Etude de l'environnement géologique du site de Tressange

B. Lopes

Etude réalisée dans le cadre des actions de Recherche du BRGM 2002

Juin 2002 BRGM/RP-51701-FR





Mots clés: Intercalaire.

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

B. LOPES (2002) – Etude de l'environnement géologique du site pilote de Tressange. Rapport BRGM-RP-51701-FR, 40 pages, 8 figures, 3 annexes.

© BRGM, 2002. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Les expérimentations réalisées in situ constituent l'intérêt et l'originalité du site pilote de Tressange. Ce site représentatif du contexte minier et géologique des exploitations en chambres et piliers du Bassin ferrifère Lorrain, n'en est pas moins un cas particulier. Les expérimentations réalisées ne seront donc exploitées pleinement que si l'on dispose au préalable d'une bonne connaissance de la géologie du site pilote.

La variabilité horizontale et verticale des faciès est l'une des caractéristiques majeures de la formation ferrifère. Cette caractéristique est liée à l'environnement sédimentaire de l'Aalénien lorrain : il s'agit de dépôts de zone littorale de type estuarien dans un milieu marin plus ou moins ouvert. Il est donc erroné de considérer que la Couche Brune d'une part, et l'Intercalaire Brune-Grise d'autre part sont homogènes en terme de lithologie. Cette hétérogénéité devra être prise en compte pour interpréter les résultats des différentes expérimentations conduites sur le site pilote.

Les expérimentations étant conduites en Couche Brune, Cette étude s'intéresse donc spécifiquement à la lithologie et la structuration de cette Couche et de son toit (l'intercalaire Brune-Grise). Nous nous sommes également appliqués à replacer le site pilote dans son contexte géologique local.

Les résultats de cette étude sont à la disposition des différents intervenant du site pilote de Tressange. Ils y trouveront des informations concernant la lithologie et la répartition des différents faciès dans la Couche Brune et dans l'Intercalaire Brune-Grise observés sur le site pilote.

Ils trouveront également des informations sur le contexte géologique local du site pilote et ses particularités. Ces informations permettront de juger dans quelle mesure les résultats de Tressange sont exportables à d'autres sites ou d'autres Couches de minerais de la formation ferrifère.

Sommaire

Synthèse	. 3
Sommaire	. 5
Liste des sigures	. 6
Liste des annexes	. 6
Introduction	. 7
1. Contexte géologique local	. 9
2. Les différentes sources d'informations géologiques	. 13
2.1 Les sondages carottés réalisés pour le site pilote	. 13
2.2 Coupes lithologiques réalisées sur les parements des piliers de Couches Brune.	13
2.3 Les levers géologiques réalisés par l'exploitant	. 13
2.4 Les coupes synthétiques de la formation ferrifère (Bubenicek 1970)	. 14
3. La Couche Brune	. 17
3.1 Description lithologique	. 17
3.2.1 Les prémices du dédoublement de la Couche Brune 3.2.2 La Couche Brune, une couche atypique? 3.2.3 La lithologie au toit de la Couche Brune 3.2.4 La fracturation dans les piliers de Couche Brune 3.2.5 Les hétérogénéités de stabilité du toit des galeries de Couche Brune.	. 18 . 21 . 22 . 22
4. L'intercalaire	. 27
4.1 Description lithologique	. 27
4.2 caracteristiques de l'intercalaire 4.2.1 Les joints argileux 4.2.2 La notion de séquence sédimentaire 4.2.2 La notion de sequence sedimentaire 4.2.2 La notion de sequence 4.2.2 La notion d	. 31
Conclusions	. 37
Ribliographie	. 39

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de Tressange par rapport au Bassin de Landres-Ottange et de la faille d'Ottange, hypothèse d'explication de la valeur de pendage des couches dans le site pilote de Tressang	10
Figure 2 : Coupe de la formation ferrifère dans le secteur du stot de protection de Tressange réalisée à partir des sondages Arbed numéro 1, 2 et 7	11
Figure 3 : Plan de localisation des sondages et des coupes lithologiques exploitées pour la géologie du site pilote	15
Figure 4 : Localisation du site pilote de Tressange sur la section G de Bubenicek (1970). Mise en évidence des caractéristiques locales	19
Figure 5 : Représentation schématique de la structure des plans de stratification au toit des galeries de Couche Brune	25
Figure 6: Reconstitution de l'ensemble Couche Brune - Intercalaire a partir des sondages GM01, GEM01 et des coupes lithologique INT et BC3 à BC6	29
Figure 7: Coupe et courbes lithologiques, granulométriques et chimiques de la séquence de la Couche Grise à Tressange (d'après Bubenicek, 1970)	34
Figure 8: Sondage 1, découpage de la formation ferrifère en séquences sédimentaires depuis la Couche Verte jusqu'à la Couche Rouge Moyenne	35

Liste des annexes

- Annexe 1 Logs des coupes lithologiques réalisées sur les parements des piliers de Couche Brune : de BC1 à BC6.
- Annexe 2 Logs de la coupe lithologique dans l'intercalaire et des sondages GEM01 et GM01 dans l'intercalaire.
- Annexe 3 Logs des sondages Arbed : sondages 1, 2, 7 et 8.

Introduction

Les expérimentations réalisées in situ constituent l'intérêt et l'originalité du site pilote de Tressange. Ce site représentatif du contexte minier et géologique des exploitations en chambres et piliers du Bassin ferrifère Lorrain, n'en est pas moins un cas particulier. Les expérimentations réalisées ne seront donc exploitées pleinement que si l'on dispose au préalable d'une bonne connaissance de la géologie du site pilote.

La variabilité horizontale et verticale des faciès est l'une des caractéristiques majeures de la formation ferrifère. Cette caractéristique est liée à l'environnement sédimentaire de l'Aalénien Lorrain : il s'agit de dépôts de zone littorale de type estuarien dans un milieu marin plus ou moins ouvert. Il est donc erroné de considérer que la Couche Brune d'une part, et l'Intercalaire Brune-Grise d'autre part sont homogènes en terme de lithologie. Cette hétérogénéité devra être prise en compte pour interpréter les résultats des différentes expérimentations conduites sur le site pilote.

Les expérimentations étant conduites en Couche Brune, cette étude s'intéresse donc spécifiquement à la lithologie et la structuration de cette couche et de son toit (l'intercalaire Brune-Grise). Nous nous sommes également appliqués à replacer le site pilote dans son contexte géologique local.

1. Contexte géologique local

Le stot de protection de Tressange est localisé dans la partie médiane du Bassin de Landres Ottange. C'est dans ce secteur que la formation ferrifère est la plus complète et que sa puissance est la plus grande : entre 60 m et 65 m (Figure 1 et Figure 2).

Les couches exploitées à Tressange sont de bas en haut : la Couche Brune, la Couche Grise et la Couche Jaune Sauvage. Ces trois couches, plus la Couche Verte, localisée à environ 7 m sous la Couche Brune, sont les seules exploitables (critères économiques de puissance et teneur en Fer) dans le secteur de Tressange.

Le village de Tressange est localisé à l'E d'un système de failles qui s'étend de Mont-Bonvillers à Ottange, orientation SW-NE à SSW-NNE, le compartiment E est le compartiment effondré, le jeux de ce système de failles est hectométrique au niveau de Mont-Bonvillers, il diminue sensiblement vers le NE (secteur de Tressange, faille d'Ottange). Sur les plans de mines, cette faille est localisée à 50 m à l'ENE du pilier G du site pilote : son jeu à ce niveau est plurimétrique, orientation N13°. Les galeries principales de Couche Brune et de Couche Grise sont parallèles à cette faille.

Le pendage des Couches au niveau du site pilote est de l'ordre de 5 % vers le SE. L'orientation et la valeur de ce pendage sont différentes de la valeur régionale généralement admise dans ce secteur : environ 3 % vers l'Ouest ou le WSW. On peut attribuer cette valeur atypique du pendage à la localisation de Tressange sur le flanc W du Bassin de Landres-Ottange d'une part et à l'influence de la faille d'Ottange d'autre part (voir Figure 1).

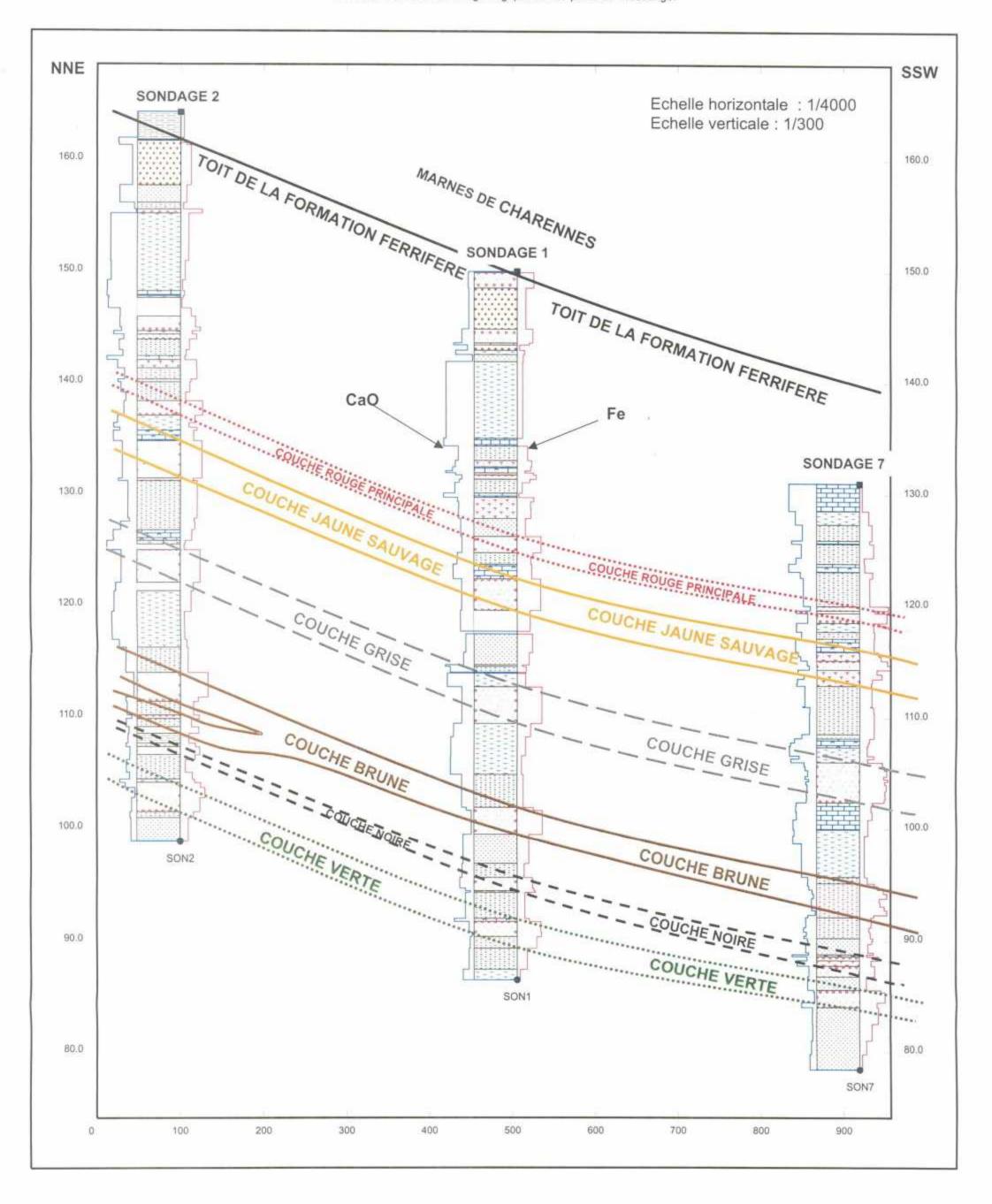


Figure 2 : Coupe de la formation ferrifère dans le secteur du stot de protection de Tressange réalisée à partir des sondages Arbed numéro 1, 2 et 7.

