux des synthèses antérieures (synthèse géologique du bassin houiller lorrain [1981] et synthèse géologique du bassin de Paris [1980]), ainsi que les données des cartes géologiques à 1/50 000 de Saint-Avold (n°165) et de Boulay (n°139).

1.5.1. Données de forages

70 forages ont été utilisés, fournissant une information géologique et stratigraphique hétérogène (figure 2bis) :

- 25 forages sont anciens, antérieurs à 1928 (registre Siviart). Les données lithologiques et stratigraphiques sont liminaires. La plupart des ouvrages ne pénètrent pas au delà de la première couche de charbon traversée.
- 45 forages postérieurs à 1928 permettent une caractérisation plus précise de la succession lithologique et de la stratigraphie.

1.5.2. Profils sismiques

14 profils sismiques ont été réalisés pour le compte des HBL par la CGG, au cours des campagnes des années 1980 à 1983 (figure 2bis) :

- Profils 80SAH (01 à 09), et 81SAH11 (A et B) réalisés en 1980 et 1981, dans le secteur de Hombourg, en partie orientale de la zone.
- Profil 83VEREST1, grand profil méridien de 1983, en partie centrale de la zone, entre Vernejoul au nord et la faille de Longeville au sud.
- Profil 83BP01, autre profil méridien de 1983 en marge ouest de la zone, entre Boucheporn au nord et Bambiderstroff au sud.

Ces données ont été utilisées par les HBL pour la réalisation de la carte structurale en isohypses du toit du Houiller.

1.5.3. Données cartographiques

Deux types de cartes sont disponibles :

- Les cartes géologiques à 1/50 000 de Saint-Avold et de Boulay, qui illustrent le tracé des failles parvenant jusqu'à la surface. Il s'agit des failles post-triasiques, affectant donc les terrains triasiques.
- Les cartes structurales du toit des terrains houillers qui fournissent :
 - Le prolongement en profondeur des accidents post-triasiques reconnus en surface,
 - la position des accidents scellés par le Permien et affectant le Houiller.

Deux cartes structurales sont disponibles :

- La carte géologique du toit des terrains houillers proposée dans la synthèse du bassin Houiller lorrain par M. Donsimoni (1981, planche 1). Sont reportées :
 - 1) les failles certaines, observées en galeries ou positionnées grâce aux sondages,
 - 2) les failles se prolongeant en surface,
 - 3) les failles hypothétiques.
- La carte topographique en isohypses du toit du Houiller élaborée par les HBL, dans sa version actualisée en 2004 à partir des données de forages et de l'interprétation des profils sismiques. Elle constitue l'interprétation la plus récente concernant la concession. Le tracé des failles, a priori plus précis, diffère parfois nettement de celui reporté sur la carte de M. Donsimoni.

Le sens et l'amplitude du rejet des failles principales sont localement indiqués sur ces cartes.

1.5.4. Coupes géologiques

Trois coupes disponibles dans la synthèse géologique du bassin houiller lorrain, traversent en partie ou longent la zone VSAH :

- Une coupe W-E, qui passe aux environs de Vernejoul, en partie nord de la zone (M. Donsimoni, 1981 : Planche 1, coupe A-B).

- Une coupe S-N, en limite ouest de la zone, suivant approximativement le tracé du profil sismique 83BP01 (cf 1.5.2), entre Bambiderstoff et Boucheporn (M. Donsimoni, 1981 : Planche 1, coupe C-D).
- Une coupe SSW-NNE passant par Bambiderstroff au SSW (forage n°310) et se prolongeant en direction de Carling au NNE, jusqu'au forage n°333 (M. Donsimoni, 1981 : figure 12, Coupe IV).

2. Contexte géologique général

2.1. LIMITES GÉOLOGIQUES DU BASSIN

Dans sa configuration actuelle, le bassin Houiller lorrain forme un large anticlinorium d'axe NE-SW, comportant plusieurs anticlinaux et synclinaux parallèles. Au droit de la concession des HBL l'axe de pli principal est celui de l'anticlinal de Merlebach, partiellement faillé et déversé vers l'est (figure 1).

La faille de Metz limite approximativement le bassin au nord et au NW. D'après la géophysique et les données de forages profonds, la limite E à SE passe par une ligne joignant Gironcourt à Sarrebourg. Enfin, au SW, le bassin ne dépasse pas l'accident de la vallée de la Marne (figure 1).

2.2. ETAPES PRINCIPALES DE STRUCTURATION DU BASSIN

Cinq étapes principales jalonnent l'histoire du bassin houiller, et permettent d'expliquer la disposition actuelle des couches et des failles.

- Le bassin s'individualise au début du Carbonifère supérieur, à la suite de la phase tectonique sudète, sous la forme d'une vaste dépression intra-montagneuse ménagée dans le socle plissé dévono-dinantien.
- Le bassin, subsident, est ensuite comblé par une très puissante série fluvio-lacustre à palustre de plus de 5000 mètres d'épaisseur, accumulée au Carbonifère supérieur, pendant le Namurien et le Westphalien.
- Vers la fin du Westphalien, la phase tectonique asturienne engendre une structuration limitée, du bassin. La sédimentation houillère reprend au Stéphanien, mais cesse à la fin de cet étage, après accumulation de 1100 mètres de dépôts.
- A la fin du Permien inférieur (Autunien), les derniers mouvements tectoniques compressifs hercyniens (phase saaliens) modifient la géométrie du bassin. Se forme alors un vaste anticlinorium d'axe NE-SW, compartimenté par de nombreuses failles décrochantes de direction E-W et NO-SE.
- Une distension de direction N-S fait rejouer les décrochements saaliens en failles normales, avant, ou, parfois, pendant le dépôt du Saxonien (Permien moyen). L'essentiel des rejets verticaux actuels - pouvant dépasser 500 mètres - datent de cette période.

Ainsi, avant le dépôt de la couverture permo-triasique qui, en Lorraine, débute au Saxonien, le bassin a acquis l'essentiel de sa structure actuelle. Les mouvements post saxoniens ne provoqueront que peu de modifications d'envergure. Il s'agira surtout

d'une réactivation modérée des failles principales, susceptible néanmoins d'induire localement une accentuation des rejets antérieurs.

Parmi les dépôts venus recouvrir le Houiller après la phase saalienne, seuls ceux du Permien moyen et du Trias sont préservés au droit de la concession des HBL.

2.3. LA SUCCESSION VERTICALE DES TERRAINS HOUILLERS.

Dans la terminologie employée par les HBL, la série houillère westphalienne à stéphanienne comporte une succession d'assises (ensemble lithologique de caractéristiques homogènes). Chaque assise peut renfermer plusieurs zones, et chaque zone regrouper plusieurs faisceaux.

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). Quelques unes concernent le Stéphanien.

Un bref rappel ci-après des terrains reconnus au droit de la concession permet de présenter de manière synthétique le cadre litho-stratigraphique général du bassin. La succession verticale des terrains est brièvement décrite de la base au sommet. Elle est illustrée par les logs synthétiques des figures 3 à 5. Les épaisseurs indicatives, varient selon les lieux du gisement.

2.3.1. La série westphalienne

C'est l'ensemble productif principal du bassin. Sur environ 4000 mètres de dépôts accumulés, une centaine de veines de charbon sont répertoriées. Leur épaisseur varie de quelques centimètres à quatre ou cinq mètres. Elle atteint exceptionnellement quinze mètres.

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

- 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, phtanites 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 (figure 5):

2.3.1.1. *L'Assise d'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 (figure 5) :

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

12 veines de charbon y 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.

2.3.1.2. *L'Assise de Sulzbach : Westphalien C (inférieur)*

Elle correspond au **Faisceau des charbons gras** ou **Faisceau de Neunkirchen**. De la base au sommet elle comprend (figure 5) :

- 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 argilo-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.

2.3.1.3. *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 (figure 5) :

- Le **Faisceau de Geisheck**, à la base, est une série transitionnelle 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 NE au SW, sa puissance augmente fortement, tandis que sa richesse en charbon décroît.
 - Au NE (sièges de Simon et de Wendel), l'épaisseur est de 200 mètres, dont 30 à 35 mètres de charbon. 19 veines de charbon sont reconnues, dont 14 d'épaisseur supra métrique.
 - Au centre (Sainte-Fontaine), la puissance atteint 370 mètres. 14 veines, dont 6 de plus d'un mètre d'épaisseur, représentent un total de 15 mètres de charbon.
 - Au SW (Folschviller), le faisceau est pratiquement stérile. Seule la veine "Pierrette", épaisse de 3 mètres, est reconnue, en partie supérieure du faisceau.

Zone de Saint-Avoid : partie inférieure du Westphalien D.

Elle représente la partie inférieure des **Flambants supérieurs** et comprend, de la base au sommet (figure 4) :

- 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, et croît de Merlebach vers Folschviller (250 et 350 mètres respectivement). Au NE, (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 NE (siège de Simon) à 500 mètres à l'ouest (La Houve). La richesse en charbon est très variable :
 - C'est dans le secteur est 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 et 13 mètres à Folschviller et 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 (figure 4) :

- Le **Faisceau de Tritteling**, est relativement développé dans la partie ouest 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 cumulé.

- Le **Faisceau de Steinbesh**, 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 occidentales et sud-occidentales de la concession, notamment à Faulquemont et à Vernejoul, où il atteint 450 et 500 mètres d'épaisseur respectivement. 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 Falk, dans le nord-ouest de la concession.

2.3.2. La série stéphanienne

Elle est discordante (discordance angulaire) sur le Westphalien, à la suite des mouvements tectoniques fini-westphaliens (phase asturienne). Alors que les dépôts westphaliens comportent une minorité de faciès grossiers (35 à 45% en épaisseur cumulée), ces derniers (conglomérats et grès) sont au contraire majoritaires au sein de la série stéphanienne (60% d'épaisseur cumulée) :

- Les conglomérats sont polygéniques, avec des galets de quartz, de 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 deux exploitables.

Deux assises sont distinguées, de la base au sommet (figure 3).

2.3.2.1. L'Assise de Sarrelouis

Elle comprend à la base la **Zone de Göttelborn** et, au sommet celle de **Dilsburg** :

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 des galets et blocs de quartzites lustrés dévoniens et de quartz à patine rouille.
- Au dessus du Conglomérat de Holtz, l'essentiel des dépôts correspond à une puissante série alternante de grès souvent micacés, d'argilites et de pélites bariolées, épaisse d'environ 500 mètres. 3 minces veines de charbon 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 sous-jacents, bariolés. Dans la partie nord-ouest de la concession, 2 veines exploitables ont été reconnues, matérialisant le mur et le toit de la série :

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

2.3.2.2. 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 mètres a été traversée en partie inférieure.

2.4. SUCCESSION VERTICALE DES TERRAINS DE LA COUVERTURE PERMO-TRIASIQUE.

2.4.1. La série permienne

En Lorraine, le Permien inférieur (Autunien) est absent et la couverture permienne débute par le Saxonien (Permien moyen), partout discordant sur les terrains houillers.

Au droit de la concession, le Saxonien, série continentale complexe, remplit une paléo morphologie contrastée en cuvettes et chenaux, résultant de l'érosion post-saaliennne. Cette disposition explique l'extrême variabilité des épaisseurs de 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 série 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 argiles versicolores. (Kreuznach).

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

2.4.2. La série triasique

Dans l'ouest et le sud de la concession, où elle est la plus complète, la série comprend le Bundsandstein, le Muschelkalk et une partie du Keuper :

- Le Bundsandstein affleure dans une vaste zone déprimée, dans les parties centrale et septentrionale de la concession.
- Le Muschelkalk (Trias moyen) 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 :

2.4.2.1. Les grès du Bundsandstein

Il s'agit d'une série essentiellement gréseuse, d'une épaisseur totale comprise entre 400 et 450 mètres, qui renferment les principales ressources en eaux potables et industrielles 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*. Ce sont des 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, est un ensemble de grès fins à moyens arkosiques et micacés, à fréquentes empreintes végétales, et à ciment fréquemment dolomitique.

2.4.2.2. Les grès et marnes du Muschelkalk inférieur

Deux formations sont représentées :

- Le Grès coquillier, à la base, puissant de 30 à 35 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.

2.4.2.3. Les argiles dolomitiques et dolomies du Muschelkalk moyen

Puissantes de 80 mètres environ, elles comportent trois couches :

- Les *Couches rouges*, à la base : argilites bariolées, dolomitiques, micacées, parfois gypseuses ou à pseudomorphoses de sel gemme. Epaisseur 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 (Bouheporn). La puissance totale atteint 50 mètres.
- Les *Couches blanches* sommitales, représentent un niveau de dolomies fines tendres et crayeuses, de 5 mètres d'épaisseur environ.

2.4.2.4. Les calcaires et dolomies du Muschelkalk supérieur

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

- Le *Calcaire à entroques*, est un calcaire compact, souvent sub-lithographique, en gros bancs à minces joints marneux, admettant des passées à très abondantes entroques. Epaisseur environ 10 mètres
- Les *Couches à cératites* forment une alternance d'environ 50 mètres de puissance, de calcaires lithographiques ou biodétritiques, en dalles minces, et de marnes souvent fossilifères.

- Le *Calcaire à térébratules*, calcaire fossilifère en bancs d'épaisseur infra-métrique à métrique, à intercalation minces de marnes. Epaisseur voisine de 5 mètres (6 mètres à Faulquemont).

2.4.2.5. 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* de la Lettenkohle 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 intercalations lenticulaires de dolomies ou de grès dolomitiques vers la base.
- La *Dolomie limite de la Lettenkohle*, est une dolomie massive, à lits ferrugineux et quartzeux, d'épaisseur voisine de 3 mètres.

2.4.2.6. 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*, argilites bariolées plus ou moins dolomitiques, sableuses ou micacées, à pseudomorphoses de sel gemme, passées de gypse et d'anhydrite. Epaisseur environ 70 mètres.
- Le *Grès à plantes*, niveau mince (4 mètres) à abondantes intercalations de grès fins à empreintes végétales.
- Des marnes bariolées, quartzieuses, rougeâtres à verdâtres, épaisse d'environ 20 mètres.
- Les *Couches à esthéries* : marnes dolomitiques noirâtres, parfois argileuses de moins de 5 mètres d'épaisseur.

3. Caractérisation de la zone VSAH (Vernejoul - Saint-Avold – Hombourg)

3.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

3.1.1. *Emprise géographique*

Elle est localisée entre les champs exploités de La Houve-sud et Vernejoul au nord-ouest, ceux de Sainte-Fontaine et de Merlebach au nord et au nord-est et, au sud, celui de Folschviller (figure 2).

D'une superficie totale d'environ 64 km², elle s'étend principalement sur les communes de Porcellette, Longeville-les-Saint-Avold, Saint-Avold, Hombourg-Haut et, plus accessoirement, sur celles de Diesen, L'Hopital, Boucheporn et Macheren.

3.1.2. *Contexte géologique et morphologique à l'affleurement*

La plus grande partie de la zone VSAH appartient à la grande dépression façonnée dans le Grès vosgien (Bundsandstein), ouverte vers le nord et le nord-est jusqu'au delà de la frontière franco-allemande (figure 6).

Elle est limitée, à l'ouest, au sud et au sud-est, par la forte cuesta des calcaires et dolomies du Muschelkalk supérieur. Entre Saint-Avold et Hombourg, le front de cuesta s'aligne sur la faille de Longeville, de direction WSW-ENE.

En pied de cuesta, les termes gréseux supérieurs du Bundsandstein, les grès et marnes du Muschelkalk inférieur et les argiles dolomitiques et dolomies du Muschelkalk moyen forment un piedmont relativement étroit (1 à 2 km de largeur).

La faille de Hombourg marque la limite orientale de la zone et celle de Diesen la limite septentrionale.

3.2. LITHOLOGIE DES TERRAINS HOILLERS

Les différents forages implantés dans la zone VSAH permettent de reconnaître la lithologie d'ensemble des différentes couches et de préciser les caractéristiques des couches de charbons (localisation, nombre, épaisseur).