2. Les différentes sources d'informations géologiques

2.1 LES SONDAGES CAROTTES REALISES POUR LE SITE PILOTE

- Sondages horizontaux dans les piliers de la Couche Grise et de la Couche Brune : seuls deux sondages dans le pilier F de Couche Brune ont été levés ;
- Sondages verticaux dans l'intercalaire : les sondages GM01 et GEM01 ont été levés.

2.2 COUPES LITHOLOGIQUES REALISEES SUR LES PAREMENTS DES PILIERS DE COUCHES BRUNE.

- Six coupes lithologiques, répartie sur l'ensemble du site pilote, ont été réalisées sur les parements de piliers de la Couches Brune (de BC1 à BC6);
- Une coupe à été réalisée entre le sommet de la Couche Brune et le pied de la Couche Grise dans la descenderie qui permet le passage entre ces deux couches.

Remarque: les informations lithologiques recueillies en sondages et sur les parements de galeries sont issues de l'observation d'échantillons macroscopiques. Sur les logs de ces levers les colonnes granulométrie et carbonates fournissent une indication approximative de ces deux paramètres, aucune analyse n'a été réalisée sur les échantillons.

2.3 LES LEVERS GEOLOGIQUES REALISES PAR L'EXPLOITANT

Quatre levers de sondages localisés dans le secteur de Tressange ont été mis à notre disposition par l'Arbed :

- Sondages 1 et 2 : depuis les Marnes de Charennes jusqu'aux Grès supraliasiques ;
- Sondages 7 et 8 : depuis la couche rouge principale jusqu'aux Grès supraliasiques.

Le sondage 1 est le plus proche du site pilote : il est localisé à 20 m à l'est du pilier A.

Ces sondages comportent les informations suivantes :

- Couleur;
- Description lithologique;
- Données géochimiques : Fe, SiO2 et CaO ;
- Nature minière de la passe : nom des couches de minerais.

2.4 LES COUPES SYNTHETIQUES DE LA FORMATION FERRIFERE (BUBENICEK 1970)

Ces coupes synthétiques sont issues du tome 2 de la thèse de Bubenicek (1970): atlas géologique du gisement de fer de Lorraine. Elles permettent de replacer le site pilote de Tressange dans le contexte local de la formation ferrifère.

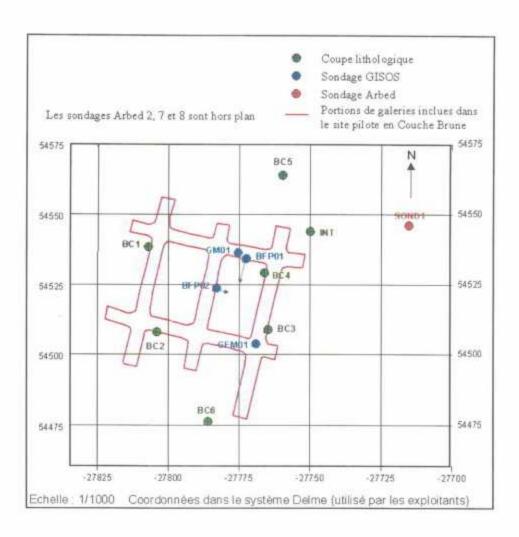


Figure 3 : Plan de localisation des sondages et des coupes lithologiques exploitées pour la géologie du site pilote.

3. La Couche Brune

3.1 DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

Bubenicek (1970) décrit la séquence de Brune comme étant l'une des plus atypiques de la formation ferrifère : le plus souvent elle apparaît sous la forme d'une arénite argileuse à ciment brun-noir. Cette couche est localement précédée par une microarénite. Le banc principal se dédouble vers le NE du Bassin de Landres-Ottange, ainsi il se forme deux couches séparées par un intercalaire de lutite argileuse. Une autre caractéristique de la Couche Brune est la présence d'un niveau riche en Rostre de Belemnite.

La composition des roches de cette séquence est toujours siliceuse. On observe de nombreux moulages de coquilles et le ciment brun s'explique par la dissolution diagénétique de la calcite d'ensembles déposés initiaux, nettement plus calcaires.

Le passage au sommet de la séquence s'effectue généralement par transition sur 20 cm à 1 m avec les argilites de base de la séquence de la Couche Grise.

Nous ne disposons d'aucun sondage carotté vertical dans la couche brune. Pour obtenir une caractérisation des faciès de Couche Brune sur le site pilote de Tressange, il a donc été nécessaire de faire quelques coupes sur les parements des piliers. Six coupes ont été réalisées : de BC1 à BC6. Les observations montrent que la Couche Brune se subdivise en quatre sous ensembles lithologiques, de la base au sommet :

- Une arénite silto argileuse à sableuse (code **B1**), pauvre en oolithes ferrugineux. Le ciment argileux est calcique. Il s'agit d'une roche à granulométrie fine, homogène et « dure ». Ce faciès marque la base de la Couche Brune, on l'observe généralement sur quelques décimètres à la base des piliers. Le cas de BC6 fait exception, on trouve ce faciès jusqu'à 0.70 m de hauteur, il semble que la galerie dans ce secteur soit un peu plus basse dans la série.

Le passage au faciès suivant est progressif.

- Une ferriarénite oolithique classique (code **B2**), de granulométrie fine à moyenne. Il s'agit d'un assemblage de grains jointifs de limonite généralement oolithique dans un ciment argileux brun à brun vert, faiblement calcique. La granulométrie augmente généralement de la base vers le sommet en même temps que le contenu argileux diminue. Il s'agit d'une roche homogène « dure ». La puissance de cet ensemble est relativement constante sur les 6 coupes : elle varie de 1.05 m (BC3) à 1.25 m (BC2).

Localement, les rostres de Belemnites sont abondants dans la moitié supérieure de cet ensemble.

Le passage au faciès suivant est franc et localement marqué par un joint argileux centimétrique à pluri-centimétrique.

- Une ferriarénite oolithique hétérogène (code **B3**): ce faciès est essentiellement caractérisé par les poches centimétriques à pluri-centimétriques de faciès sombre argilo-silteux assez abondantes disséminées dans la roche. Les oolithes sont abondants mais de taille hétérogène. La granulométrie est moyenne à grossière. Le ciment est argilo-silteux, calcique, localement abondant. Il s'agit d'une roche moins massive que les deux précédantes. La puissance de cet ensemble varie de 0.55 à 1.00 m; BC2 et BC3: 0.55 et 0.70 m; BC1, BC4, BC5 et BC6: 1.01, 1.00, 0.90 et 1.00 m.

Le passage au faciès suivant est franc.

- Une ferriarénite oolithique (code **B4**): ce faciès est caractérisé par un ciment calcique argileux de plus en plus abondant vers le sommet et par des niveaux argileux millimétriques également de plus en plus abondants vers le sommet. Cette roche est relativement friable, elle a tendance à se déliter sur les niveaux argileux fins. On note localement dans cet ensemble des poches riches en coquilles qui rappellent les faciès de crassin (Coupe BC4). La puissance de B4 est variable, scules les coupes BC2 et BC5 atteignent les marnes de l'intercalaire, B4 est alors recoupé dans son intégralité, les puissances sont respectivement de 0.95 et 0.40 m.

B4 constitue un faciès de transition avec les marnes de base de la séquence de Grise

3.2 CARACTERISTIQUES DE LA COUCHE BRUNE

3.2.1 Les prémices du dédoublement de la Couche Brune

L'ensemble B3 dont le contenu argileux, sous forme de poches, est assez marqué correspond probablement aux premières manifestations du dédoublement de la Couche Brune: Bubenicek (1970) signale en effet que le banc principal se dédouble vers le NE du Bassin de Landres-Ottange pour former deux couches séparées par un intercalaire de lutite argileuse (cf Figure coupe Bub).

Cela signifie que l'ensemble B3 évoluerait vers un faciès marneux au NE du site pilote. Si cette interprétation est juste, la présence et le caractère hétérogène de l'ensemble B3 sont des caractéristiques locales de la Couche Brune.

L'ensemble B3 étant localisé dans la partie médiane de la Couche Brune, c'est dans cet ensemble qu'on été réalisé les sondages horizontaux des piliers de Brune. Il faudra donc tenir compte de l'hétérogénéité de B3 pour la réalisation et l'interprétation des différentes expérimentations associées à ces sondages.

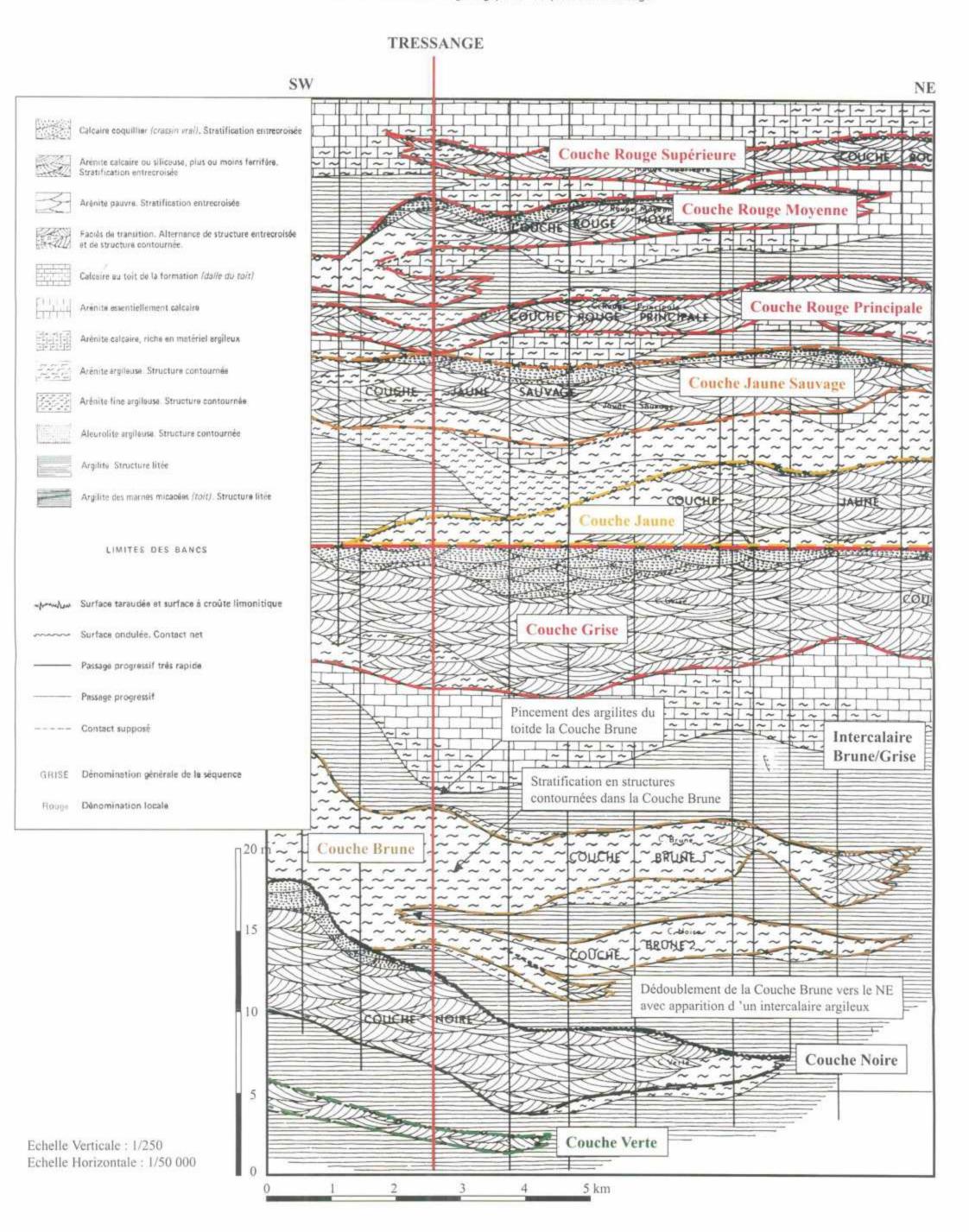


Figure 4 : Localisation du site pilote de Tressange sur la section G de Bubenicek (1970). Mise en évidence des caractéristiques locales.

3.2.2 La Couche Brune, une couche atypique?

Les sondages de l'Arbed et notamment le sondage 1 montrent une évolution verticale de la minéralisation : on constate que les minerais de la base de la formation ferrifère sont siliceux et que ceux du sommet (au dessus de la couche Grise incluse) sont calcaires. Le tableau ci dessous montre clairement cette évolution.

	Couche Verte	Couche Brune	Couche Grise	Couche Jaune Sauvage	Couche Rouge Principale	Couche Rouge Moyenne	Couche Rouge Supérieure
Exploitation	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
Puissance	2.39 m	2.45 m	3.29 m	2.8 m	1.49 m	1.91 m	1.66 m
Fe	30.0%	31.7%	32.7%	31.8%	32.0%	21.5%	22.1%
SiO2	17.0%	21.6%	6.4%	7.4%	7.2%	21.5%	13.9%
CaO	8.1%	7.4%	18.3%	18.6%	18.0%	22.7%	26.9%

La couche Brune avec les couches Noire et Verte, se distinguent donc des Couches Grise et Rouge, plus couramment exploitées et plus proches de la surface, par son caractère siliceux.

La Couche Brune se distingue également de l'ensemble des autres Couches par sa structure : généralement, la stratification dans le minerai des différentes couches est oblique régulière, peu remaniée par les organismes fouisseurs et la compaction : les joints de stratifications sont donc relativement réguliers et continus (cf figure 4).

La stratification de la Couche Brune est qualifiée par les mineurs de « truitée », ce qui signifie qu'elle présente des structures caractéristiques de remaniement : structures contournées (cm à pluri-cm) marquées par de petites lames de marnes noires. Le remaniement modifie totalement la stratification originelle, probablement sub horizontale. Dans ce type de faciès, les discontinuités formées par les joints de stratification n'ont plus aucune continuité.

Ce type de figure de stratification traduit un environnement de dépôt de moins forte énergie.

Enfin, on note également l'absence de crassin au toit de la Couche Brune. Le minerai est directement en contact avec les Marnes de l'intercalaire.

3.2.3 La lithologie au toit de la Couche Brune

Les marnes de l'Intercalaire ne sont pas majoritairement visibles au toit de la Couche Brune. Les mineurs ont généralement laissé environ 50 cm de l'ensemble lithologique B4 au toit de la galerie, cela, probablement dans le but d'éviter des problèmes d'instabilité du toit. On remarque également que les mineurs ont exploité moins haut dans la Couche Brune au niveau des piliers I, J, K et L qu'au niveau des piliers A, B, C et D où les Marnes sont fréquemment visibles à la faveur des décollements ayant eu lieu au toit de la galerie.

3.2.4 La fracturation dans les piliers de Couche Brune

Les sondages BFP01 et BFP02, sont deux sondages horizontaux carottés dans le pilier F de la Couche Brune. Ces deux sondages sont perpendiculaires, ils permettent une bonne reconnaissance de la fracturation à fort pendage. Ces sondages ont été réalisés à 1.75 m au dessus du sol de la galerie, dans l'ensemble lithologique B3 de la Couche Brune.

La lithologie est donc une ferriarénite oolithique hétérogène à poches pluricentimétriques de faciès sombre argilo-silteux (cf description ensemble B3). Les oolithes sont non jointives, dans un ciment argilo-silteux calcique assez abondant.

On remarque une légère différence de faciès entre ces 2 sondages : dans BFP01, la granulométrie est plus grossière et le ciment plus calcique, les poches argilo-silteuses sont moins abondantes.

On note également la présence de lentilles décimétriques riches en coquilles :

BFP01: à 0.70 m et 3.3 m;
BFP02: à 1.75 m et 4.75 m.

Les seules discontinuités notables recoupées dans ces sondages sont des fractures minéralisées à remplissage millimétrique (1 à 2 mm) de carbonates blancs :

- Pendage: sub-vertical (entre 75 et 85°);
- Orientation : sub-parallèle au grand axe du pilier (soit N13°, sub-parallèle à la faille d'Ottange) ;
- Fréquence : de 0.5 à 1 par mètre.

On remarque également une densité de fractures sèches un peu plus importante dans les 30 à 40 premiers centimètres du forage, ces fractures sont parallèles au parement du pilier et sont probablement liées à l'exploitation. Au delà des 40 premiers centimètres, l'état de conservation de la carotte est excellent comme le montre le RQD (tableau ci dessous), les fractures sèches sont probablement liées à la foration et à la manipulation des carottes.

De	à	Rock Quality Designation				
(n	n)	BFP01	BFP02			
0	1	0.72	0.76			
1	2	0.88	1.00			
2	3	1.00	1.00			
3	4	1.00	0.89			
4	5	1.00	0.86			
5	6	1.00	1.00			
6	7	1.00	_			
7	8	1.00	-			
8	9	0.90	-			

3.2.5 Les hétérogénéités de stabilité du toit des galeries de Couche Brune.

En Couche Brune, le toit des galeries orientées N103° est plus instable que celui des galeries orientées N13°. Cette hétérogénéité de stabilité du toit a justifié le positionnement des filets détecteurs de chute de blocs : ils ont été placés dans les galeries dont le toit est le plus instable.

Les observations en Couche Brune montrent que les plans de stratification sont légèrement sécants sur le plan formé par le toit des galeries (figure 5).

Dans les galeries orientées N13°, les bancs individualisés par les plans de stratification ont une direction de pendage sub-parallèle à l'orientation de la galerie, ces bancs sont donc ancrés latéralement dans les parements de la galerie et leur portée n'est que de 5 m. Dans les galeries orientées N103°, la direction du pendage des plans de stratification étant sub perpendiculaire à l'orientation des galeries, la portée des bancs est au moins pluri-décamétrique.

Le moment de flexion appliqué sur les bancs est donc beaucoup plus fort dans les galeries orientées N103° que dans celles orientées N13°.

Les plans de stratification individualisent des bancs de puissance décimétrique à pluridécimétrique, ils constituent une discontinuité importante du massif rocheux.

A ce premier type de discontinuité, s'ajoute la fracturation naturelle observée dans les sondages BFP01 et BFP02. Ces fractures sont orientées N13° et sont sub-verticales. Elles contribuent donc à accentuer le phénomène décrit ci dessus.

Rappelons également que l'exploitation à générer une fracturation dans les parements, le toit et le mur des galeries mais il n'y a pas de raison que celle-ci soit différente en fonction de l'orientation des galeries.

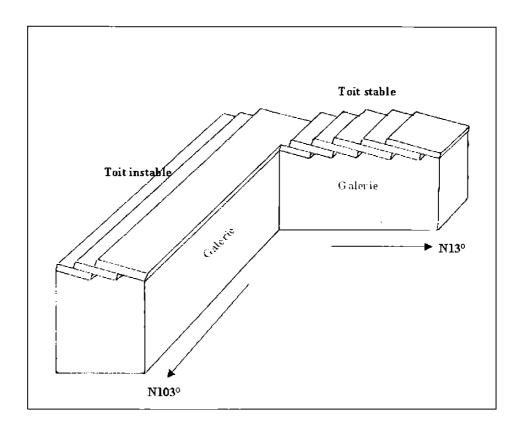


Figure 5 : Représentation schématique de la structure des plans de stratification au toit des galeries de Couche Brune.

4. L'intercalaire

4.1 DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

L'intercalaire Brune – Grise à une puissance moyenne qui varie de 6 à 7 m. Essentiellement argileux dans sa partie inférieure (Marnes du toit de la Couche Brune), l'intercalaire évolue rapidement vers des faciès arénitiques puis calcarénitiques.

L'intercalaire correspond à la partie inférieure de la séquence sédimentaire de Couche Grise. Il s'agit d'une séquence négative : augmentation de la granulométrie du bas vers le haut.

La puissance respective de ces différents ensembles lithologiques varie latéralement assez rapidement et on remarque notamment la faible puissance du niveau marneux de l'intercalaire au niveau du site pilote de Tressange. D'après les coupes synthétiques de Bubenicek (1970) cette caractéristique semble être locale (Section G, planche 12 de l'atlas géologique du gisement de fer Lorrain):

- puissance des Marnes à l'aplomb de Tressange : environ 1 m;
- puissance 1 km au SO: 4.5 m, 1 km au NE: 2 m.

Le site pilote est donc localisé, d'après cette coupe synthéthique, au niveau d'un pincement du faciès mameux de la base de l'intercalaire Brune – Grise.

L'intercalaire se subdivise en 5 ensembles lithologiques distincts, on trouve de la base au sommet :

- Les Marnes inférieures (code II): pétrographiquement il s'agit d'argilites ou de siltites argileuses, faiblement carbonatées: teneur en CaO inférieure à 20 %, teneur en SiO2 d'environ 35% (sondage 1, Arbed). La stratification est fine, laminée à ondulée, horizontale. Il correspond à un environnement sédimentaire peu profond et relativement calme (zone infratidale: sous la zone d'influence des marées).

Les sondages GM01 et GM02 recoupent l'intercalaire dans son intégralité depuis sol de la Couche Grise jusqu'au toit de la Couche Brune où les Marnes sont affleurantes, la puissance du faciès II est de 1.25 m dans GM01 et de 1.35 m dans GM02. Le forage GEM01 n'est pas traversant.