La succession lithologique est conforme à celle décrite dans le chapitre 2.3. Seules les caractéristiques principales sont reprises ci-dessous, et notamment celles concernant les couches de charbon, appréciées à partir des forages les plus représentatifs de chacune des assises.

La situation des différentes couches en regard des tranches de profondeur définies plus haut (1.4) est systématiquement précisée.

La figure 12 illustre la répartition synthétisée des couches, qui sont classées en deux catégories :

- Couches à priori stériles et potentiellement perméables. Ce critère de perméabilité résulte d'une estimation purement lithologique. Un conglomérat ou un grès est estimé *a priori* perméable, sauf indication contraire (portant sur le degré de cimentation par exemple), alors qu'une argilite est potentiellement considérée comme imperméable. Aucune mesure de perméabilité ne vient étayer cette classification, qui reste donc empirique.

*Ces couches, malgré l'absence complète d'eau dans l'ensemble du Houiller sont considérées comme des cibles d'injection de **type Aquifère**.*

- Couches à potentiel charbonnier avéré, c'est à dire contenant de nombreuses couches de charbon, entre lesquelles existent essentiellement des argilites plus ou moins silteuses ou gréseuses.

Dans les couches de ce type, les veines de charbon sont très minces, généralement d'épaisseur inférieure à 0.5 m. Les veines de puissance vraie supérieure à 1 m sont rares ou absentes.

*Ces couches sont les cibles de **type Charbon**. La présence d'argilites intercalées est un critère d'imperméabilité.*

Cas particulier pour ce qui concerne le faisceau de Steinbesch qui appartient à un **type mixte** en raison d'une lithologie d'ensemble très alternante, composée tantôt de couches à faciès grossiers gréseux et conglomératique **type Aquifère**, tantôt d'alternances de grès et d'argilites à fréquentes veines de charbon, apparentées au **type Charbon**.

Les caractéristiques des couches de charbon, présentes dans les cibles **type Charbon mais aussi, le cas échéant, dans les cibles **type Aquifère**, sont résumées dans le tableau 1.**

Les épaisseurs indiquées sont les épaisseurs vraies, corrigées du pendage, et non les épaisseurs apparentes.

3.2.1. Les couches type Aquifère

3.2.1.1. Conglomérat de Tritteling

Il n'est reconnu en totalité que par 2 forages (371 et 382), où son épaisseur varie de 196 à 206 m. Il s'agit d'une succession de couches conglomératiques d'épaisseur décamétrique, à intercalations plus gréseuses en bancs d'épaisseur métrique admettant, vers la base, de très rares passées d'argilites.

Le matériel est souvent décrit comme assez friable. Cela pourrait traduire une relative faiblesse de cimentation, et par voie de conséquence, une porosité élevée.

Le conglomérat de Tritteling renferme également quelques couches de charbon (tableau 1), dont les caractéristiques sont les suivantes, dans le forage 381 :

- La zone à charbon (du toit de la couche supérieure au mur de la couche inférieure) possède une puissance vraie de 57 m, ce qui représente le quart de la puissance totale vraie du faisceau. Compte tenu du pendage, la zone à charbon se situe entre 831 et 900 m de profondeur, c'est à dire entièrement dans la tranche B.
- L'épaisseur cumulée vraie de charbon est inférieure à 4 m, répartie en 16 couches, dont 14 sont d'épaisseur inférieure à 0,5 m et deux d'épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.
- Il n'existe aucune couche de charbon d'épaisseur supérieure à 1 m.

3.2.1.2. Conglomérat de Merlebach.

Il est très peu puissant, mais constitue une zone perméable potentielle entre les faisceaux charbonniers de Laudrefang et de la zone de Forbach.

Il comporte une alternance de bancs conglomératiques d'épaisseur métrique à plurimétrique, et de bancs de grès ou d'argilites. Sa lithologie semble évoluer latéralement, par disparition des faciès grossiers en direction de l'ouest.

Aucune couche de charbon n'a été recoupée dans les forages de la zone VSAH.

3.2.1.3. Les Grès de Sainte-Fontaine

Dans les quatre forages qui les ont traversés en totalité (419, 425, 420 et 423). Ils apparaissent constitués de grès rouges à gris en couches d'épaisseur métrique à pluri métrique, à minces passées conglomératiques et rares passées d'argilites

Aucune mention concernant l'état de la cimentation n'est disponible, permettant d'évaluer l'importance de la porosité. Dans le forage 420, les grès sont fréquemment fissurés et les diaclases sont le plus souvent remplies par de la calcite.

Aucune couche de charbon n'a été recoupée dans les forages de la zone VSAH.

3.2.1.4. Les Conglomérats de Sainte-Fontaine

Dans le forage 373 qui les recoupe en totalité, ils forment une succession de couches de grès violacé à gris, parfois conglomératique, au sein de laquelle les passées purement conglomératiques sont peu nombreuses, d'épaisseur métrique à pluri métrique. De rares passées minces de grès argileux s'intercalent à divers niveaux, d'épaisseur métrique à infra-métrique.

Le faciès est décrit comme bien cimenté, notamment vers la base, ce qui laisse supposer une porosité médiocre.

3.2.2. Les couches de type Charbon

3.2.2.1. Le faisceau de Laudrefang

Un seul forage le traverse en totalité (382) sur une épaisseur vraie de 522 m. Le faisceau est constitué d'une alternance d'argilites dominantes, en bancs d'épaisseur métrique à plurimétrique à très nombreuses couches de charbon d'épaisseur pluri centimétrique à exceptionnellement métrique, et de grès plus ou moins conglomératiques, en couches d'épaisseur métrique, parfois pluri-métrique. Des couches de conglomérat d'épaisseur métrique sont observées vers la base.

Dans le forage 382, la zone à charbon (du toit de la couche supérieure au mur de la couche inférieure) représente la quasi totalité de l'épaisseur vraie du faisceau (510 m sur 522 m). Compte tenu du pendage, cette zone se situe entre 564 et 1087 m de profondeur, c'est à dire entièrement dans la tranche B et le sommet de la tranche C.

- Le charbon représente 8,2% du faisceau, soit une épaisseur vraie cumulée de 43 mètres (tableau 1). Il se répartit en 191 veines, dont 173 d'épaisseur inférieure à 0,5 m. 15 veines ont une épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.
- Trois veines ont une épaisseur supérieure à 1 mètre avec un maximum de 1,46 m. Elles sont présentes dans la moitié supérieure du faisceau, entre 570 et 773 m de profondeur, c'est à dire dans la tranche B (500 à 100 m de profondeur).

3.2.2.2. La zone de Forbach

Elle est recoupée dans son entier par le forage 380, où sa puissance vraie est de 766 m. La lithologie est très semblable à celle du faisceau de Laudrefang. Les faciès grossiers sont cependant plus rares, notamment les conglomérats, qui n'apparaissent plus qu'en minces intercalations.

- Dans ce forage, la zone à charbon représente la quasi totalité de l'épaisseur vraie du faisceau (734 m sur 766 m). Compte tenu du pendage, cette zone se situe entre 515 et 1309 m de profondeur, c'est à dire dans la tranche B et la partie supérieure de la tranche C.
- Le charbon représente 6,3% du faisceau, soit une épaisseur vraie cumulée de 46 mètres (tableau 1). Il se répartit en 302 veines, dont 291 d'épaisseur inférieure à 0,5 m. 10 veines ont une épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.

- Une seule veine d'épaisseur supérieure à 1 m (1,70 m) est observée, en partie supérieure du faisceau à 693 m de profondeur, c'est à dire dans la tranche B.

3.2.2.3. La première partie des Charbons Gras

Seul le forage 420 l'a traversé entièrement, sur une épaisseur vraie de 216 m. La lithologie est semblable à celle de la zone de Forbach, mais les passées conglomératiques ont quasiment disparu.

- Dans ce forage, la zone à charbon représente la quasi totalité de l'épaisseur vraie du faisceau (212 m sur 216 m). Compte tenu du pendage, cette zone se situe entre 990 et 1235 m de profondeur, c'est à dire à l'extrême base de la tranche B et au sommet de la tranche C.
- Le charbon représente 13,2% du faisceau, soit une épaisseur vraie cumulée de 28 mètres (tableau 1). Il se répartit en 92 veines, dont 75 d'épaisseur inférieure à 0,5 m et 15 d'épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.
- Deux veines d'épaisseur supérieure à 1 m (1,7 et 1,3 m) sont observées, à 1023 et 1132 m de profondeur respectivement, dans la tranche C.

3.2.2.4. La Deuxième partie des Charbons Gras

Elle est recoupée dans son entier par les forages 419 et 423, où sa puissance vraie est respectivement de 322 et 379 m. La lithologie observée est quasiment identique à celle de la première partie des Charbons Gras.

Dans le forage 420, les caractéristiques principales des niveaux charbonniers sont les suivantes :

- La zone à charbon représente la quasi totalité de l'épaisseur vraie du faisceau (314 m sur 322 m). Compte tenu du pendage, cette zone se situe entre 642 et 1012 m de profondeur, c'est à dire dans la tranche B et dans l'extrême sommet de la tranche C.
- Le charbon représente 9 % du faisceau, soit une épaisseur vraie cumulée de 28 mètres (tableau 1). Il se répartit en 106 veines, dont 92 d'épaisseur inférieure à 0,5 m, et 11 d'épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.
- Trois veines d'épaisseur supérieure à 1 m (2,2 m, 1,6 m et 1,1 m) sont observées, toutes situées au sein de la tranche B, à 642, 842 et 939 m de profondeur respectivement.

3.2.3. Les couches de type mixte

3.2.3.1. Le faisceau de Steinbesch

Ce faisceau n'est jamais reconnu dans sa totalité, car sa partie supérieure a systématiquement été érodée lors de la phase anté stéphanienne, puis de la phase anté permienne.

Le forage 381 a rencontré une série de 480 mètres de puissance vraie, au sein de laquelle trois parties peuvent être distinguées, de la base au sommet :

- La partie inférieure est une alternance d'argilites à intercalations de veines de charbon et de bancs gréseux d'épaisseur métrique à plurimétrique. Il s'agit d'une lithologie relativement similaire à celle des faisceaux de **type Charbon**. Sa puissance vraie est de 120 m.
- La partie médiane, d'une épaisseur vraie de 200 m, est une succession de grandes séquences à granocroissance négative, d'épaisseur pluri-décamétrique. Chaque séquence possède un corps essentiellement conglomératique, coiffé par un intervalle de faible puissance (pluri-métrique à décimétrique) caractérisé par la présence de minces couches de charbon au sein d'argilites à passées gréseuses.
Par la présence prépondérante des faciès grossiers, cette partie médiane s'apparente au **type Aquifère**. Les sommets de séquences ont une affinité **type Charbon**.
- La partie supérieure, à conglomérats et grès, est de **type Aquifère**. Son épaisseur vraie est de 160 m.

Dans le forage 381, les caractéristiques principales des niveaux charbonniers sont les suivantes :

- La zone à charbon représente les 2/3 du faisceau (317 m d'épaisseur vraie sur les 480 m). Compte tenu du pendage, cette zone se situe entre 471 et 814 m de profondeur, c'est à dire dans la tranche B et dans la partie inférieure de la tranche A.
- Le faisceau contient 2,5% de charbon, soit une épaisseur vraie cumulée de 8 mètres (tableau 1). 33 veines sont répertoriées, dont 30 d'épaisseur inférieure à 0,5 m, et 2 d'épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.
 - Les deux tiers des veines forment la partie inférieure du faisceau, qui renferme la seule veine d'épaisseur supra métrique (2,01 m) située à 770 m de profondeur.
 - Les autres veines caractérisent les sommets de séquences de la partie médiane du faisceau.
- La partie supérieure du faisceau ne contient aucune veine de charbon dans ce forage.

Dans le secteur de Vernejoul, dont la prolongation recouvre la partie NW de la zone VSAH, les premiers niveaux du faisceau recoupé sous le Permien recèlent cependant plusieurs veines de forte épaisseur, connues et exploitées plus à l'ouest, au sein de la tranche A.

- Dans le secteur exploité (hors de la zone VSAH), l'épaisseur totale de charbon dans cette partie supérieure est comprise entre 10 et 14 mètres, répartis en 4 ou 5 couches parmi lesquelles les veines Théodore 1-2, Henri, Albert et Marie.
- Les forages implantés en bordure du champ exploité, dans le NW de la zone VSAH, ont également recoupé quelques veines épaisses. C'est le cas notamment du

forage 319 et du puits de Vernejoul. Dans ce dernier, quatre couches d'épaisseur supra métrique sont observées :

- Les trois premières (1,42 m, 1,10 m et 1,40 m) ne sont séparées que par de minces niveaux d'argilites, entre 370 et 376 m de profondeur.
- La quatrième couche (1,45 m de puissance) apparaît quelques mètres plus bas, à 388 m.

L'évolution latérale du faisceau dans ce secteur nord occidental est caractérisé par une raréfaction du charbon d'ouest en est, en même temps que le volume et la grossièreté des décharges détritiques s'accroît dans cette direction.

3.2.3.2. Le Stéphanién

La plus grande épaisseur de Stéphanién est recoupée par le forage 475 (510 m). Il s'agit d'une alternance de conglomérats et de grès, qui semble organisée en grandes séquences d'épaisseur décamétrique à pluri décamétrique, comme c'est le cas dans la partie médiane du faisceau de Steinbesch.

Les sommets de séquences sont parfois constitués d'une alternance d'argilites et de grès, à passées conglomératiques minces, et renferment l'essentiel des veines de charbon.

- Dans le forage 475, la zone à charbon représente les 3/5ème du faisceau (292 m d'épaisseur vraie sur les 510 m). Compte tenu du pendage, cette zone se situe entre 589 et 886 m de profondeur, c'est à dire entièrement dans la tranche B.
- Le faisceau contient 6,4% de charbon, soit une épaisseur vraie cumulée de 18,7 mètres (tableau 1). 48 veines sont répertoriées, dont 36 d'épaisseur inférieure à 0,5 m, et 7 d'épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m.
- 5 veines ont une épaisseur supra-métrique, comprise entre 1,3 et 1,9 m. Toutes sont situées dans les 100 mètres supérieurs de la zone à charbon, entre 596 et 677 m de profondeur, dans la partie supérieure de la tranche B.

3.3. GEOMETRIE DES TERRAINS HOUILLERS

3.3.1. Données géométriques nécessaires à l'élaboration des cartes d'isohypses des différentes couches.

3.3.1.1. Pendage des couches

La disposition du Houiller sous le Permien est illustrée par l'écorché géologique au toit du Houiller proposé par M. Donsimoni (1981 Planche 1) (figure 7). En complément ont été réalisées deux coupes transversales W-E, en partie centrale (coupe C1, figure 10) et méridionale de la zone VSAH (coupe C2, figure 11).

La zone VSAH correspond pour l'essentiel au flanc ouest faiblement penté de l'anticlinal dissymétrique de Merlebach.

Le flanc oriental de cet anticlinal est au contraire très redressé, voire localement déversé vers l'est. Il ne concerne que la partie très orientale de la zone, où il est affecté par la faille de Hombourg, dont le tracé NNE-SSW longe l'axe de l'anticlinal de Merlebach.

En raison de cette structuration générale, les terrains houillers qui viennent au contact du Permien sont de plus en plus anciens de l'ouest vers l'est (figure 7) :

- Le Stéphanien occupe une large partie occidentale de la zone VSAH.
- Le Westphalien D, forme une bande sub-méridienne centrale.
- Le Westphalien C, caractérise la partie orientale, de part et d'autre de l'axe anticlinal de Merlebach

Les terrains les plus anciens, appartenant au Westphalien B, sont présents sous le Permien immédiatement au nord-est de la zone, au droit du champ exploité de Merlebach.

Dans la partie orientale de la zone VSAH, la plus proche de l'axe de l'anticlinal de Merlebach, les couches sont assez fortement inclinées vers l'W et le SW. En forage, des pendages varient de 45° à 85°.

Rapidement vers l'ouest, les pendages diminuent, devenant voisins de 10° à 15° dans une large partie occidentale de la zone.

3.3.1.2. Puissance des couches

La puissance des différentes couches est reportée dans la figure 12. Les épaisseurs mentionnées sont les épaisseurs vraies, recalculées à partir des épaisseurs apparentes et des pendages moyens mesurés en forage.

Compte tenu du pendage général vers l'W- SW, les couches s'approfondissent de l'est vers l'ouest. Les différents forages de la zone VSAH recoupent donc des assises différentes selon leur lieu d'implantation :

- Les forages de la partie occidentale recoupent plutôt les assises supérieures du Houiller (Stéphanien et sommet du Westphalien D).
- Ceux de la partie centrale reconnaissent essentiellement le Westphalien D et le sommet du Westphalien C.
- En partie orientale, les forages sont implantés au droit du Westphalien C.

3.3.1.3. Les failles structurant le Houiller

Leur disposition et leurs caractéristiques sont illustrées par la figure 9.

Les failles principales qui structurent la zone VSAH sont anté- à post-saxonniennes. Elles affectent donc à la fois les terrains houillers et la couverture permo-triasique. Elles sont donc éventuellement susceptibles de drainer vers la surface des fluides injectés dans le Houiller.

La plupart d'entre elles sont d'anciens décrochements résultant de la compression saalienne (Donsimoni, 1981). Elles affectent la totalité des terrains houillers. L'essentiel du décalage vertical qu'elles y provoquent provient d'un rejeu en faille normale au cours de la distension N-S anté- à syn-saxonienne. Leur prolongement dans la couverture permo-triasique résulte d'une réactivation en faille normale lors de la distension NE-SW mésozoïque post-triasique.

Il ne saurait cependant être exclu que certaines parmi ces failles correspondent en fait à des failles de couverture, post-saxonniennes, dont l'enracinement dans la série houillère pourrait n'être que très superficiel. La question se pose par exemple pour les failles méridiennes du secteur de Geiselsberg et de Kirchenberg.

Elles sont reportées sur la carte structurale en isohypses de la surface actuelle de contact entre le Houiller et le Permien, élaborée par les HBL, et fournie dans une version réactualisée en 2004.

Les failles du horst de Vernejoul-Est

D'après les données des HBL, la faille de Diesen au nord et celle de Varsberg au sud ont un tracé sub-parallèle, de direction NW-SE. Elles sont distantes l'une de l'autre d'environ 600 mètres.

Elles délimitent une zone centrale haute (figure 9), bordée au nord et au sud par des compartiments abaissés de manière relativement symétrique. L'abaissement est plus réduit dans la couverture que dans les terrains houillers :

- dans la couverture, il est voisin de 10 à 20 mètres, en raison de l'érosion anté-saxonienne,
- en profondeur, au sein des terrains houillers, l'abaissement est estimé à 200 ou 300 mètres.

Les failles du horst de Boucheporn

Il s'agit de deux failles parallèles de direction WNW-ESE, distantes d'environ 2 km.

La faille de Boucheporn, au nord, présente un tracé sinueux. Son extrémité est se bloquerait contre une courte faille méridienne, au nord du hameau de Merbette. La faille de Momerstroff, au sud, est plus rectiligne et vient se bloquer à l'est contre la faille de la Chapelle.

Ces deux failles délimitent une zone haute centrale (figure 9), bordée au nord et au sud par des compartiments abaissés. Dans la couverture l'abaissement est dissymétrique, plus fort au sud (40 mètres) qu'au nord (15 mètres). Dans les terrains houillers, le décalage vertical est vraisemblablement plus important.

(15 mètres). Dans les terrains houillers, le décalage vertical est Les failles de Longeville, de la Chapelle et de Steinberg

Au droit de la zone, les failles de Longeville et de la Chapelle ont une direction globalement W-E à WSW-ENE. La faille de Steinberg joint les deux précédentes selon une direction NW-SE (figure 9).

Elles comptent parmi les accidents majeurs du bassin :

- D'une part elles provoquent un décalage vertical très important au sein des terrains houillers, estimé localement à plus de 600 mètres (faille de Longeville).
- D'autre part, en raison de leur fonctionnement partiel pendant la sédimentation saxonnienne, de très importantes accumulations de dépôts saxoniens se sont produites à leurs pieds. Les zones d'accumulations principales se situent :
 - en bordure nord de la faille de Longeville, entre Bambiderstroff et Saint-Avold,
 - en bordure nord de la faille de la Chapelle, au nord-ouest de Hombourg,
 - à l'ouest de la faille de Steinberg.
- Elles peuvent guider la morphologie actuelle. C'est le cas par exemple de la faille de Longeville, qui détermine largement le tracé de la cuesta du Muschelkalk supérieur dans la partie sud de la zone VSAH

Le rejet vertical peut-être de très forte amplitude dans les terrains de couverture. Les compartiments nord des failles de Longeville et de la Chapelle et le compartiment SW de la faille de Steinberg seraient ainsi effondrés de 100 à 200 mètres.

La faille de Hombourg

Cet accident, de direction SSW-NNE se raccorde à la faille de Longeville au sud et bloque celle de la Chapelle au nord-est. Elle marque la limite est de la zone VSAH (figure 9).

Il s'agit à l'origine d'une faille inverse saalienne, synchrone de la formation de l'anticlinal de Merlebach, dont elle cisaille le flanc oriental. Elle a rejoué ensuite à plusieurs reprises en faille normale, au Permien et au cours du Mésozoïque.

Le décalage vertical actuellement constaté, dans les terrains de la couverture comme dans ceux du Houiller, est fréquemment supérieur à 100 mètres.

Les failles méridiennes du Geiselberg et du Kirchenberg

Il s'agit de deux courtes failles méridiennes, dont l'extrémité sud vient se bloquer contre la faille de Boucheporn. Toutes deux se caractérisent par un abaissement de leur compartiment ouest (figure 9).

Dans la couverture permo-triasique, le rejet vertical maximum de la faille du Geiselberg est estimé à environ 45 mètres d'après la sismique. Celui de la faille du Kirchenberg est de l'ordre de 10 à 20 mètres.

Le rejet dans le houiller n'est pas déterminé. Ces failles pourraient n'être que très faiblement enracinées dans le houiller et correspondre ainsi à des accidents de couverture, post-saxoniens (liés à la distension E-W mésozoïque ?).

3.3.1.4. Décalages verticaux induits par les principales failles

Les deux coupes C1 et C2 (figures 10 et 11) illustrent les décalages verticaux de part et d'autre des failles principales de la Chapelle, de Longeville et de Steinberg. Compte tenu du caractère relativement dispersé des forages, les décalages représentés sont nécessairement indicatifs. Néanmoins, il est assuré qu'ils atteignent couramment plusieurs centaines de mètres, notamment au droit des failles de Longeville et de la Chapelle.

3.3.2. Géométrie des surfaces séparant les différentes couches

3.3.2.1. Surface topographique du toit du Houiller.

Elle est illustrée par la carte en isohypses de la surface de contact entre le Houiller et sa couverture permienne (figure 8). Cette carte a été élaborée à partir d'une carte originale fournie par les HBL, et d'une interprétation partielle effectuée dans le cadre du présent travail. La zone VSAH, non exploitée, n'est en effet que partiellement concernée par la carte originale, au nord d'une ligne joignant Boucheporn à Saint-Avoid. Au sud de cette ligne, le tracé des isohypses a nécessité une reprise de l'ensemble de la carte, permettant d'améliorer les raccords.

Dans la zone VSAH, la topographie des terrains houillers est très accidentée, avec une dénivelée de 450 mètres, entre les cotes NGF -400 m et +40 m.

Cette disposition résulte, pour une part, de l'érosion importante des terrains du Houiller entre la fin du Stéphaniens et le début du Saxonien. Pour une autre part, la réactivation des failles pendant et après le Saxonien a provoqué des décalages verticaux du toit du Houiller, pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres au droit des failles principales.

Deux domaines apparaissent ainsi (figure 8).

- Le domaine situé au nord de la faille de la Chapelle. Il apparaît structuré par deux compartiments hauts NW-SE, délimités chacun par deux failles bordières :
 - L'axe de Vernejoul, limité par les failles de Diesen et de Varsberg, culminant vers + 40 m NGF.
 - L'axe de Boucheporn, bordé par les accidents de Boucheporn et de Momerstroff. Son apex se situe légèrement au dessus de la cote NGF 0 m.
- Le domaine délimité par les failles de la Chapelle et de Longeville, très fortement structuré dans sa partie orientale, de part et d'autre de la faille de Steinberg. S'y distinguent :
 - A l'ouest de la faille de Steinberg, deux zones déprimées, situées vers -325 et -400 m NGF, séparées par une zone haute (~ -175 m NGF).

- A l'est de la faille de Steinberg, une zone haute d'axe NW-SE, culminant vers +50 m NGF. Elle est bordée, au NE, par une zone basse (-325 m NGF) d'axe SW-NE, prise en écharpe par la faille de la Chapelle.

C'est au droit des principales zones basses mentionnées ci-dessus qu'est observé un surépaississement du Permien, en liaison avec un rejeu syn-sédimentaire des failles de la Chapelle, de Longeville et de Steinberg.

3.3.2.2. Profondeur du charbon

Profondeur de la première couche de charbon

La carte d'isoprofondeur présentée en figure 13, est destinée à montrer la profondeur de la première couche de charbon, quelle que soit son épaisseur et sa répartition stratigraphique. Deux domaines apparaissent :

- un domaine septentrional, où la première occurrence de charbon se situe dans la tranche A,
- un domaine méridional, où cette première occurrence se situe entre 500 et 850 m de profondeur, c'est à dire dans la tranche B.

Profondeur de la première couche de charbon d'épaisseur excédant 1m

La carte d'isoprofondeur est présentée en figure 14. S'y distinguent trois domaines de profondeur :

- un large domaine central qui correspond à la tranche B,
- un domaine septentrional, où la première couche d'épaisseur supra-métrique se situe à moins de 500 m de profondeur, dans la tranche A,
- un double domaine de profondeurs plus importantes, au SW et au SE de la zone VSAH. La première couche se situe entre 1000 et 1200 m de profondeur, c'est à dire au sein de la tranche C.

3.3.2.3. Cartes d'isohypses des différents faisceaux

Toit du Conglomérat de Tritteling

Il s'agit de la surface de contact entre le faisceau de Tritteling et le faisceau de Steinbesch sus-jacent.

D'après la carte en isohypses proposée en figure 15, la surface plonge vers l'W-SW, et passe ainsi successivement dans les différentes tranches de profondeur.

Elle se situe pour la plus grande part dans la tranche B et dans la tranche C.

Sa présence au sein de la tranche A, la moins profonde, est limitée à une étroite bande orientale, en raison des érosions postérieures au dépôt du Houiller.

La tranche D est représentée dans un secteur très restreint au SW.

Entre les failles de la Chapelle et de Longeville, la couche est en apparence entièrement comprise au sein de la zone B. Cependant, la partie ouest reste méconnue, en raison du manque de données.

Dans une large partie orientale de la zone VSAH, le conglomérat de Tritteling et les assises qui le surmontent ont été entièrement décapés avant les premiers dépôts du Permien (Saxonien).

Toit du Faisceau de Laudrefang

Cette surface représente le contact entre le principal faisceau de **type Charbon**, à la base, et les couches de **type Aquifère** qui le surmontent (Conglomérat de Tritteling et faisceau de Steinbesch *pro parte*). Elle est illustrée par la figure 16.

Au nord de la faille de la Chapelle, la surface plonge nettement vers le SW :

- La surface se situe principalement dans les tranches B et C.
- Les profondeurs les plus importantes (tranche D) sont localisées dans le secteur SW, approximativement au sud de la faille de Momerstroff.
- Les profondeurs les plus faibles, inférieures à 500 m (tranche A) se rencontrent dans le secteur NE, en bordure de la zone orientale érodée sous le Permien.

Entre les failles de la Chapelle et de Longeville, la couche se situe pour l'essentiel dans la tranche B. Seul un petit secteur, au NE, pourrait représenter une zone de profondeurs moindres, appartenant à la tranche A. La partie ouest, très resserrée entre deux failles reste méconnue, en raison du manque de données.

Mur du Faisceau de Laudrefang

Cette surface est illustrée par la figure 17.

Au nord de la faille de la Chapelle, le plongement vers le SW est toujours bien visible :

- Pour l'essentiel, la surface se situe dans la tranche D, entre 1500 (-1250 m NGF), et 2000 m (-1750 m NGF).
- Les profondeurs correspondant à la tranche C forment une bande méridienne décalée vers l'est.
- Dans le secteur SW, à partir de la faille de Momerstroff, la surface se situe en dessous de 2000 m de profondeur.
- Les profondeurs correspondant à la tranche B constituent une étroite bande méridienne orientale.
- La tranche A n'est représentée que par un mince liseré en bordure de la zone érodée dans l'est de la zone VSAH.

Entre les failles de la Chapelle et de Longeville, la couche se situe pour l'essentiel en dessous de 1000 m de profondeur (tranche C, sous la cote NGF -750 m), sauf dans une étroite bande orientale où elle est moins profonde (tranche B).

Mur de la zone de Forbach

La carte présentée en figure 18 montre que la plus grande partie de la surface est située en dessous de 2000 m de profondeur (cote NGF -1750m).

- En raison de l'augmentation des pendages, les zones correspondant aux tranches B, C et D sont relativement réduites, et forment des bandes quasi méridiennes.
- La tranche A (moins de 500 m de profondeur) n'est que très faiblement représentée en bordure de la zone d'érosion anté-permienne orientale.

Mur de la première partie des Charbons Gras

La carte est proposée en figure 19. Les observations faites pour le mur de la zone de Forbach restent valables. Les profondeurs inférieures à 2000 m ne sont atteintes que dans la zone orientale, la plus proche de l'axe anticlinal de Merlebach.

Mur de la deuxième partie des Charbons Gras

Comme la carte précédente, celle du mur de la deuxième partie des Charbons Gras (figure 20) montre que l'essentiel de la surface est située en dessous de 2000 m, c'est à dire sous la tranche D. Ce n'est que dans la partie très orientale de la zone VSAH que cette surface est accessible à des profondeurs moindres, en raison de la remontée des couches occasionnée par l'anticlinal de Merlebach.

4. Conclusion : Calcul des volumes accessibles

4.1.1. Méthode de calcul

4.1.1.1. Volume global des couches

L'estimation des volumes globaux disponibles pour le stockage repose sur un calcul qui implique les aires des surfaces occupées par les couches et leurs épaisseurs connues dans la zone VSAH.

Pour une couche donnée, l'aire prise en compte est calculée comme la moyenne des aires des surfaces supérieure et inférieure de la couche, en tenant compte de l'inclinaison des couches.

Le volume est alors simplement obtenu par le produit de l'aire moyenne par l'épaisseur moyenne. Sont calculés :

- les volumes des faisceaux porteurs dans leur entier,
- les volume totaux de charbon qu'ils renferment (pour les couches de **type Charbon** principalement),
- les volumes de charbon contenus dans les veines d'épaisseur supérieures à 1 mètre, le cas échéant.

4.1.1.2. Volumes par tranches de profondeur

Les volumes obtenus sont ensuite déclinés par tranches de profondeur, à partir d'un calcul similaire à celui réalisée pour l'évaluation des volumes globaux.

Les surfaces inférieures et supérieures des couches traversent fréquemment plusieurs tranches de profondeur. Pour chaque tranche de profondeur, n'est prise en compte ici que l'aire de la portion de surface traversant cette tranche. Sont ainsi calculés, pour chaque tranche de profondeur :

- les volumes des faisceaux porteurs impliqués dans la tranche considérée,
- les volume totaux de charbon qu'ils renferment (pour les couches de **type Charbon** principalement),
- les volumes de charbon contenus dans les veines d'épaisseur supérieures à 1 mètre, le cas échéant.