Le passage au faciès suivant est progressif.

- Les microarénites (code 12): il s'agit d'un faciès de transition entre les Marnes et les Arénites. Le contenu silteux fin est dominant sur le contenu argileux, le ciment est carbonaté. La stratification reste sub-horizontale mais elle est fortement remaniée: structures contournées (bioturbations et figures de compaction).

Ce faciès a une puissance de 1.2 à 1.4 m.

Le passage au faciès arénitique franc est progressif.

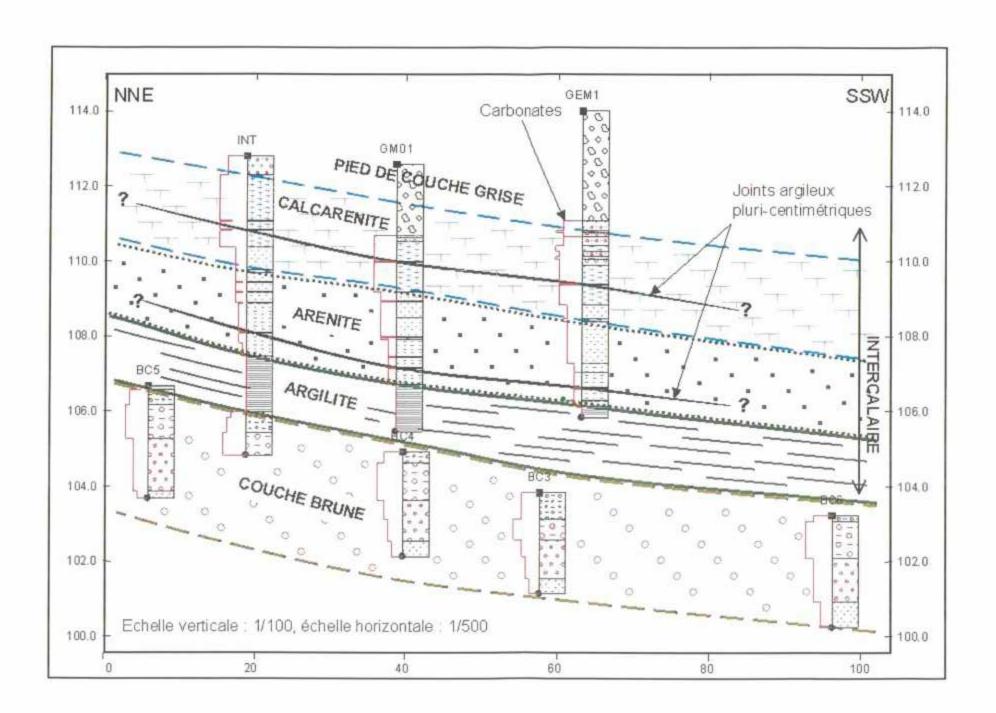


Figure 6: Reconstitution de l'ensemble Couche Brune - Intercalaire a partir des sondages GM01, GEM01 et des coupes lithologique INT et BC3 à BC6

- Les arénites silto-sableuses (code **I2B**) : faciès détritique de granulométrie moyenne à fine, de plus en plus carbonatée de la base vers le sommet. La stratification est faiblement oblique, fortement remaniée : structure contournée.

La puissance de I2B varie de 1.2 à 1.5 m.

Le passage aux calcarénites est progressif.

- Les calcarénites (code **I3**): faciès riche en carbonates (CaO > 30%, SiO2 entre 10 et 20 %) avec généralement un ciment calcique cristallisé, de granulométrie moyenne à grossière. Si la fraction détritique silteuse reste importante, les fragments de coquilles deviennent également un constituant à part entière de la roche.

La puissance de I3 varie de 1.10 à 1.35 m.

Le passage au pied de Couche Grise est progressif.

- Le pied de la Couche Grise (code G1): Il s'agit d'un faciès intermédiaire entre les calcarénites et le minerais de Grise à proprement parler. G1 montre une grande hétérogénéité: alternance décimétrique à pluri-décimétrique de banc de férriarénite calcique et de banc de calcarénite coquillière à granulométrie grossière et ciment calcique cristallisé. Les bancs de ferriarénite deviennent dominant vers le haut. La stratification est oblique régulière à l'intérieur de chacun des bancs, elle est caractéristique d'un milieu de sédimentation de forte énergie en zone intertidale (zone de battement des marées).

4.2 CARACTERISTIQUES DE L'INTERCALAIRE

4.2.1 Les joints argileux

Les ensembles I2, I2B et I3 montrent des joints argileux ou argilo-silteux pluricentimétriques. La coupe réalisée dans l'intercalaire dans la descenderie Grise – Brune a permis d'observer que ces joints argileux présentent une bonne continuité horizontale. Au moins deux d'entre eux semblent être continus à l'échelle du site pilote :

- L'un à environ 2 m au-dessus du toit de la Couche Brune, dans la formation I2;
- L'autre à environ 4.75 m au-dessus du toit de la Couche Brune, dans la formation 13.

Ces joints argileux sont des zones de faiblesse de l'intercalaire (discontinuités principales) et peuvent contribuer à diviser celui-ci en sous-ensembles de comportement mécanique indépendant.

4.2.2 La notion de séquence sédimentaire

La formation ferrifère s'organise en une suite de séquences sédimentaires négatives de puissance pluri-métriques à décamétriques. Cette notion de séquence est illustrée sur le log du sondage 1 (figure x), on observe généralement les évolutions suivantes de la base au sommet des séquences identifiées à Tressange:

- Augmentation de la granulométrie (séquence négative).
- Augmentation de la teneur en fer avec une chute locale au toit qui correspond au crassin lorsque celui-ci existe : ce faciès est un marqueur du sommet de la séquence et correspond au terme le plus grossier de celle-ci.
- Augmentation de la teneur en carbonate associée à la chute de la teneur en silice.
- Evolution des structures sédimentaires depuis une stratification horizontale laminée jusqu'à une stratification oblique franche.

Chaque séquence correspond à un cycle transgression - régression du niveau marin : la base marneuse de la séquence correspond à un environnement sédimentaire plus profond et plus calme (zone infratidale) que le sommet (zone intertidale), le crassin, terme ultime de la séquence lorsqu'il existe, correspondant à un dépôt de plage.

La séquence de grise qui débute au toit de la Couche Brune et se termine avec le crassin de Grise montre de bas en haut la succession lithologique suivante :

- Argilites à structure laminée horizontale ;
- Microarénites silto-argileuses, stratification horizontale et structures contournées ;
- Arénites silto-sableuses carbonatées à stratification faiblement oblique et structures contournées;
- Calcarénite coquillière à ciment calcaire recristallisé, stratification oblique;
- Ferriarénite oolithique, stratification oblique (Couche Grise au sens minier);
- Lumachelle ou calcaire coquillier (crassin), stratification oblique.

Ainsi, la séquence fondamentale de la Formation ferrifère de Lorraine est caractérisée par une augmentation progressive de la dimension des constituants détritiques de la base vers le haut. Chaque terme lithologique défini par une distribution granulométrique se développe avec des figures propres de structures. A ces facteurs syngénétiques, se superposent les transformations diagénétiques avec leurs formes spécifiques de chaque catégorie de roche.

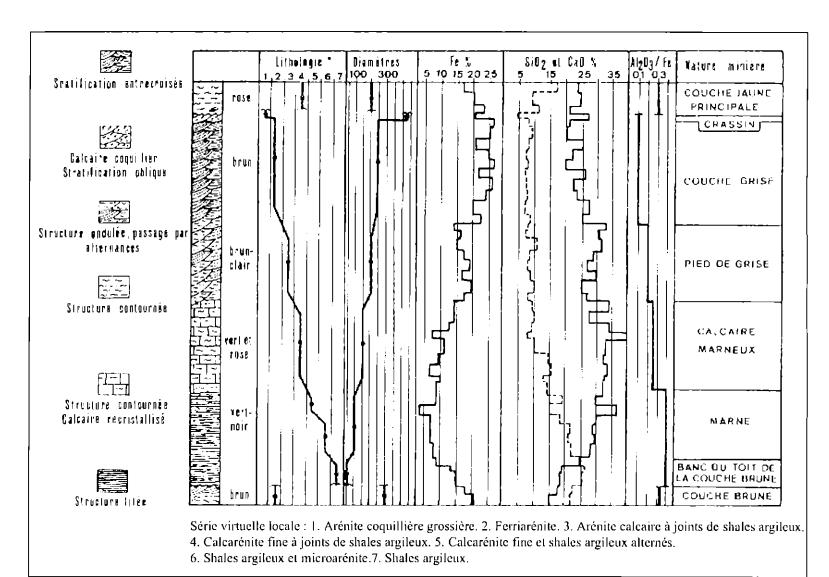


Figure 7: Coupe et courbes lithologiques, granulométriques et chimiques de la séquence de la Couche Grise à Tressange (d'après Bubenicek, 1970).