4.1.1.3. Précision des estimations

Les sources d'imprécision, à ce stade préliminaire d'étude, sont nombreuses :

- Nombre réduit et répartition irrégulière des données de forage, ayant une répercussion défavorable sur l'évaluation des aires des surfaces.
- Manque de données sur la fracturation effective des couches. Il ne fait aucun doute en effet que le nombre réduit de failles représentées dans la zone VSAH en regard des failles reconnues dans les zones exploitées environnantes n'est que le reflet de la plus faible densité de données et non le signe d'une disposition structurale plus calme.
- Variations d'épaisseurs difficiles à appréhender, notamment en raison des variations de pendages et de la présence des failles.
- Variations latérales de lithologie, et notamment variations du nombre et de la puissance des couches de charbons, liées la disposition paleo-géographique des environnements de dépôt.

Au total, les répercussions sur les volumes calculés sont difficiles à chiffrer. Faute de calcul d'erreur, la précision des résultats exprimés ci-dessous est estimée arbitrairement à +/- 25%.

4.1.2. Résultats

Les résultats, présentés dans le tableau 2, sont commentés par tranches de profondeur croissante, pour tenir compte des critères techniques et économiques exprimés dans les objectifs de cette étude préliminaire (Cf 1.4). Ils sont exprimés en millions de m³, unité systématiquement abrégée en M m³ dans la suite du texte.

4.1.2.1. Volumes accessibles dans la tranche A

Réservoir de type Aquifère

Seul le faisceau de Tritteling a fait l'objet d'un calcul de volume. Le faisceau de Steinbesch, en raison d'une érosion très irrégulière de sa partie supérieure au cours du Stéphanien et du Permien n'a pu être traité, faute de pouvoir obtenir une image fiable de sa partie supérieure. Pour les mêmes raisons le Stéphanien n'a fait l'objet d'aucun calcul.

Le volume global du faisceau disponible dans la tranche A est de 562 M m³, dont 17 M m³ de charbon. Aucune couche d'épaisseur supérieure à 1 mètre n'est disponible.

Cibles de type Charbon

Le faisceau de Laudrefang avec un volume de 781 M m³ est la principale cible de cette tranche. Le volume total de Charbon y est de 63 M m³, dont 6 M m³ accessibles au sein de couches d'épaisseur supra métrique.

Viennent ensuite, par ordre de volume global de charbon décroissant :

- La Première partie des Charbons Gras. Volume global 90 M m³, dont 12 M m³ charbon (1 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La Deuxième partie des Charbons Gras. Volume global 115 M m³, dont 10 M m³ charbon (2 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La zone de Forbach. Volume global 105 M m³, dont 6 M m³ charbon (0,2 M m³ seulement au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).

4.1.2.2. Volumes accessibles dans la tranche B

Réservoir de type Aquifère

Le volume global du faisceau de Tritteling disponible dans la tranche A est de près de 5 000 M m³, dont 149 M m³ de charbon en couches d'épaisseur décimétrique. Aucune couche d'épaisseur supérieure à 1 mètre n'est disponible.

Cibles de type Charbon

Le faisceau de Laudrefang avec un volume de 7264 M m³ est la principale cible de cette tranche. Le volume total de Charbon est de 581 M m³, dont 56 M m³ accessibles au sein de couches d'épaisseur supra-métrique.

Viennent ensuite, par ordre de volume global de charbon décroissant :

- La Deuxième partie des Charbons Gras. Volume global 1438 M m³, dont 129 M m³ de charbon (22 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La Première partie des Charbons Gras. Volume global 726 M m³, dont 94 M m³ de charbon (10 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La zone de Forbach. Volume global 2873 M m³, dont 172 M m³ de charbon (6 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).

4.1.2.3. Volumes accessibles dans la tranche C

Réservoir de type Aquifère

Le volume global du faisceau de Tritteling disponible dans la tranche A est de 2243 M m³, dont 67 M m³ de charbon en couches d'épaisseur décimétrique. Aucune couche d'épaisseur supérieure à 1 mètre n'est disponible.

Cibles de type Charbon

La zone de Forbach avec un volume de 8226 M m³ est la principale cible de cette tranche. Le volume total de Charbon est de 493 M m³, dont 18 M m³ accessibles au sein de couches d'épaisseur supra-métrique.

Viennent ensuite, par ordre de volume global de charbon décroissant :

- La Deuxième partie des Charbons Gras. Volume global 918 M m³, dont 83 M m³ de charbon (14 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La Première partie des Charbons Gras. Volume global 809 M m³, dont 105 M m³ de charbon (11 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- Le faisceau de Laudrefang . Volume global 7892 M m³, dont 631 M m³ de charbon (61 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).

4.1.2.4. Volumes accessibles dans la tranche D

Réservoir de type Aquifère

Le volume global du faisceau de Tritteling disponible dans la tranche A est de 468 M m³, dont 14 M m³ de charbon en couches d'épaisseur décimétrique. Aucune couche d'épaisseur supérieure à 1 mètre n'est disponible.

Cibles de type Charbon

La zone de Forbach avec un volume de 10535 M m³ est la principale cible de cette tranche. Le volume total de Charbon est de 632 M m³, dont 23 M m³ accessibles au sein de couches d'épaisseur supra-métrique.

Viennent ensuite, par ordre de volume global de charbon décroissant :

- Le faisceau de Laudrefang. Volume global 6059 M m³, dont 485 M m³ de charbon (47 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra métrique).
- La Première partie des Charbons Gras. Volume global 1414 M m³, dont 184 M m³ de charbon (19 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La Deuxième partie des Charbons Gras. Volume global 1297 M m³, dont 117 M m³ de charbon (20 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).

4.1.2.5. Volumes inaccessibles, à plus de 2000 m de profondeur

Ces données sont fournies pour mémoire, car à cette profondeur, les couches sont considérées comme inaccessibles tant sur les plan techniques qu'économiques.

Réservoir de type Aquifère

Le faisceau de Tritteling n'est pas concerné, car, au sein de la zone VSAH, il est toujours situé au dessus de 2000 de profondeur.

Cibles de type Charbon

La Deuxième partie des Charbons Gras avec un volume de 14742 M m³ est la principale cible de cette tranche. Le volume total de Charbon est de 1327 M m³, dont 222 M m³ accessibles au sein de couches d'épaisseur supra-métrique.

Viennent ensuite, par ordre de volume global de charbon décroissant :

- La Première partie des Charbons Gras. Volume global 8928 M m³, dont 1161 M m³ de charbon (123 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- La zone de Forbach. Volume global 16935 M m³, dont 1016 M m³ de charbon (37 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).
- Le faisceau de Laudrefang. Volume global 1521 M m³, dont 122 M m³ de charbon (12 M m³ au sein des couches d'épaisseur supra-métrique).

Bibliographie

M. Donsimoni, 1981 - Le bassin houiller lorrain. Mémoire du BRGM n°117, Editions du BRGM Orléans.

Synthèse géologique du bassin de Paris, 1980 – Mémoire du BRGM n°103 stratigraphie et paléogéographie. Claude Mégnien Coord.

Carte géologique à 1/50 000 de Boulay-Moselle et sa notice, 1955. 1^{ère} édition N. Theobald Coord. BRGM Edit.

Carte géologique à 1/50 000 de Saint-Avold et sa notice, 1960. 1^{ère} édition M. Guillaume Coord. BRGM Edit.

Illustrations

| Forages | F475 | F381 | F381 | F382 | F380 | F420 | F419 | F372 |
|--|------------|------------|------------|------------|---------|----------------------|----------------------|---------|
| Faisceaux concernés | Stéphanien | Steinbesch | Tritteling | Laudrefang | Forbach | 1ère partie des Gras | 2ème Partie des Gras | Rothell |
| Toit de la zone à charbon (profondeur) | 588,8 | 471,38 | 831,15 | 564,0 | 515,1 | 990,2 | 641,7 | 437,7 |
| Mur de la zone à charbon (profondeur) | 885,6 | 813,87 | 899,34 | 1086,9 | 1308,5 | 1235,6 | 1012,1 | 761,3 |
| % de charbon dans la zone à charbon | 6,4% | 2,52% | 6,94% | 8,2% | 6,3% | 13,2% | 9,0% | 3,0% |
| Nombre de couches de charbon | 48 | 33 | 16 | 191 | 302 | 92 | 106 | 30 |
| Valeurs apparentes en forage, sans correction du pendage. | | | | | | | | |
| Hauteur de la zone à charbon (profondeur) | 296,8 | 342,49 | 68,19 | 522,9 | 793,4 | 245,3 | 370,3 | 323,6 |
| Epaisseur totale de charbon (en m) | 19,0 | 8,64 | 4,73 | 43,0 | 49,6 | 32,4 | 33,5 | 9,8 |
| Nombre de couches d'épaisseur $E_p \leq 0,5$ m | 36 | 30 | 14 | 173 | 291 | 74 | 89 | 24 |
| Nombre de couches d'épaisseur $0,5$ m $< E_p < 1$ m | 6 | 2 | 2 | 15 | 10 | 14 | 13 | 5 |
| Nombre de couches d'épaisseur 1 m $< E_p < 2$ m | 6 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 |
| Nombre de couches d'épaisseur $E_p > 2$ m | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Epaisseur moyenne des couches (en m) | 0,39 | 0,24 | 0,25 | 0,22 | 0,15 | 0,30 | 0,27 | 0,29 |
| Epaisseur minimum des couches (en m) | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Epaisseur maximum des couches (en m) | 1,87 | 2,01 | 0,73 | 1,46 | 1,70 | 1,73 | 2,18 | 1,77 |
| Valeurs vraies, après correction du pendage. | | | | | | | | |
| Hauteur de la zone à charbon (profondeur) | 292,3 | 317,12 | 56,66 | 510,3 | 733,7 | 212,4 | 314,1 | 289,5 |
| Epaisseur totale de charbon (en m) | 18,7 | 8,00 | 3,93 | 42,0 | 45,9 | 28,0 | 28,4 | 8,8 |
| Nombre de couches d'épaisseur $E_p \leq 0,5$ m | 36 | 30 | 14 | 173 | 291 | 75 | 92 | 24 |
| Nombre de couches d'épaisseur $0,5$ m $< E_p < 1$ m | 7 | 2 | 2 | 15 | 10 | 15 | 11 | 5 |
| Nombre de couches d'épaisseur 1 m $< E_p < 2$ m | 5 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Nombre de couches d'épaisseur $E_p > 2$ m | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Epaisseur moyenne des couches (en m) | 0,39 | 0,24 | 0,25 | 0,22 | 0,15 | 0,30 | 0,27 | 0,29 |
| Epaisseur minimum des couches (en m) | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Epaisseur maximum des couches (en m) | 1,87 | 2,01 | 0,73 | 1,46 | 1,70 | 1,73 | 2,18 | 1,77 |

Tableau 1 : Caractéristiques des couches de charbon dans les différentes assises du Houiller. Données extraites des forages ayant recoupé dans leur totalité les couches considérées.

| Faisceau considéré | Puissance vraie du faisceau en m. | Surface moyenne en km ² | Volume total millions de m ³ | % de charbon | Volume de Charbon millions de m ³ | % de charbon descouches > à 1 m de puissance | Volume de charbon des couches > à 1 m de puissance millions de m ³ |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|---|--------------|--|--|---|
| TRITT | 200 | 41,17 | 8234 | 3,0% | 247 | 0,0% | 0 |
| LAUDR | 520 | 45,23 | 23519 | 8,0% | 1882 | 0,8% | 181 |
| FORB | 770 | 50,23 | 38675 | 6,0% | 2321 | 0,2% | 85 |
| GRAS1 | 220 | 54,40 | 11968 | 13,0% | 1556 | 1,4% | 165 |
| GRAS2 | 325 | 56,96 | 18512 | 9,0% | 1666 | 1,5% | 279 |
| Tranche A : 0 à 500 m de profondeur | | | | | | | |
| TRITT | 200 | 2,81 | 562 | | 17 | | 0 |
| LAUDR | 520 | 1,50 | 781 | | 63 | | 6 |
| FORB | 770 | 0,14 | 105 | | 6 | | 0 |
| GRAS1 | 220 | 0,41 | 90 | | 12 | | 1 |
| GRAS2 | 325 | 0,35 | 115 | | 10 | | 2 |
| Tranche B : 500 à 1000 m de profondeur | | | | | | | |
| TRITT | 200 | 24,80 | 4961 | | 149 | | 0 |
| LAUDR | 520 | 13,97 | 7264 | | 581 | | 56 |
| FORB | 770 | 3,73 | 2873 | | 172 | | 6 |
| GRAS1 | 220 | 3,30 | 726 | | 94 | | 10 |
| GRAS2 | 325 | 4,43 | 1438 | | 129 | | 22 |
| Tranche C : 1000 à 1500 m de profondeur | | | | | | | |
| TRITT | 200 | 11,22 | 2243 | | 67 | | 0 |
| LAUDR | 520 | 15,18 | 7893 | | 631 | | 61 |
| FORB | 770 | 10,68 | 8226 | | 494 | | 18 |
| GRAS1 | 220 | 3,68 | 809 | | 105 | | 11 |
| GRAS2 | 325 | 2,83 | 918 | | 83 | | 14 |
| Tranche D : 1500 à 2000 m de profondeur | | | | | | | |
| TRITT | 200 | 2,34 | 468 | | 14 | | 0 |
| LAUDR | 520 | 11,65 | 6059 | | 485 | | 47 |
| FORB | 770 | 13,68 | 10535 | | 632 | | 23 |
| GRAS1 | 220 | 6,43 | 1415 | | 184 | | 19 |
| GRAS2 | 325 | 3,99 | 1297 | | 117 | | 20 |
| En dessous de 2000 m de profondeur | | | | | | | |
| TRITT | 200 | 0,00 | 0 | | 0 | | 0 |
| LAUDR | 520 | 2,92 | 1521 | | 122 | | 12 |
| FORB | 770 | 21,99 | 16935 | | 1016 | | 37 |
| GRAS1 | 220 | 40,58 | 8928 | | 1161 | | 123 |
| GRAS2 | 325 | 45,36 | 14743 | | 1327 | | 222 |

Tableau 2 : Estimation des volumes disponibles pour le stockage dans les différentes assises au droit de la zone VSAH, globalement puis en fonction des différentes tranches de profondeur retenues. *Rappel : la précision est arbitrairement évaluée à +/- 25%.* TRITT : Tritteling ; LAUDR : Laudrefang - FORB : Forbach ; GRAS1 – Première partie des Gras ; GRAS2 : deuxième partie des Gras.

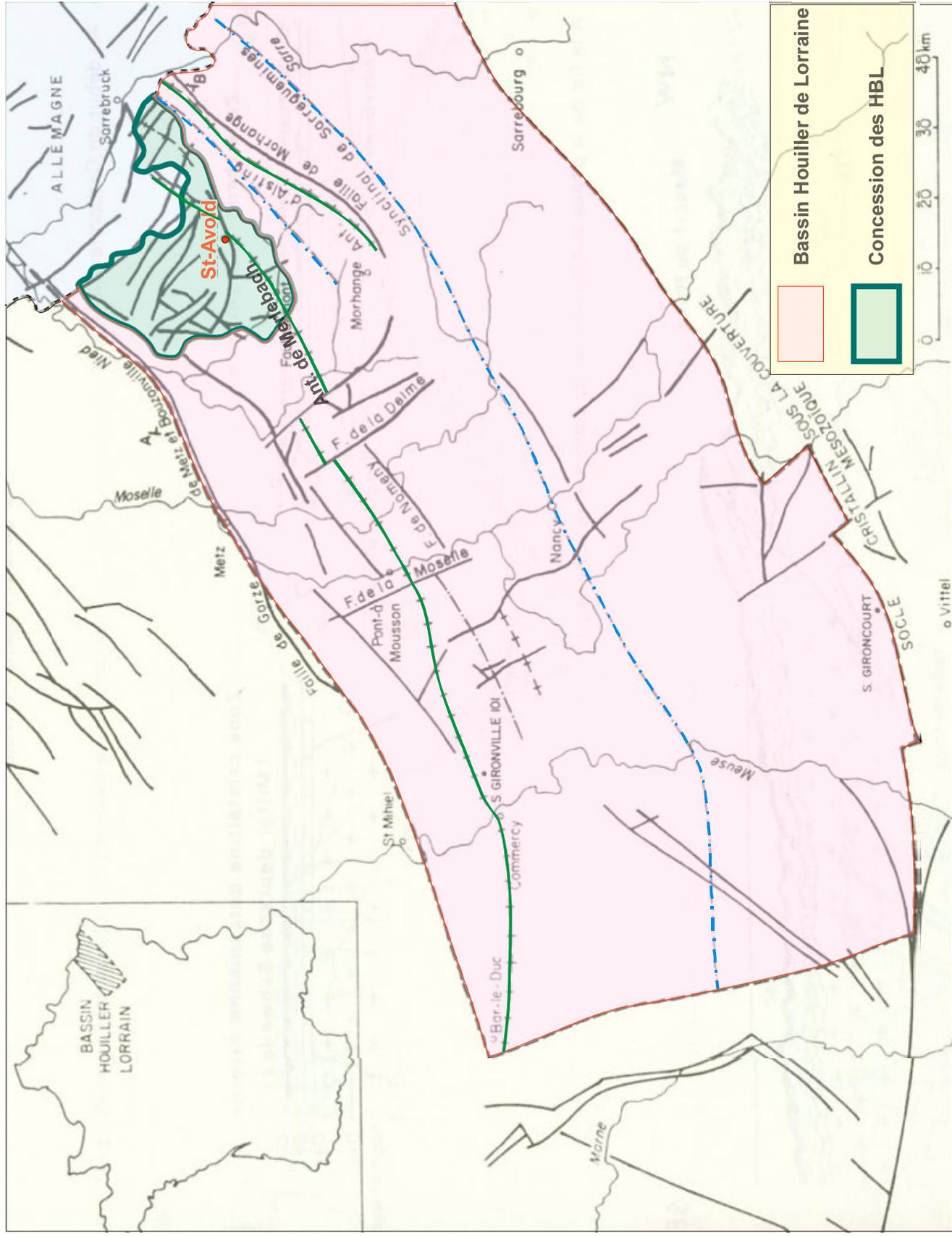


Figure 1 – Extension et limites du bassin houiller de Lorraine et de la concession des HBL (Houillères du Bassin de Lorraine).

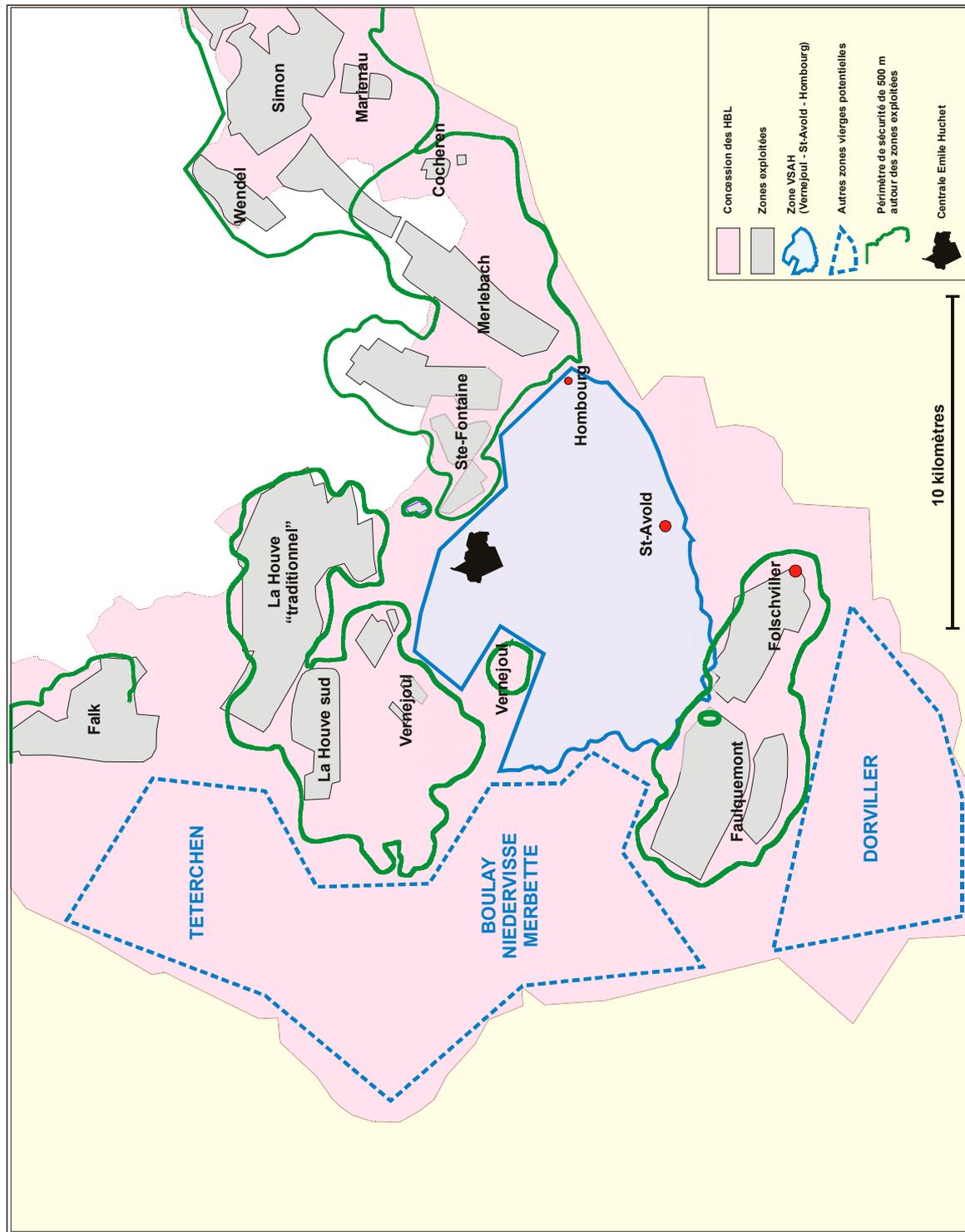


Figure 2 – Localisation des zones exploitées de la concession des HBL, avec leur périmètre de sécurité de 500 mètres. Délimitation des différentes zones d'intérêt potentielles, dont la zone VSAH (Vernejoû – St-Avoid – Hombourg) traitée dans ce rapport. Situation par rapport à la centrale Emile Huchet.

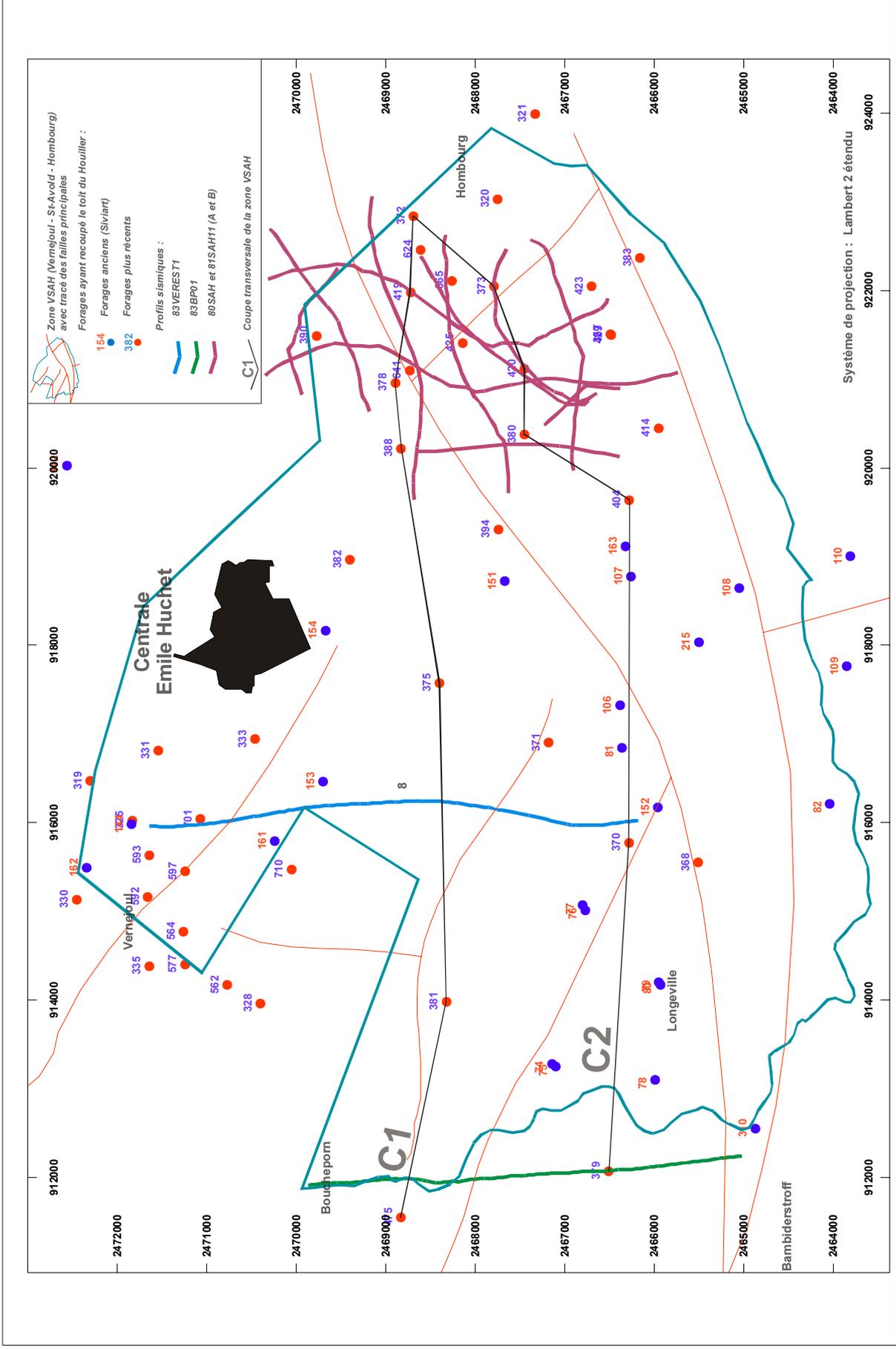


Figure 2bis – Localisation des données de forages et des profils sismiques et des coupes géologiques des figures 10 et 11.

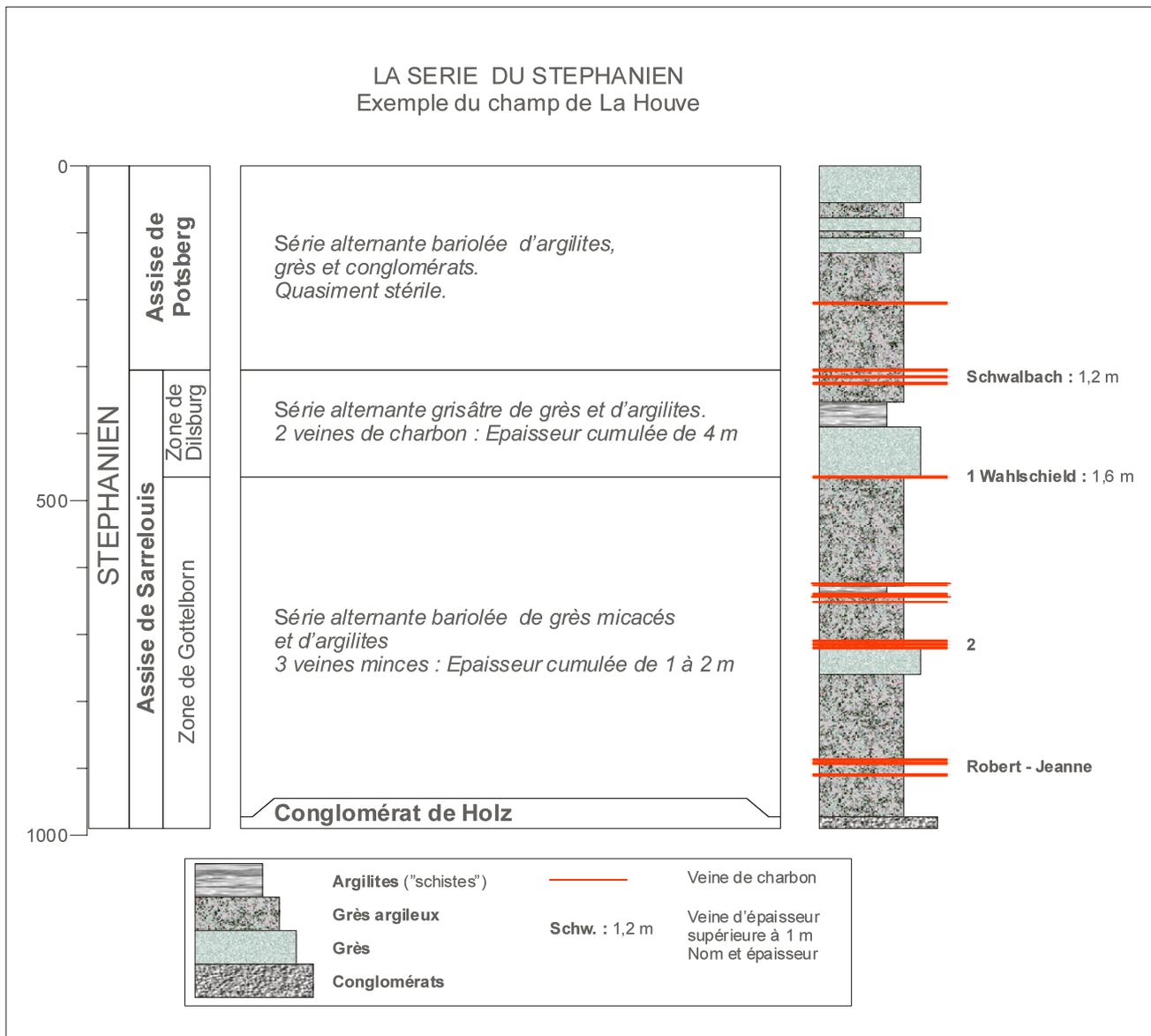


Figure 3 : Succession synthétique du Stéphanien dans le secteur de La Houve, au NW de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg)