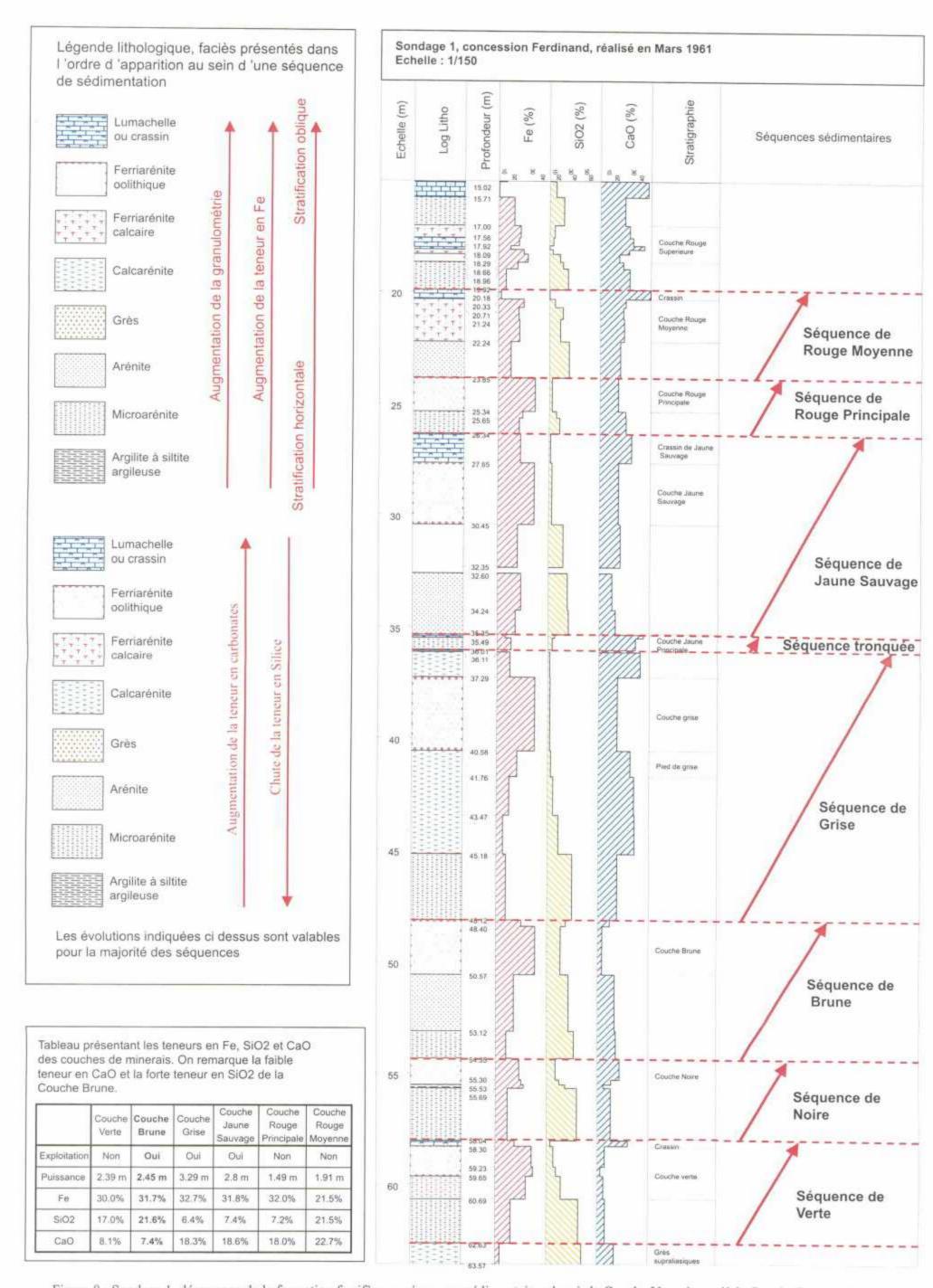


Figure 8 : Sondage 1, découpage de la formation ferrifère en séquences sédimentaires depuis la Couche Verte jusqu 'à la Couche Rouge Moyenne

Rapport BRGM/RP-51701-FR

Conclusions

Les résultats de cette étude sont à la disposition des différents intervenant du site pilote de Tressange. Ils y trouveront des informations concernant la lithologie et la répartition des différents faciès dans la Couche Brune et dans l'Intercalaire Brune-Grise observés sur le site pilote.

Ils trouveront également des informations sur le contexte géologique local du site pilote et ses particularités. Ces informations permettront de juger dans quelle mesure les résultats de Tressange sont exportables à d'autres sites ou d'autres Couches de minerais de la formation ferrifère.

Bibliographie

- STEINER P., (1980). Lithostratigraphie et fracturation du Dogger lorrain. Thèse présentée devant l'université de Nancy 1.
- BUBENICEK L, (1970). Géologie du gisement de Fer de Lorraine. Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Nancy.
- BUBENICEK L, (1960). Recherche sur la constitution et la répartition du minerai de fer dans l'Aalénien de Lorraine. Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Nancy.
- Notices des cartes géologiques de la France à 1/50 000, feuilles de Briey, Longuyon-Gorcy et Longwy Audun-le-Roman.

Etude de l'environnement géologique du site pilote de Tressange.

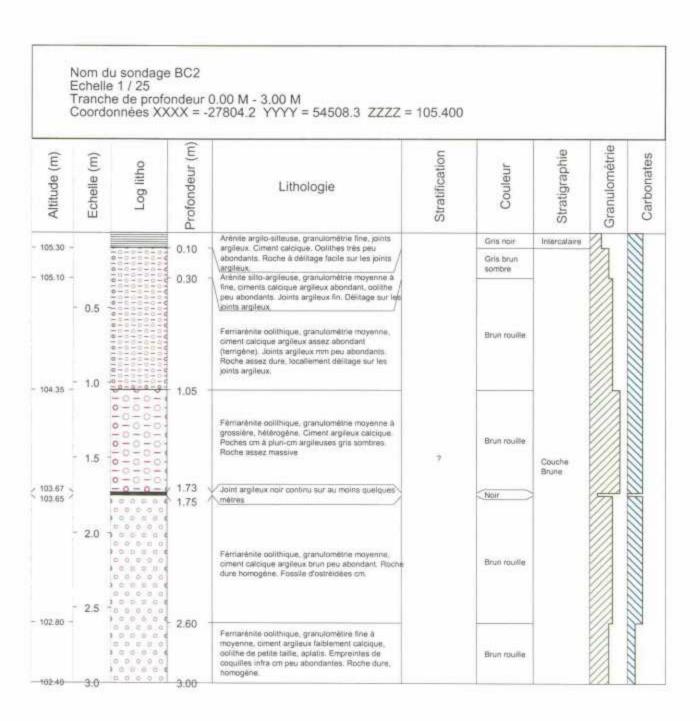
Annexes

Etude de l'environnement géologique du site pilote de Tressange.

Annexe 1:

Logs des coupes lithologiques réalisées sur les parements de piliers de Couche Brune de BC1 à BC6

Nom du sondage BC1 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 3.00 M Coordonnées XXXX = -27806.7 YYYY = 54538.1 ZZZZ = 106.500 E Granulomètrie Altitude (m) Ξ Stratigraphie Stratification Log litho Carbonates Profondeur Couleur Echelle Lithologie Arênite sitio-argileuse odlithique, granulomètrie moyenne à fine, ciments calcique argileux Brun gris 106.35 0.15 abondant. Joints argileux fin abondants. Roche à delitage facile sur les joints anglieus.
Fernarénite oblithique, granufomètris moyenne, ciment calcique argileux assez abendants. Joints Brun rouitle 106.05 0-0-0-0-0.45 argileux mm de plus en plus abondants vers le 0.5 sommet. Roche assez friable, délitage sur les joints argieiza Brun rouilte 0 Ditto 1.20 - 1.44 m et gris sombre 1.0 Joint argilo-silteux continu sur au moins quelques retrisrente collittique, granulomètrie moyenne à grossière, hètérogène. Taille des collithes hétérogène, ciment argilleux calcique. Poches cm à hétérogène, ciment argilleux calcique. Poches cm à metalleux caris sombras. Roche assez 105.31 105.30 1.19 Gris nor 1.20 Brun rouille et gris. 1.44 plun-cm argileuses gris sombres. Roche assez sombre 105.04 massive Joint argito-sitteux continu sur au moins quelques, 1.5 1.46 Gris noir Cauche Brune metres. 2.0 Ferriarenile oolshique, granulomètrie fine à moyenne, ciment argieux faiblement calcique. Brun rouille chloriteux. Oolithes de petiles taille, applatis Roche dure et homogène 2.5 2.60 - 103.90 -Arénile sillo argileuse à sableuse, pauvre en collithes, cirrent calcique. Granulomètrie fine. Brun routle Roche dure, homogène 100.50 3.0 3.00



Nom du sondage BC3 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 2.70 M Coordonnées XXXX = -27765.2 YYYY = 54508.4 ZZZZ = 103.800

Altitude (m) Echelle (m)	Log litho	Lithologie	Stratification	Couleur	Stratigraphie	Granulométrie	Carbonates
- 0.5		Farriarénae odistrique, granulométire moyenne, ciment argito-sitteux, calcique de plus en plus abondants vers le haut. Joint argiteux fin peu abondants. Roche assez massive, délitage facilité sur les joints argiteux.		Brun rouille			
- 1.0 -	0.7	Férmarènite colithique, granulomètrie moyenne à grossière, hétérogène. Ciment argileux calcique locallement abondant. Poches cm à pluri-cm argileuses gris sombres. Roche assez massive.		Soun rouitle			
	00000	Ditto 1,70 - 2.30 m, granulomètrie moyenne, piment moins abondant	2	Brun rouille	Couche Brune		himini
		Farriarànite oplithique, granulométrie fine à moyenne, ciment arglieux faiblement calcique, chloriteux, abondant. Oplithes de petites faille, applatis. Roche dure et homogène. Rostres de Belemnite abondants		Brun rouille			
- 101.50 2.5	2.7	Arènite sito argiteuse à sableuse, pauvre en polithes, ciment calcique, Granulométrie fine. Roche dure, homogène		Brun rouitle			MININE

Nom du sondage BC4 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 2.80 M Coordonnées XXXX = -27765.5 YYYY = 54529.1 ZZZZ = 104.900

Altitude (m)	Echelle (m)	Log litho	Profondeur (m)	Lithologie	Stratification	Couleur	Stratigraphie	Granulométrie	Carbonates
104.60 -		0-	0.30	Férriaranile collittique, granufomètrie moyenne, ciment détrisque silto-argileux abondant, fortement calcique, joint argileux fin peu abondants. Poches coquillières sumacheiliques. Roche assez friable.		Brun rouille			
	- 0.5	0-0-0-0		Férriarénite colithique, granufométrie moyenne à grossière, hétérogène. Ciment argileux calcique		Brun roulle			
103.60	- 1.0	0-	1.20	localement abondant. Poches cm à plun-cm argiteuses gris sombres. Roche assez massive.		Salah (Salah)			
103.50	- 1.5		1.30	Ditto 1.80 - 2.40 m, granulométrie moyenne, ciment moins abondant	3	Brun rouille	Couche Brune		manna
103.10 -	- 2.0			Fernaranita opiilhique, granulomètrie line a moyenne, ciment argieux faiblement calcique, chloriteux, abondani. Quiches de petites taille, applatis. Roche dure et homogène.		Brun rouille			THE THE THE THE
102.50	- 2.5	30000	2.40	Arénite silto argileuse à sableuse, pauvre en collithes, ciment calcique. Granulométrie fine. Fragments infra-cm de coquilles. Roche dure, homogène		Brun rouille			All Illian

Nom du sondage BC5 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 3.00 M Coordonnées XXXX = -27759.4 YYYY = 54564.3 ZZZZ = 106.650 E Granulomètrie Stratigraphie Altitude (m) Stratification E Carbonates Log litho Profondeur Couleur Echelle Lithologie Arénite argio-siteuse, granulométrie fine, joints argileux. Ciment calcique. Cotifhes très peu abondants. Roche à délitage facile sur les joints Gris noir Intercalaire - 106.55 0.10 argileux. Arënite détritique terrigène argito-sitteuse. Brun noir polithique, Granulomètrie moyenne. Ciment calcique gris noir. Joint argilleux noir fin. Roche assez friable, délitage sur les joints argilleux. 1.0 - 106.15 - 0.5 0.50 Quelques coquilles om d'astreidées Ferriarénite oclithique à faiblement solithique, granulomètrie moyenne hétérogène, ciment Brun rouille détritique terrigène argilo-sableux abondant. Poches on à pluri on argileuses gris noir. Roche à trun noir. assez massive. Rostres de Belemnite abondants. 105.25 -1.40 1.5 Couche Brune Fernanênite oolithique, granulomêtrie fine â 2.0 moyenne (croissante de bas en hauf), ciment argileux faiblement calcique, chloriteux, locallement abondant. Collibes de petites taille, Brun vert. appliatis. Roche dure et homogène. 2.5 Arênite silto arglieuse à sableuse, payvre en oplithes, ciment calcique. Granulométrie fine. -103.852.80 Fragments infra-cm de coquilles. Roche dure, Brun rouille homogène 103.65 3.0 3.00

Nom du sondage BC6 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 3.00 M Coordonnées XXXX = -27786.1 YYYY = 54475.8 ZZZZ = 103.200 $\widehat{\Xi}$ Granulométrie Stratigraphie Stratification Altitude (m) E Carbonates litho Profondeur Couleur Echelle Lithologie Log 6-5-5-6-Férriarénite quithique, granulométrie moyenne, ciment détritique silto-argileux abondant Brun gris - 103.05 -0.15 (terrigêne), calcique. Joint argileux fin. Roche assez massive, délitage plus facile sur les joints argileux. 0.5 Férnarènite oclithique, granulomètrie moyenne à grossière, hétérogène. Ciment argiteux calcique. Poches cm à pluri-cm argiteuses gris sombres. Brun rouille Roche assez massive. Quelques coquilles d'outréidées 1.0 - 102.05 -0 0 0 0 0 1,15 Couche 1.5 Brune Fernarente colithique, granulomètrie moyenne, ciment argilieux faiblement calcique, locallement chlorieux, abondant. Colithes appliatis. Roche dure et homogène. Quefques rostres de Belernnite Brun verdätre - 2.0 - 100,90 -2.30 - 2.5 Arènite silto argileuse à sableuse, pauvre en colithes, ciment calcique. Granulomètrie moyanne à fine. Roche dure, homogène Brun rouille 100.20 3:0 3.00

Etude de l'environnement géologique du site pilote de Tressange.