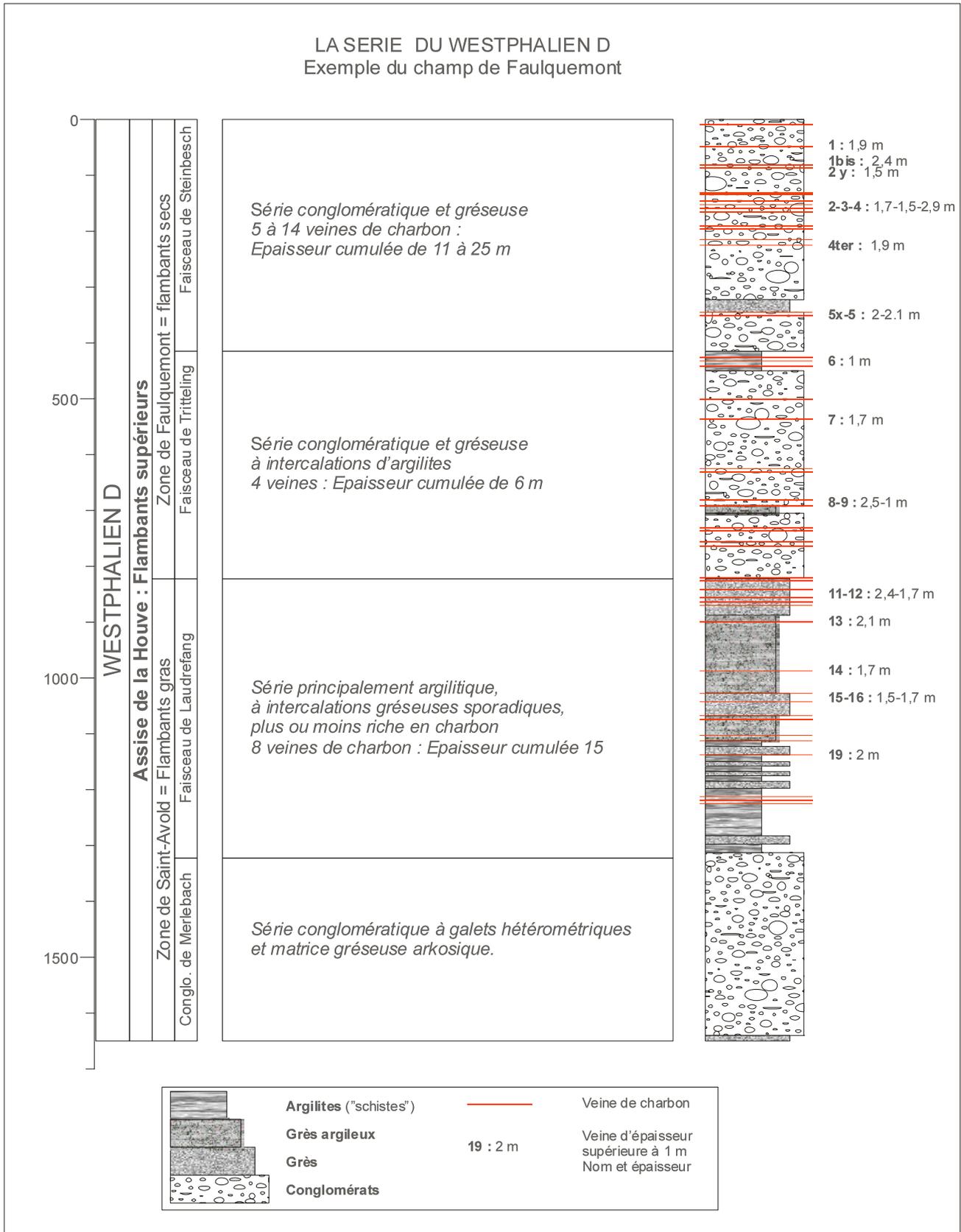


Figure 4 : Succession synthétique du Westphalien D dans le secteur de Faulquemont, au sud de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avoid – Hombourg)

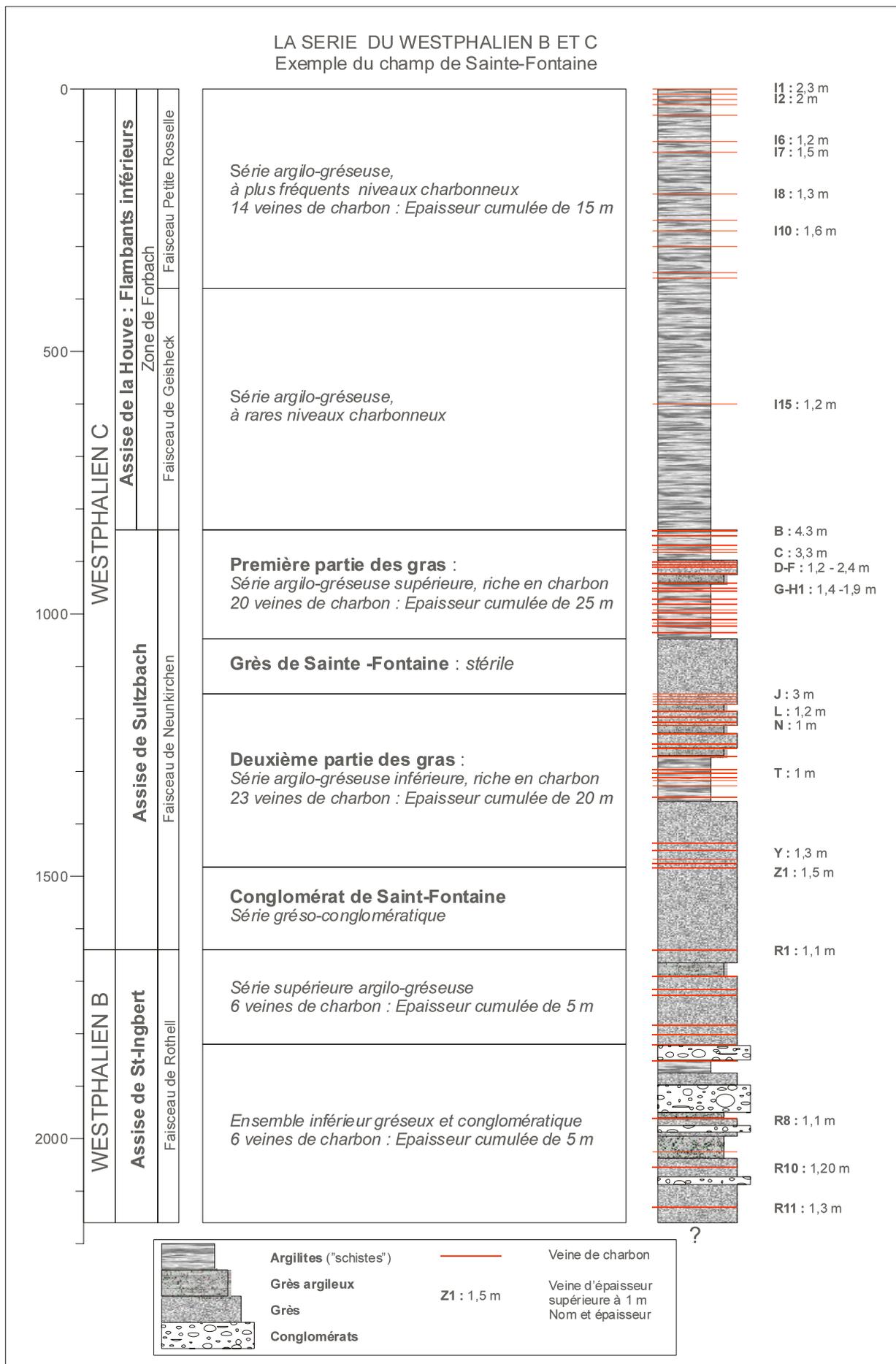


Figure 5 : Succession synthétique du Westphalien B et C dans le secteur de Sainte-Fontaine, au nord de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg)

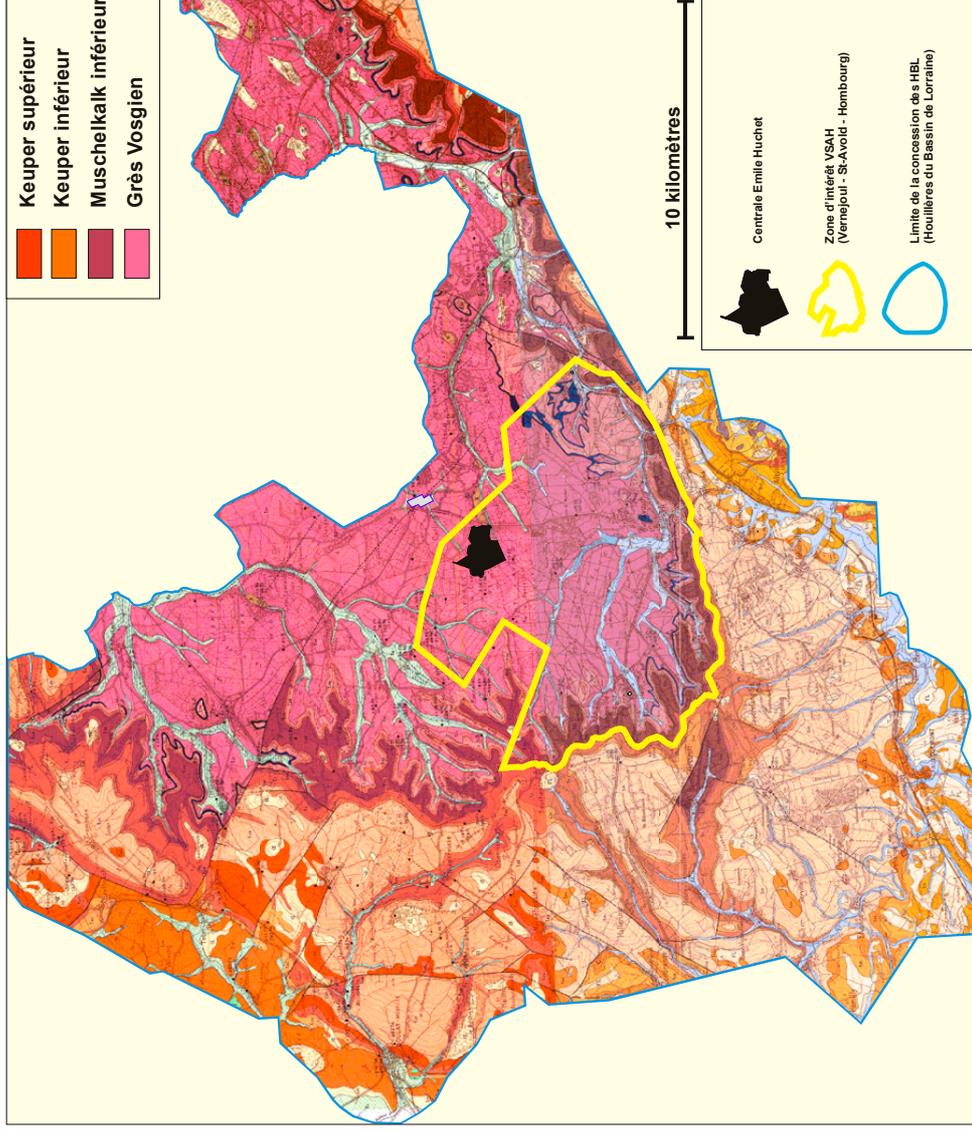


Figure 6 – Contexte géologique de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avoid – Hombourg) dans la concession des HBL (Houillères du Bassin de Lorraine).

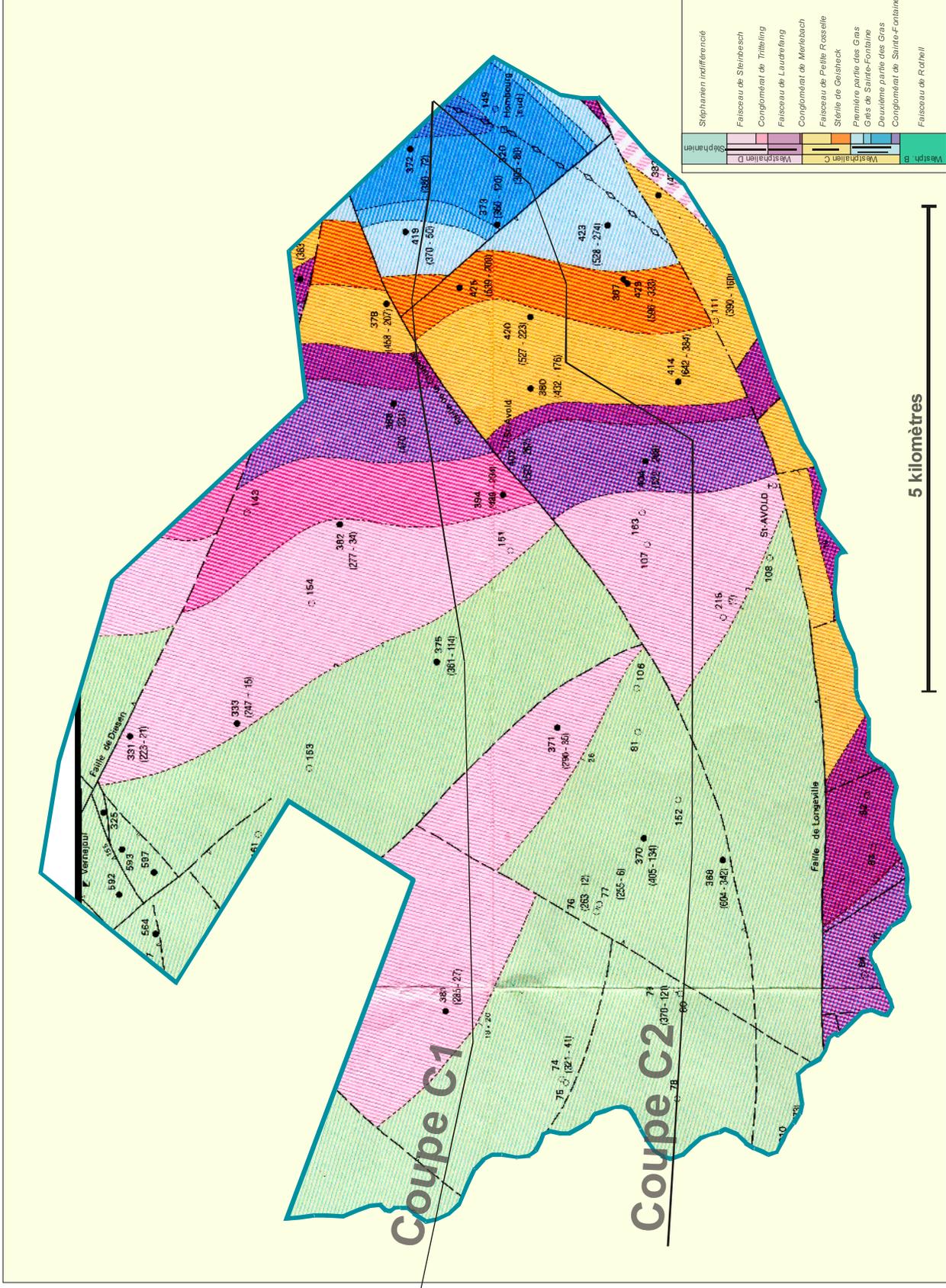


Figure 7 – Carte géologique de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg) au toit des terrains houillers. D'après M. Donsimoni (1981, Hors texte).

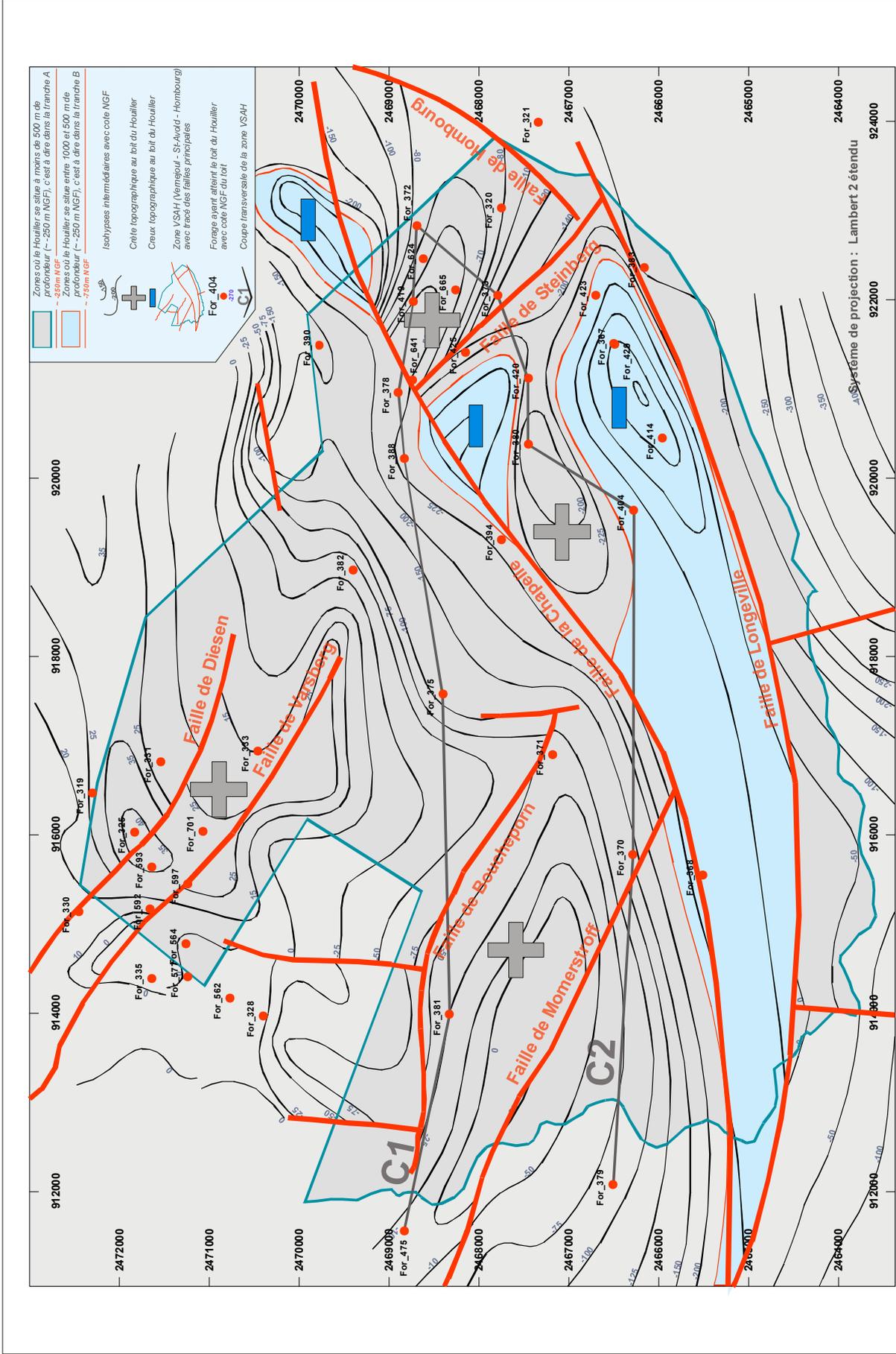


Figure 8 : Isohypses de la surface sommitale des terrains houillers, sous le Permien.