Annexe 2:

Logs de la coupe lithologique INT et des sondages GEM01 et GM01, dans l'intercalaire.

Nom du sondage INT Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 8.00 M Coordonnées XXXX = -27749.6 YYYY = 54544.3 ZZZZ = 114.300

Altitude (m)	Echelle (m)	Log litho	Profondeur (m)	Lithologie	Stratification	Couleur	Stratigraphie	Granulometrie			
				Fernerënite collibique calcique dominante. Ciment calcique cristalité abondant. Granulomètrie moyenne. Fragments coquilliers peu abondant		Roulle	Pied de Couche Grise				
113.80	1.0		0.50	Calcaire à calcarénite détrèique coquiller, ciment calcique cristalisé abondant à très abondant, granulomètre moyente à grossière. Roche organisée en bancs de 20 à 30 cm, gris clair à la base, gris roufle au sommet avec sollitées ferrugineux. Joints	Qblique:	Gris clair à gris routle					
	1.5					roulte					
112.57 112.56			1.73	Joint sito-argileux collthique, ciment faiblement calcique chloriteux		verdåtre Gris vert å		1/4			
and the co				Ditto 2:00 - 2:45 m		la base, brun rouille		1///			
112.35	2.0		1.95	Joint alto-angleux ocithique, ciment faiblement calcique chloriteux. Calcarénite détritique coquillière (coquilles infra-om lines), ciment forteniant calcique cristallisé silto-argileux. Joints argileux noirs mm à cm. Granulomètrie moyenne à grossière. Oolithes ferrugineux en augmentation de la base vers le sommet.	Closque probable, remaniée	au sommet rouille verdâtre Gris vert â le base, brun rouille au sommet					
111,85	2.5		2.45	Arenite fine silto sableuse, ciment calcique à fortement calcique. Roche hétérogène fortement biosurbée, remplissage argito-silleux sombre dens les bioturbations.	Remaniée : biolurbation forte	Gris vert et gris noir					
111.25	3.0		3.05	Calcarénite sitteuse, ciment fortement calcique.		0.00		10			
111.17			3.13	Banc dur et massif, continu		Gris		1/2			
110.92			3.38	Ditto 3.65 - 3.93 m Joint argilo-siteux gris noir continu sur au moins		verdātre		1/2			
110.90			3.40	quelques mêtres		Gris noir	Intercalaire	á			
110.67	3.5		3.63	Ditto 3.65 - 3.93 m		verdåtre		1/2			
110.65			3.65	Joint arglo-siteux gris noir continu sut au moins quelques mètres		Gns nair		1			
				Arénite fine silto-sableuse, joints argiteux mm micacés, ciment calcique à fortement calcique		Gris vert	Gris verdâtre				1/2
110.37	4.0		3.93 3.95	cristallise. Roche détritique terrigène assez massive, délitage préferrentiet sur les joints anglieux. Banca plun din séparés par des joints argineux cm. Joint argito-sitieux gris, noir continu sur au moins queliques mêtres							
	4.5			Ditto 4.75 - 5.00 m				8			
	7.4.0							8			
109.59			4.71	Joint argifeux noir continu aur au moins quelques mêtres		Noir		S			
NOTES OF			4.75	Ditto 5.00 - 5.35 m, lits silto-sableux dominants.	Fine laminée.	Gris vert			5	9	
109.30	5.0		5.00	séparés par des joints argiteux mm noir Microarénite silto-argiteuse à ciment caloque, atternances cm de lits gris noir argito-silteux et de lits silteux à silto-sacrieux gris vert. Micros peu shoodants. Proche terrando de litte silteux et la calot.	remaniée ondulée : bioturbation et compaction	Gris vert sombre		Manage			
108.95			5.35	abondants. Roche terrigène délitage sur les joints argiteux fins.				3			
	5.5							TATALATA A			
	6.0			Sitites à argille carbonatière, cofithes ferrières très peu abondants, roche temigène, délitage sur les joints argileux fins		Gris Noir					CATALOG AND
	6.5							CALLES TO SERVICE STREET			
107.45		0-0-0-0-1	6.85	Ditto 7.00 - 7.40 m, ciment et joints argilleus plus		PACKYON -		1			
107.30	7.0	F7270101	7.00	abondants. Roche friable, délitage sur les joints argileux		Brun noir		1/2			
		0-0-0-0-0		Ferriarénile collithique, granulométrie moyenne,		Topological March		1//			
		0-0-1-0-0		ciment détritique terrigène argito-siteux, catoique, gris noir abondant. Joints argiteux fins. Roche peu		Brun gris sombre		1//			
106.90		0-9-0-0-0	7.40	massive, délitage facilité sur les joints argileux.		1100000	Couche	1//			
177.44	7.5	0-0-0	7.40	Fernarénite colithique, granulométrie moyenne hétérogène, ciment détritique argito-sitieux calcique. Poches om à pluri om argileuses gris noir. Roche assez massive.	7	Brun rouille à brun noir	Couche Brune				
		0						11/1/			

Nom du sondage GEM1 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 8.20 M Coordonnées XXXX = -27768.5 YYYY = 54503.9 ZZZZ = 114.011

Altitude (m)	Echelle (m)	Log litho	Profondeur (m)	Lithologie	Stratification	Couleur	Stratigraphie	Granulométrie	Carbonotto
	1.0			Rembiais de la rampe du travers banc de la Couche Grise à la Couche Jaune (l'ailter, calcaire marneux, minerais)			Remblais		
	2.0	0 0 0 0 0 0 0 0							
111.09		0000	2.92	Ferriarienite colithique, granulomètrie mayenne, ciment calcique à fortament calcique, localisment abondunt. Fraginents de coquilles infra cm peu abondunts.				772	111
10.81 10.77 10.66	3.0		3.20 3.24	Calcarénite coquilitére, granulomètrie grossière, coquilles infis om abondantes, ciment calcique cristalise à abondant. Joint argileux pluri mm discontinus. Ditto 2,92 - 3,20 m.		Brun rouille Gris ctair Brun rouille			
10.64			3.35	Ditto 2.92 - 3.20 m		Nor	Pied de	77	11
10.41	3.5		3.60	Ditto 3.20 - 3.24 m Fernarénite collitrique coquillère, coquiles fines	Oblique régulière	Brun rouite Gris clair	Couche Grise	M	
110.26			3.75	cm. Ciment arglo siteux calcique assez abondant. Roche hétérogène, granulométrie moyenne à grossière.		Brun rouite			
10.03	4.0		3.98	Ditto 3.20 - 3.24 m		Gris clair		1///	
09.89			4.12	Onto 3.75 - 3.89 m Calcarênite coquillère, coquilles infra om à om abondantes. Roche herérogène, granulomènie moyenne a grossière. Ciment calcique cristallise abondant, fraction terrigène argilo-silleuse.		Brun rouille Gris brun			
	4.5		4.63	Oolithes Terrugineux peu abondants	Oblique,				
109.38 109.35	5.0		4.66	Joint arglio-silteux noir Ditto 4,12 - 4.63 m	remaniée : bioturbation et compaction	Noir Gris brun			
08.61	3.0		5.20						
00.44	5.5			Arènite sitio-sableuse, ciment argileux calcique, roche dévilique terrigène. Granulomètrie moyenne à fine. Récurrence de bancs plus calcaires en 5.25 et 5.60 m		Gris vert			
08.44		1-1-1	5.57	Banc calcaire, ciment calcique cristatisé abondant.		Gris clair		1/2	
	6.0			Onto 5.20 - 5.57 m	Oblique à faiblement oblique, fortement remariée : bioturbation et compaction	Gris vert	Intercalaire		
	6,5								
07.26			6.75	Microarentie sito-argieuse micacée, ciment calcique à faiblement calcique, granulométrie fine. Joints argieux mm à pluri-cm abondants favorisant le délitage de la roche		Gris verdåtre sombre			
07.03 07.01	7.0		7.00	riori xustila oligna InioL	Horizontale	Noir Gris			MIN
06.61			7.40	Disto 6.75 + 6.98 m	faminée, fortement remaniée :	vardātre sombre			
06.58	7.5		7.43	Joint argilo-siteux noir	structures contournées	Noir. Gris		3	1
06.29			7.72	Ditto 6.75 - 6.98 m Calcarhola sillause, ciment buternest calcinue		verdåtre sombre Gris		1	11
106.26			7.75	Calcarénite silleuse, ciment fortement calcique Ditto 6.75 - 7.72 m	No.	Gris. verdåtre		1	11
106:11	8.0		7.90	Sittles à argille micacée, ciment faiblement	Horizontale, fine laminée, remaniée ;	sombre Noir		3	
	1355			calcique, granulométrie três fine. Poches cm sitto-sableuse de couleur clair minoritaures.	structures	Noir verdätre		H	11

Nom du sondage GM01 Echelle 1 / 25 Tranche de profondeur 0.00 M - 7.15 M Coordonnées XXXX = -27775.4 YYYY = 54535.7 ZZZZ = 112.591