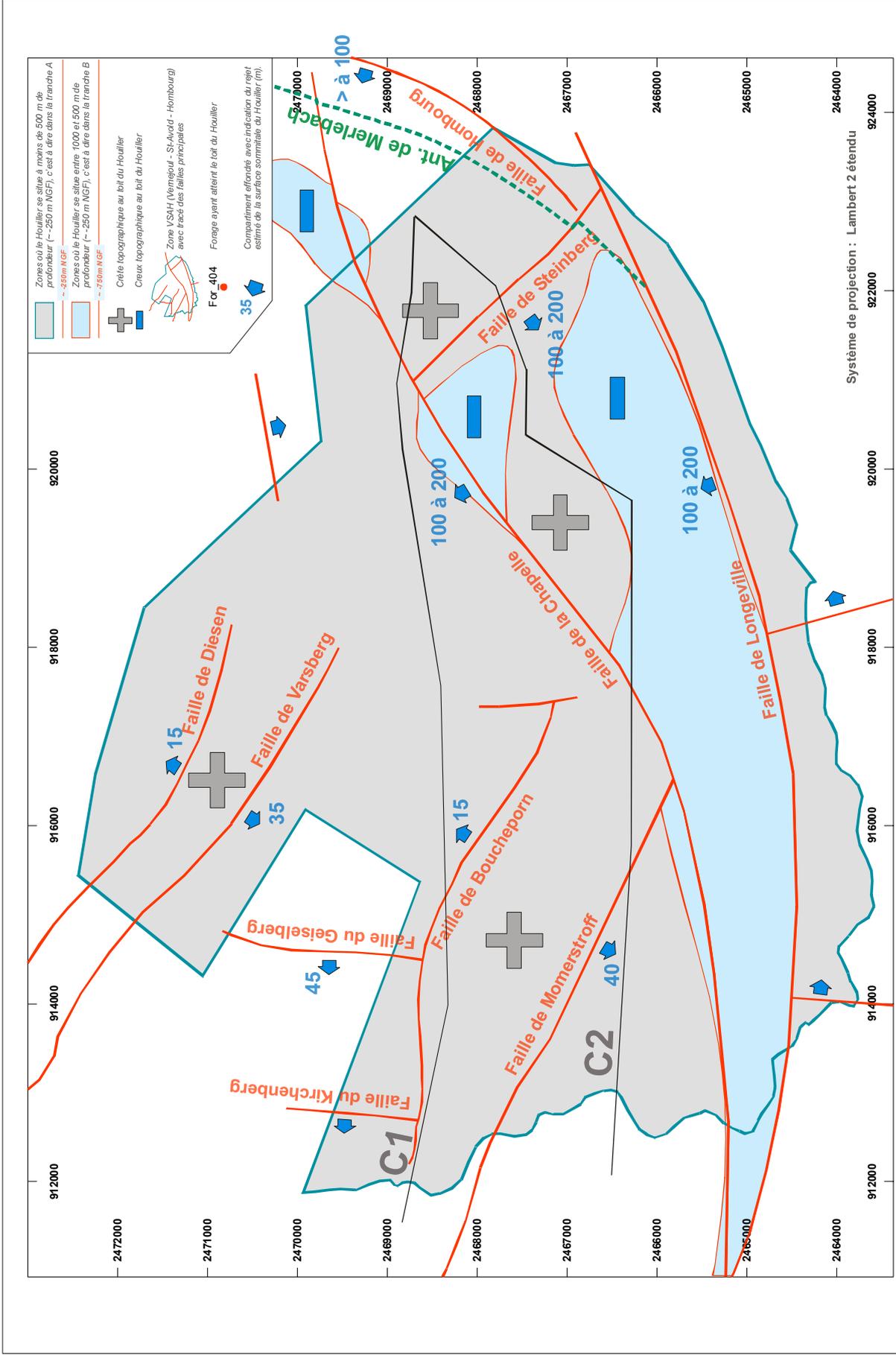


Figure 9 : Principaux traits structuraux au droit de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avoid – Hombourg).

Coupe C1
Passant par les forages 475 - 381 - 375 - 388 - 378 - 419 - 372

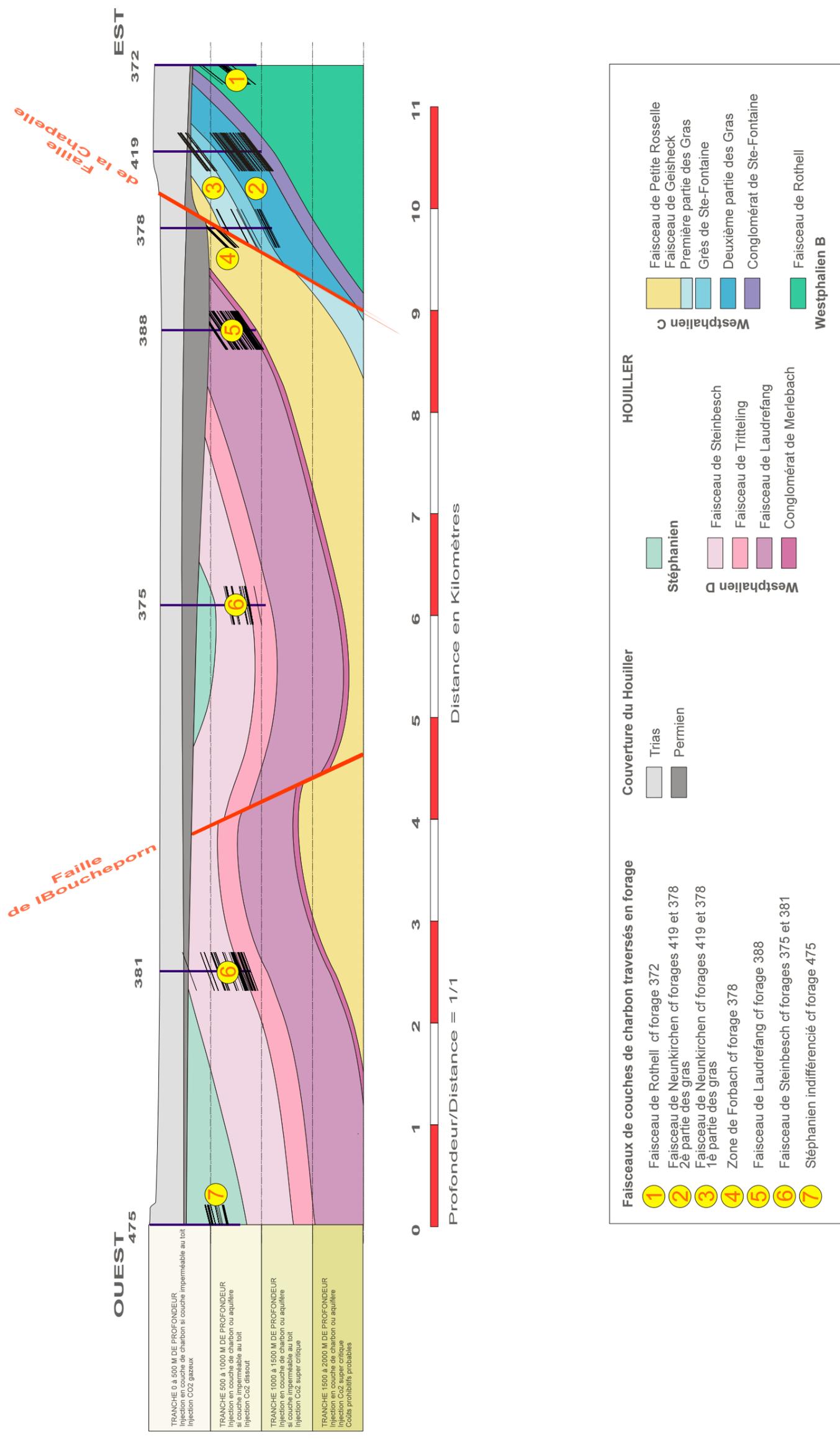


Figure 10 : Coupe transversale C1 dans le centre de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg), montrant la disposition des différents faisceaux, ainsi que des couches de charbon recoupées par les forages

Coupe C2
Passant par les forages 379 - 370 - 404 - 380 - 420 - 373 - 372

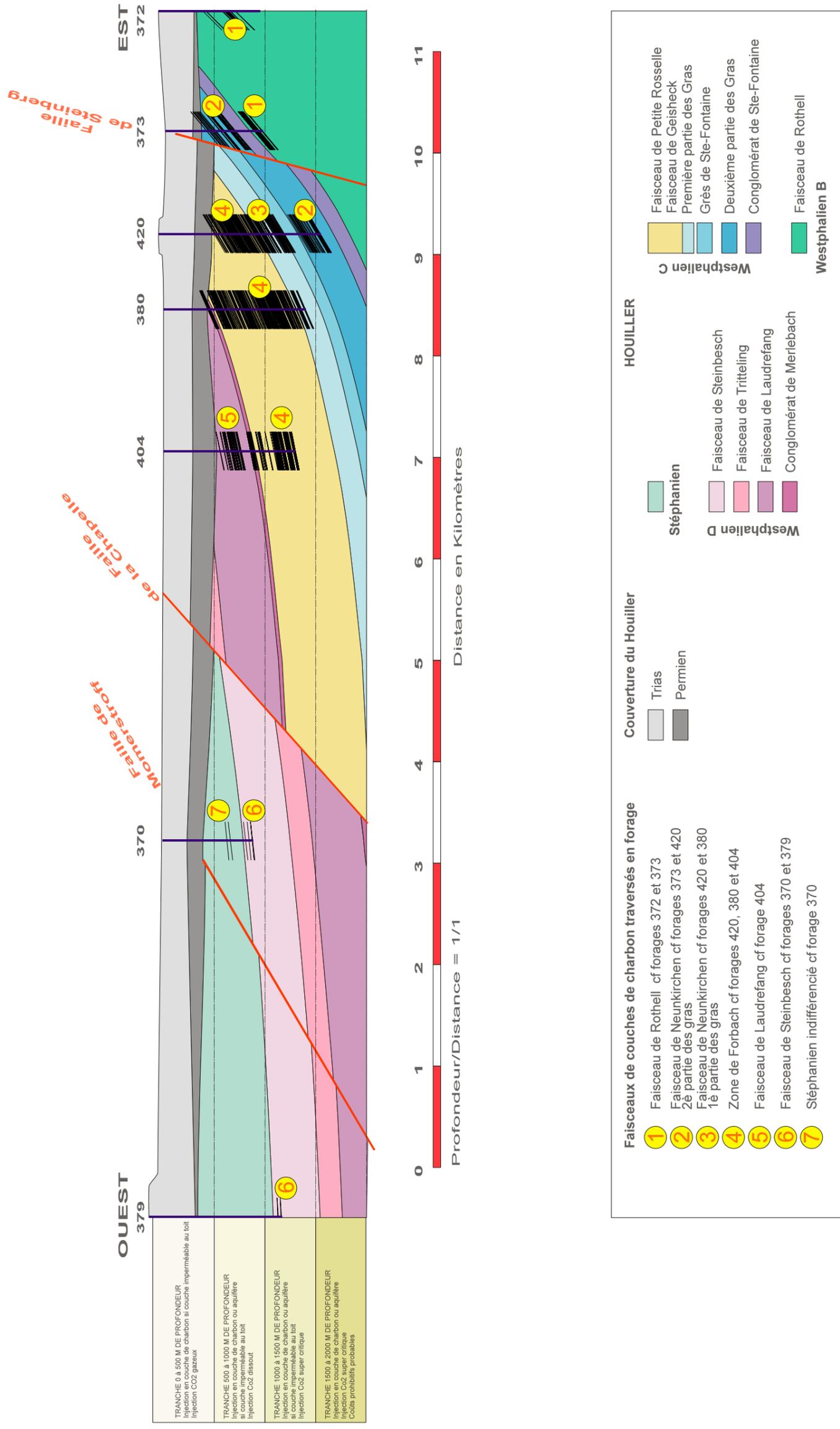


Figure 11 : Coupe transversale C2 dans le sud de la zone d'intérêt VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg), montrant la disposition des différents faisceaux, ainsi que des couches de charbon recoupées par les forages

| | | <i>Epaisseur vraie dans la zone VSAH</i> | <i>Epaisseur vraie dans les secteurs voisins</i> |
|---------------|--------------------------------|--|--|
| Stéphanien | Stéphanien indifférencié | > à 510 | > à 1100 (Lorraine) |
| | Faisceau de Steinbesch | > à 480 | 450 (Faulquemont) à 500 (Vernejoul) |
| Westphalien D | Conglomérat de Tritteling | 200 | 250 (Ste-Fontaine) à 400 (Faulquemont) |
| | Faisceau de Laudrefang | 520 | 500 (La Houve) |
| Westphalien C | Conglomérat de Merlebach | 25 | 25 (Hopital) 350 (Folschviller) |
| | Faisceau de Petite Rosselle | 770 | 820 (Ste-Fontaine) |
| | Stérile de Geisheck | | |
| | Première partie des Gras | 220 | 220 (Ste-Fontaine) |
| | Grès de Sainte-Fontaine | 120 | 120 (Ste-Fontaine) |
| | Deuxième partie des Gras | 350 | 350 (Ste-Fontaine) |
| | Conglomérat de Sainte-Fontaine | 130 | 140 (Ste-Fontaine) |
| Westph. B | Faisceau de Rothell | > à 300 | > à 520 (Merlebach) |

| | |
|---|---------------------------|
|  | Couche de type "Aquifère" |
|  | Couche de type "Charbon" |
|  | Couche de type mixte |

Figure 12 : Le Houiller de la zone VSAH (Vernejoul – St-Avold – Hombourg). Type de couches en fonction des critères d'injection : Aquifère ou Charbon. Epaisseurs vraies constatées dans la zone VSAH.

ISOPROFONDEUR DE LA PREMIERE COUCHE DE CHARBON D'ÉPAISSEUR SUPÉRIEURE À 1 MÈTRE

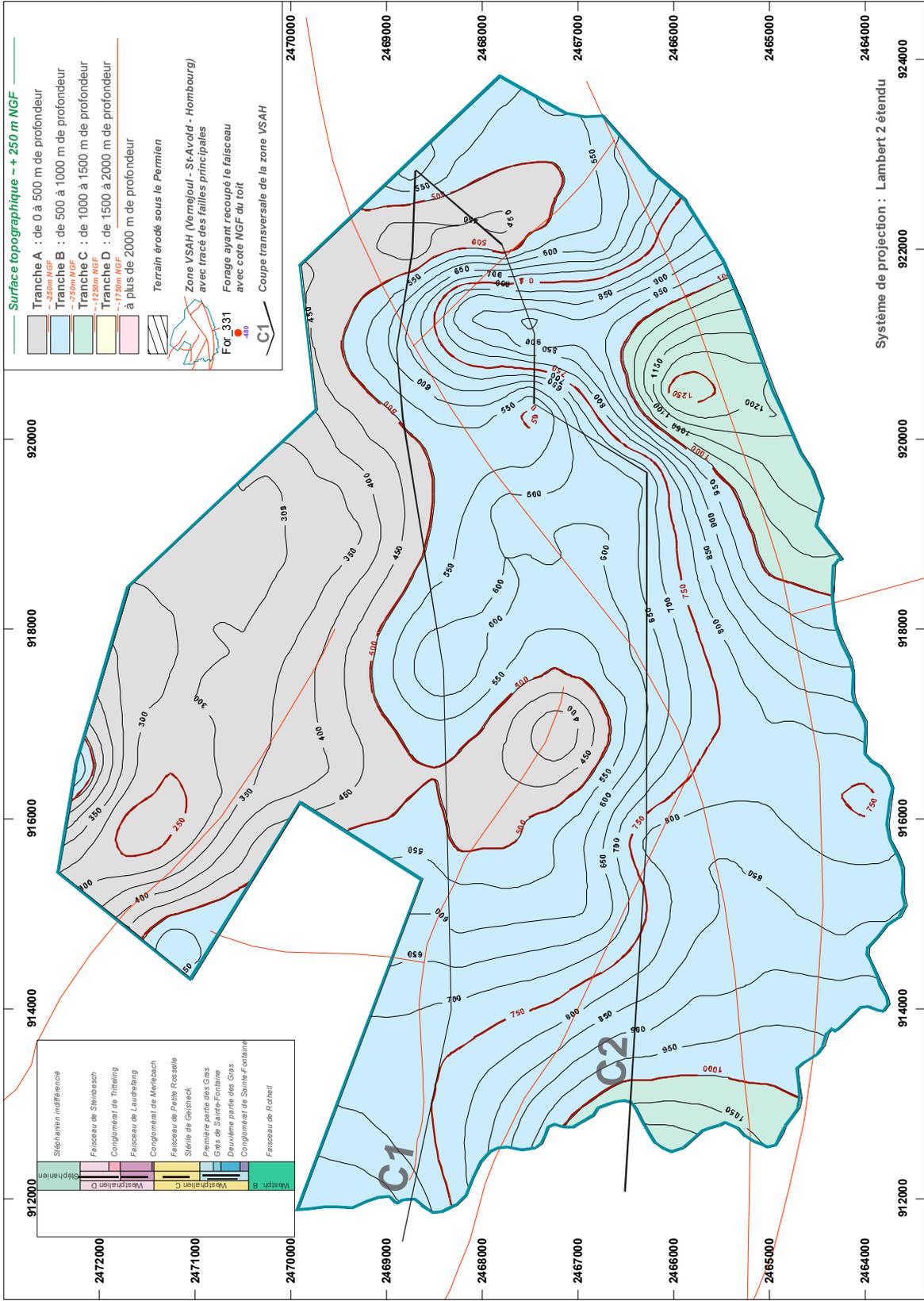


Figure 14 : Isoprofondeur (isobathe) de la première couche de charbon d'épaisseur supérieure à 1 mètre, sans distinction de sa position stratigraphique. Les iso valeurs principales correspondent aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

ISOHYSES DU TOIT DU FAISCEAU DE LAUDREFANG: WESTPHALIEN D

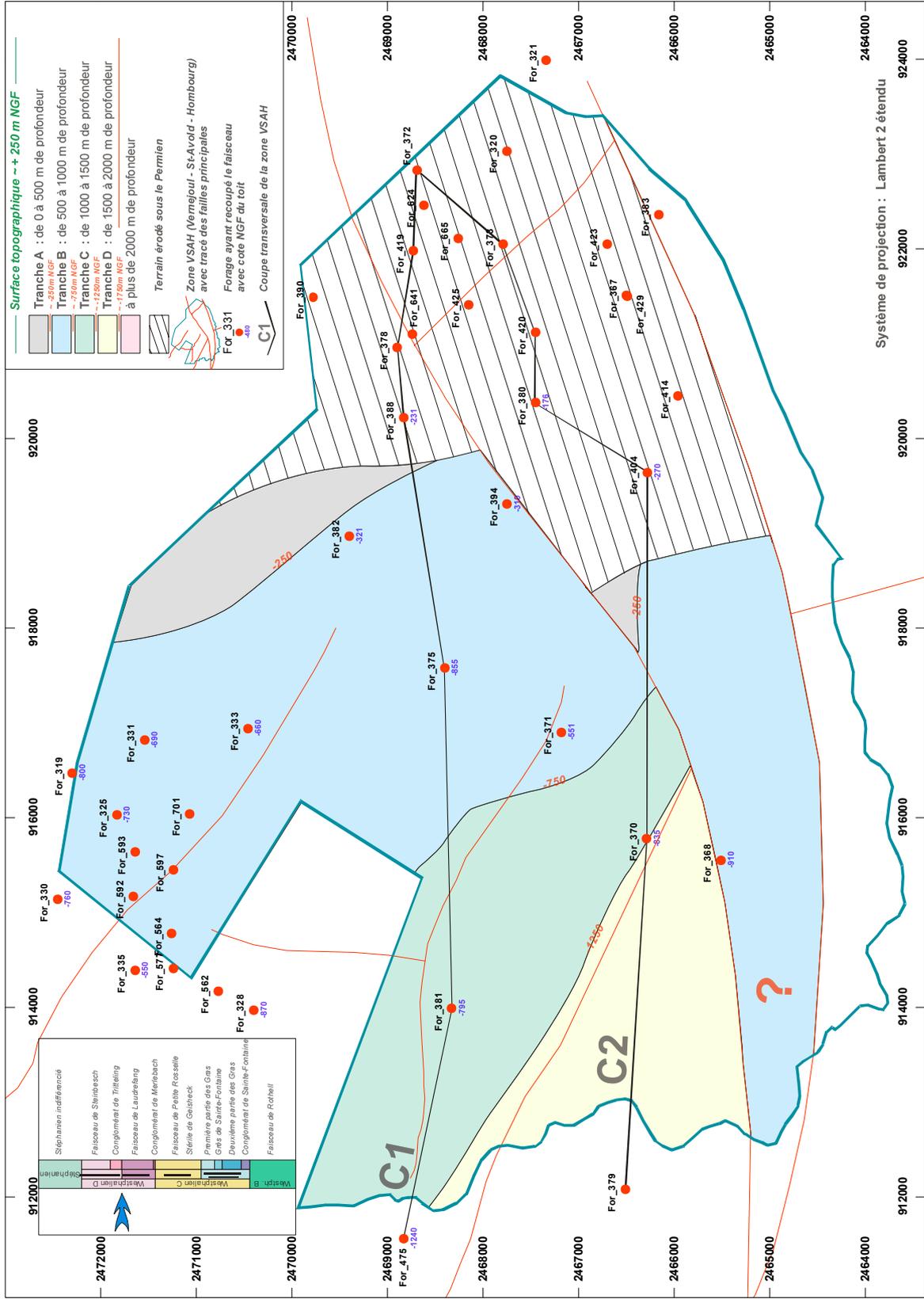


Figure 16 : Isohyèses du toit du Faisceau de Laudrefang. Les courbes représentées correspondent aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

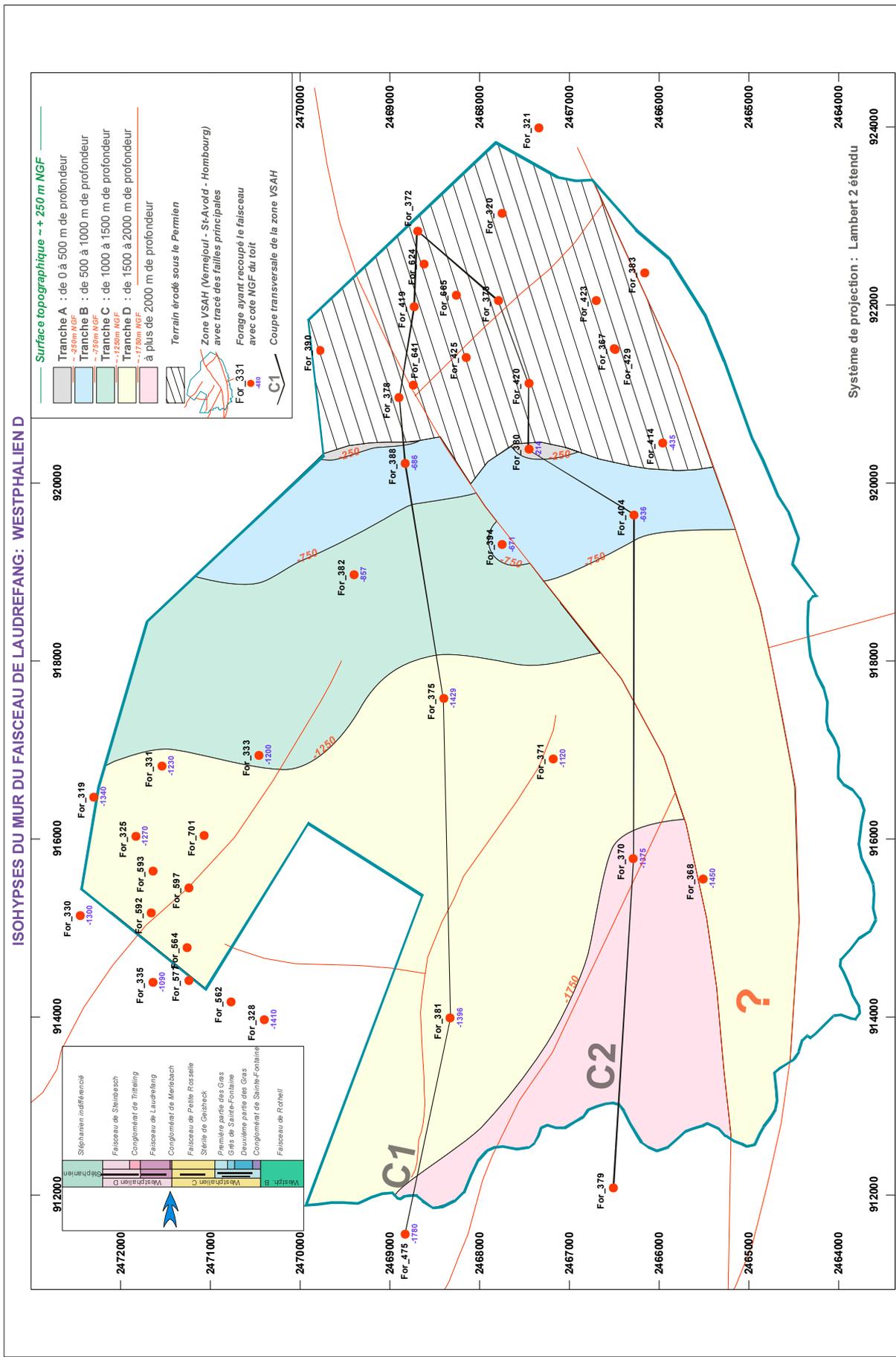


Figure 17 : Isohyèses du mur du faisceau de Laudrefang. Les courbes représentées correspondent aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.

ISOHYSES DU MUR DE LA ZONE DE FORBACH: WESTPHALIEN C

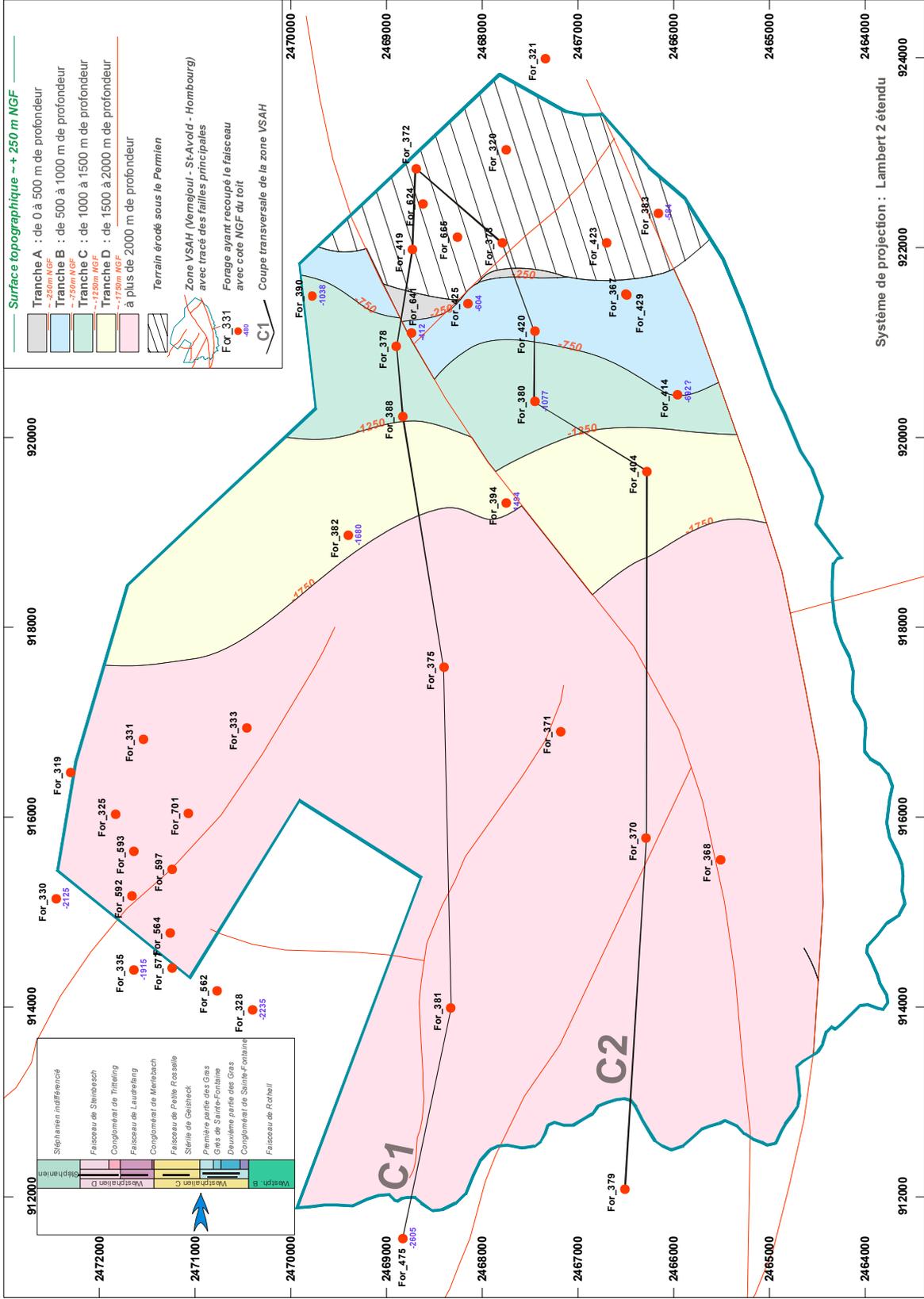


Figure 18 : Isohysses du mur de la Zone de Forbach. Les courbes représentées correspondent aux limites des tranches de profondeur conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection.



Centre scientifique et technique
Service Connaissance et Diffusion de l'information Géologique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34