Altitude (m)	Echelle (m)	Log litho	Profondeur (m)	Lithologie	Stratification	Couleur	Stratigraphie	Granulométrie	Carbonates
	0.5	0000							
	1.0	0000		Remblais			Remblais		
	1.5	0000	1.90			Gris à gris			
10.69			1.96	Ditto 2.06 - 2.61 m Calcarènite à femarénite calcaire, oolithes		clair	Pied de Couche	7//	1111
10.53	2.0		2.06	Ferrogineux Calcarénite détritique coquitière (coquities infra-om à om fines abondantes), ciment calcique cristaltisé abondant, composante silt-argiteuse.		Brun rouille Gris à gris clair	Grise		
	2.5			Granulométrie moyenne à grossière	N21225575555			1//	
09.96 09.96			2.61 2.63	Joint anglo siteux	Oblique, de moins en moins remaniée vers le sommet	Noir			
	3.0			Dibb 2.96 - 2.61 m		Gris à gris clair			
09.18	3.5		3.41	Arénite sitto-sableuse, ciment argileux calcique à fortement calcique. Granulomètrie moyenne à fine. Fragments coquilliers fins cm locallement abondants. Joints angleux mm récouverts tous les		Gris verdātne			
08.92 08.89			3.67	S à 10 cm Joint argito sitteux		Noir		*	14
	4.0		4.62	Ditto 3.41 - 3.67 m	Faiblement oblique à oblique, fortement remaniée	Gris verdåtre			
07.97	1100		4.65	Joint argio silteux	Faiblement	Noir	Intercataire	12	7777
07.89			4.70	Calcarenite silto-sableuse, granulométrie fine à moyenne, ciment calcique cristalisé abondant Microarente silto-argileuse, ciment calcique, granulomètre fine Joints argilo-siltaux mm assez	oblique à oblique	Gris Gris verdătre			
	5.0			abondants, poches silto-sableuse pluri-cm gris clair abondantes		sombre		9	1
07.44			5.15 5.17	Joint argilo silteux	Sub-horizontarie	Noir		3	13
			3.11	Ditto 4.70 - 5.15 m	fortement remarabe	Gris verdåtre		8	
07.15 07.13			5.44	Joint argito sitteux	structures contoumèes	Noir		3	13
	5.5		5.46	Dieto 4.70 - 5.15 m		Gris verdåtre sombre			1111111
06.69	6.0		5.90					The same of the sa	THINING.
	6.5			Sitties à argille micacées, ciment argileux faiblement calcique, granulomètrie très fine. Poches cm sittu-sableuses minoritaires, de plus en plus abondantes vers le haut. Joints argileux mm abondants favorisant le délitage de la roche.	Fine laminée horizontale, faithement remaniée (ondulée)	Gris noir		***************************************	
	70							7	11
	7.0							4	1

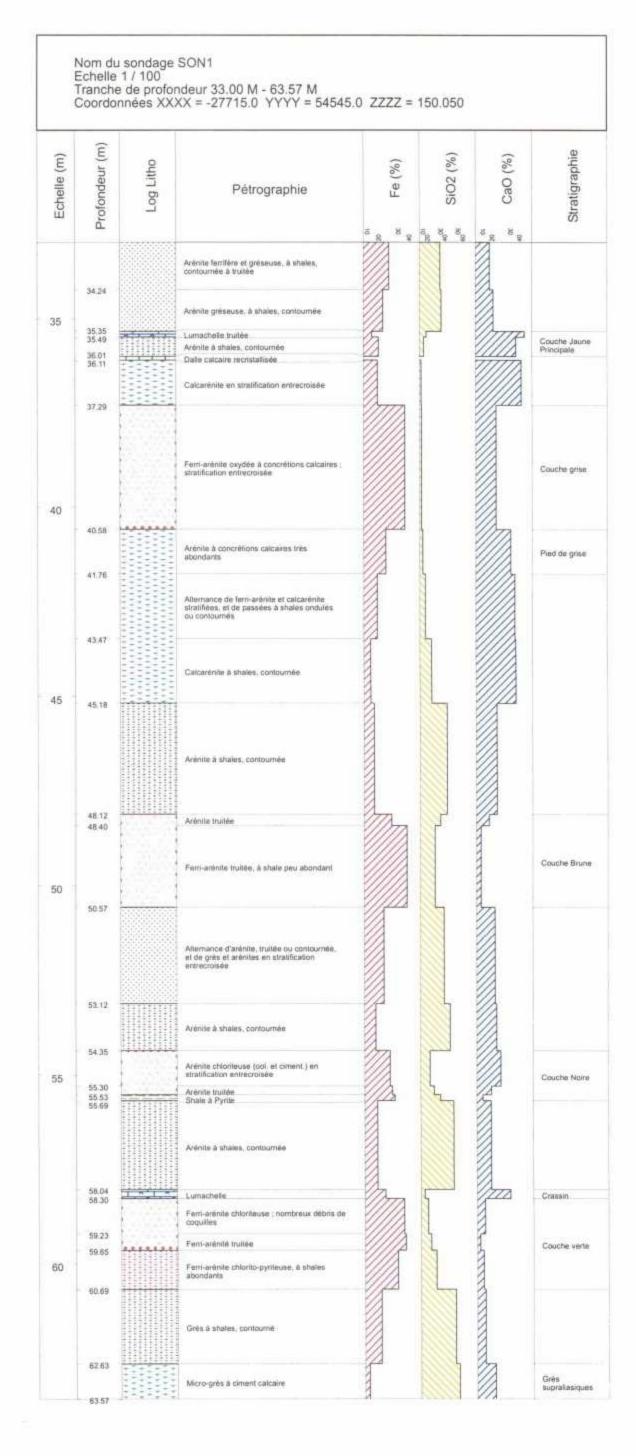
Etude de l'environnement géologique du site pilote de Tressange.

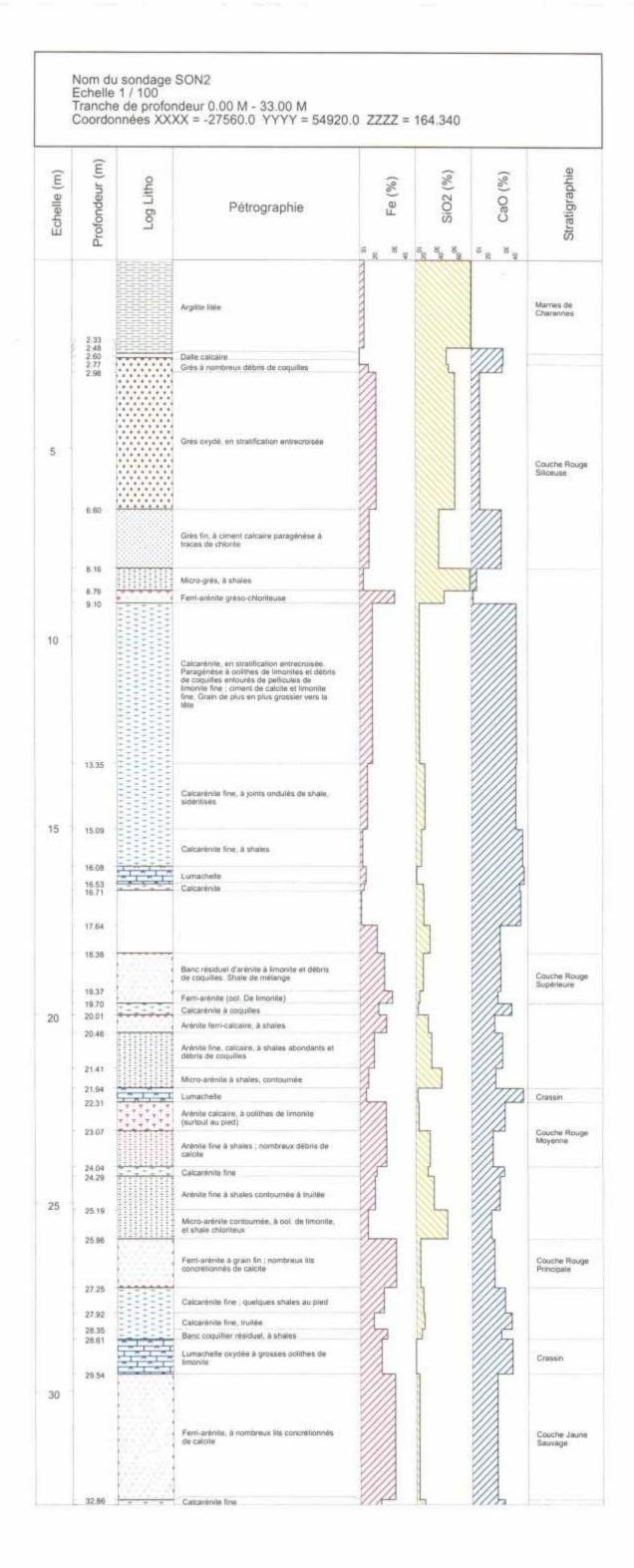
Annexe 3:

Logs des sondages ARBED: sondages 1, 2, 7 et 8

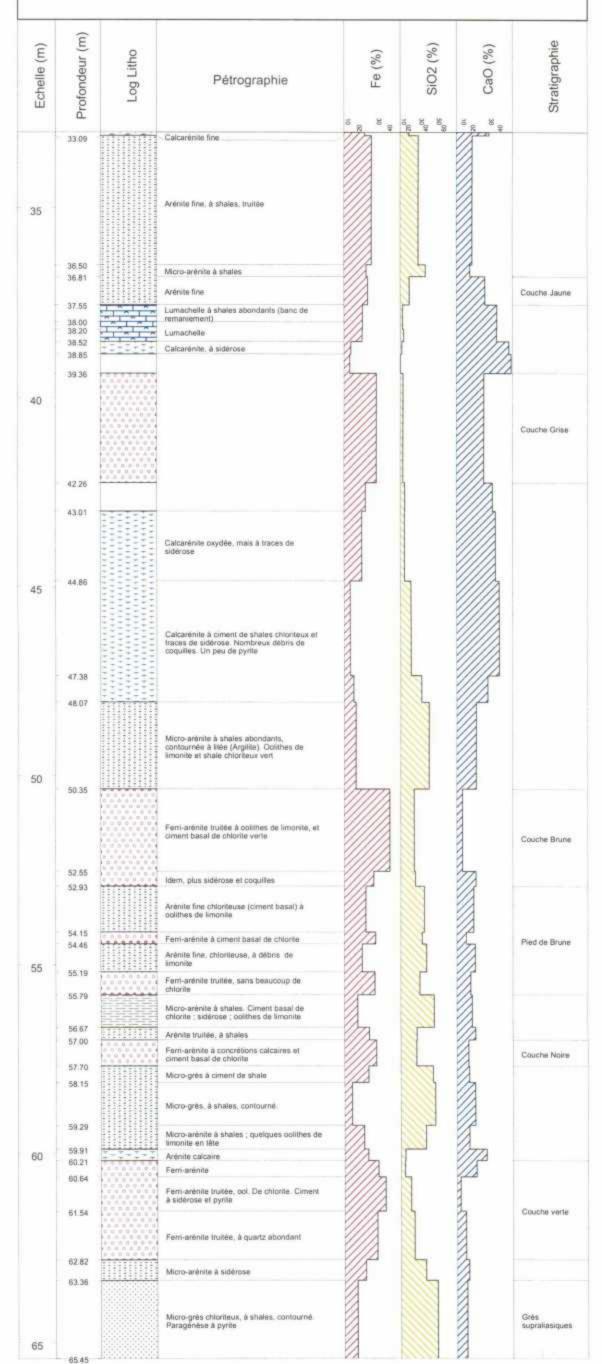
Nom du sondage SON1 Echelle 1 / 100 Tranche de profondeur 0.00 M - 33.00 M Coordonnées XXXX = -27715.0 YYYY = 54545.0 ZZZZ = 150.050

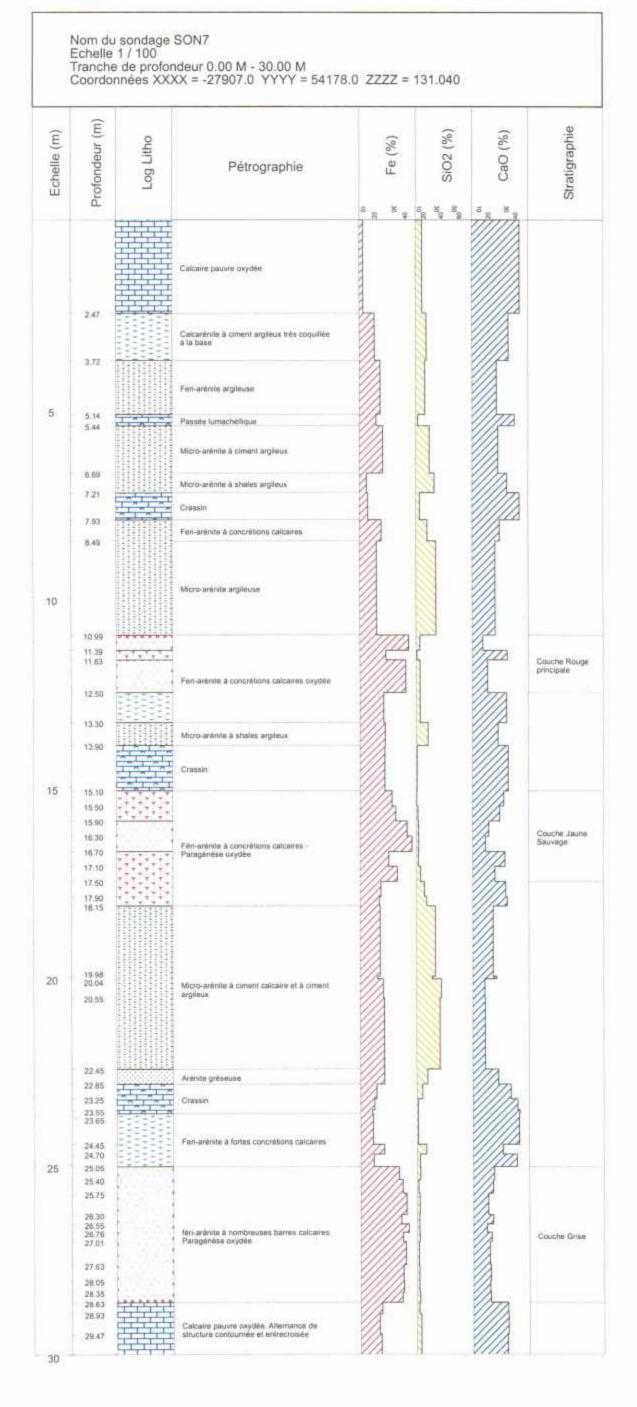
Echelle (m)	Profondeur (m)	Log Litho	Pétrographie	е в в Fe (%)	su ^{ok} SiO2 (%)	ы с CaO (%)	Stratigraphie
	0.11		Argitte litée				Marnes de Charennes Rouge
			Arénite gréseuse, à concrétions calcaires et joints de shale			8	Siliceuse Supérieure
5	1.52		Grès ferrugineux en stratification entrecorsée. Joints de shale et concrétions calcaires				
	5.24		Arënite gréseuse				Rouge Siliceuse
	6.50						Inférieure
	6.66		Niveau coquiter Grès à joints de shale	1	JIIII	1	
	7.16		Arénite grossière (granules), calcaire	0		1111	
	8.18		Micro-grès à shales, contournés			1	
10	15.02		Calcarénile en stratification entrecroisée. Joints de shale dans la moitie supérieure				
			Calcaire recristatiise, ä shales		B	1/////	
	15.71		Arenite à shales, contournée				
	17.56	1+1+1+1+	Arénite-calcaire, à shales	1//	1	1///	
	17.92 18.09		Banc résiduel coquiller, à shales Lumachelle recristalisée	B	5	////22	Couche Rouge Superieure
	18.29 18.66		Arénite calcaire Ferri-arénite truitée	1//2	2	1/2	
	18.96		Arenite truitee ; shales abdodants Arenite à shale, contournée				
20	19.92		Banc résiduel coquiller, à shales	4		MA	
W	20.18 20.33		Lumachelie Arénite ferri-calcaire, stratifiée	7//	N	11/1/11	Crassin
	20.71		Arenite à shales		1	1//	- W. C E. C E. C
	2124	1:::::::	With All the Party of the Party		1	1//	Couche Rouge Mayenne
	80.00		Arénite à shales, truitée à contournée.	1//		1//	
	22.24			10		1/1	
			Arénite gréseuse à shales, conlounée			1/2	
	23.85					1//	
	43.65		Ferri-arénite oxydèe à concrétions calcaires				Couche Roug Principale
25	25.34		Arénite à shales, truitée	1///	5	m	
	25.65		Arénite à sheles, contournée				
	26.34		Lumachelle, à passée riche au centre, en stratification entrecroisée, oxydée ; qqs. Shales				Crassin de Jaune Sauvage
	27.65	100000	o withou	1	1	1//	10/01/29/0
		-		1////		1	
				1///	9	1/2	2.5
				1////	1		Couche Jaune Sauvage
30	30.45			1///		1/1	
	30.45			1//			
				1/2			
				1//		1//	
				1.00		1///	

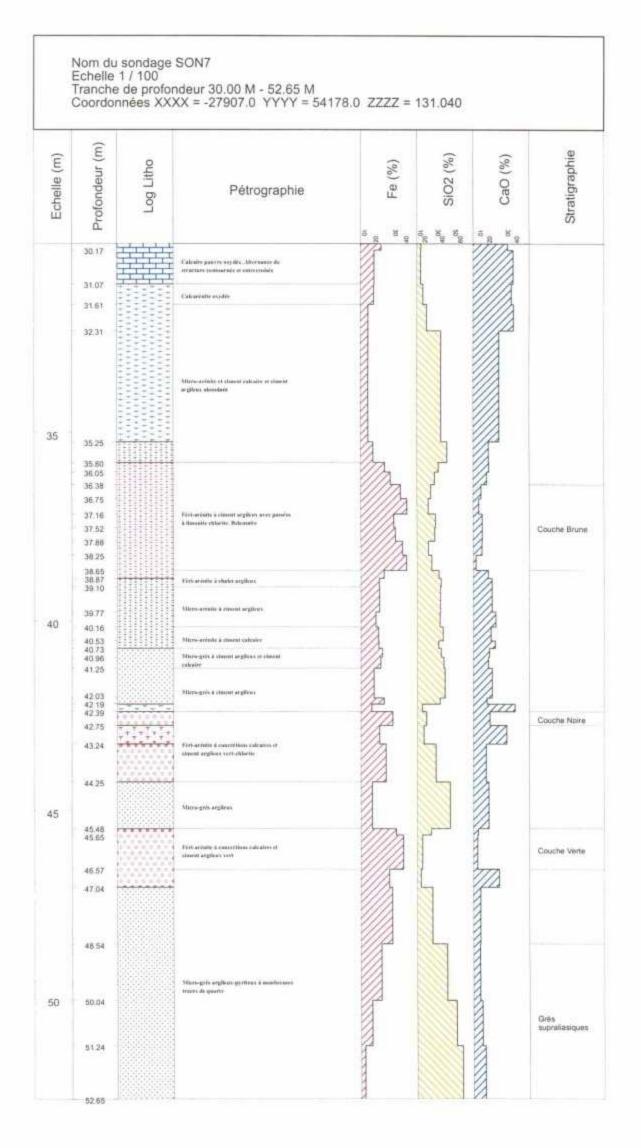




Nom du sondage SON2 Echelle 1 / 100 Tranche de profondeur 33.00 M - 65.45 M Coordonnées XXXX = -27560.0 YYYY = 54920.0 ZZZZ = 164.340







Nom du sondage SON8
Echelle 1 / 100
Tranche de profondeur 0.00 M - 30.00 M
Coordonnées XXXX = -28226.0 YYYY = 54530.0 ZZZZ = 163.840

Echelle (m)	Profondeur (m)	Log Litho	Pétrographie	es oc Fe (%)	3002 (%)	о к к СаО (%)	Stratigraphie
	1.50		Calcarénite en stratification pseudo-honzontale. Paragenése oxydée. Quélques fiets de ciment argileux brun-violet				
	2.29 2.95 3.41 3.85 4.45		Micro-arénite à ciment calcaire et à ciment argleux brun-gris plus ou moins abondant. Paragenèse oxydee				
5	5.52		Passée coquillère à ciment argilleux brun violet. Micro-arénile oxydée				Couche Rouge
	5.95 6.50		Micro-arénite à nombreux petits quartz, à ciment argilleux brun et à ciment calcaire Micro-arénite à ciment calcaire et à ciment				Superieure
	7.45 7.91		arglieux gris-noir abondant (quelques petites solithes brunes) Crassin				
	8.59 8.83 8.95	minini	Fami-arénite. Paragénèse oxydée à concrétion calcaire	1	2	777	couche Rouge Moyenne
10	9.19 9.69 10.05 10.15		Micro-arénile (niche en pelits quantz) à ciment argiteux brun-noir. Alternance de structure ciment argiteux gris-noir	3	1		
	10.93 11.21 11.52 11.72	******	Micro-arënite à ciment calcaire et à ciment anglieux gris-noir) Juna	Couche Rouge
	11.95 12.42 12.67 13.02		Ferri-arenile en stratification entrecroisée à concrétions calcaires. Paragénése oxydée				Principale
	13.30 13.65 14.14		Micro-arénite à ciment calcaire et ciment argieux. Paragénèse oxydée Fem arénite à nombreuses grosses		1		
15	14.50 14.60 15.08 15.40		coquilles. Passées très riches en coquilles (brun clair à blanc). Paragénése oxydée				
	15.80 16.25 16.75		Fem-arénite à grandes concrétions calcaves. Paragénése oxydée : oolithes de limonite brune				Couche Jaune Sauvage
	17,75 18.19						
20	18.74 19.15 19.58 20.00		Ferri-arenite à ciment argilleux brun-noir abondant. Paragenése oxydée (Faciles du "bouch" brun)				
	20.65 21.05 21.45 22.00		Micro-arente à ciment calcaire et à ciment argileux gra-nor abondant		H		
	22.75		Ferri-arènde à ciment argileux brun-noir et à nombreuses coquilles et débris de coquilles		7		
	23.40 23.94		Crassin vrál (non argilleux)				
25	24.37 24.85 25.32						
	25.80 26.30 26.88		Ferri-arente en structure entrecroisée à nombreuses concrétions calcaires (barres calcaires). Paragénése oxydée				Couche Grise
	27.33 27.80						
	28.44 28.82 29.25 29.50		Alternance de bancs, en structure entrecroisée et à ciment argileux brun-violet. Banca très calcaires (pauvres en fer)				

