

LAVAUX 

**La Ballastière - 37 700 Saint-Pierre-des-Corps
Tél : 02 47 32 23 40**

**Commune de VILLEDIEU-SUR-INDRE (36)
Carrière "Bois du Prieuré"**

Demande d'autorisation environnementale
Renouvellement et extension de carrière

rubriques ICPE 2510, 2515, 2517
rubriques IOTA 1.1.2.0 et 2.1.5.0

Annexes de l'étude d'impact

*PJ n°4 du Cerfa n°15964*01*

GEOSCOP NANTES (siège social)
15 rue du meunier - 44880 SAUTRON
02 40 63 63 51 - geoscop@geoscop.com
www.geoscop.com

SCOP à capital et personnel variables
N° TVA FR37311665632
RCS Nantes B 311 665 632
Siret 311 665 632 00049 - APE 7120B



GEOSCOP BREST
48 bd Gambetta - 29200 BREST
02 40 63 63 51 - geoscop@geoscop.com
www.geoscop.com



GEOAQUITAINE
12 rue Fernand Pilot - 33133 GALGON
05 57 84 36 09 - geoaquitaine@wanadoo.fr
www.geoaquitaine.com

Sommaire

Annexe I	Investigations géophysiques par méthodes EM et résistivité électrique – Mai 2014 -----	1
Annexe II	Investigations géophysiques par méthodes EM et résistivité électrique – Septembre 2016 ----	32
Annexe III	Campagne de reconnaissance – Extension de carrière -----	48
Annexe IV	Liste des AOC-AOP et IGP de la commune de Villedieu-sur-Indre (INAO) -----	105
Annexe V	Liste des AOC-AOP et IGP de la commune de Niherne (INAO) -----	109
Annexe VI	Mesures réglementaires des niveaux d'émissions sonores de type ICPE -----	113
Annexe VII	Retombées de poussières dans l'environnement – Année 2018 -----	160
Annexe VIII	Retombées de poussières dans l'environnement – Année 2019 -----	181
Annexe IX	Retombées de poussières dans l'environnement – Année 2020 -----	208
Annexe X	Etude pédologique et potentialité agricole des parcelles -----	226
Annexe XI	Etude d'impact – Aspects écologiques -----	297
Annexe XII	Bulletin d'analyses des prélèvements d'eaux superficielles complémentaires dans le plan d'eau (2020) -----	395
Annexe XIII	Bulletin d'analyses des prélèvements d'eaux souterraines dans les piézomètres Pz4, Pz6 et Pz7 (2018) -----	403
Annexe XIV	Bulletin d'analyses des prélèvements d'eaux souterraines dans les piézomètres Pz4, Pz6 et Pz7 (2019) -----	434
Annexe XV	Bulletin d'analyses des prélèvements d'eaux souterraines complémentaires dans Pz1 et Pz7 (2018) -----	453
Annexe XVI	Modélisation acoustique des niveaux d'émissions sonores (Etude n°120190072) -----	460
Annexe XVII	Note pour le dimensionnement du troisième bassin de décantation -----	488
Annexe XVIII	Glossaire -----	491

ANNEXE I

Investigations géophysiques par méthodes EM et résistivité électrique
Mai 2014
GEOSCOPI

DEPARTEMENT DE L'INDRE

COMMUNE DE VILLEDIEU SUR INDRE



INVESTIGATIONS GEOPHYSIQUES

PAR METHODES EM et RESISTIVITE ELECTRIQUE

Pour le compte de :

**ligérienne
granulats** 

MAI 2014



Plan de Situation

Département d'INDRE-ET-LOIRE
Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
Etude Géophysique de la carrière (C) S.A LAVAUX
Lieu-dit: Bois du Prieuré
Avril 2014



Echelle : 1/25000

LEGENDES:

Emprise de la zone de mesures géophysiques

Nota: Extrait de la CARTE IGN 1/25000 Geoportail



GEOSCOPI

GEOLOGIE - GEOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
Parc d'Activités du Moulin - 15, Rue du Meunier - 44880 SAUTRON
Tél : 02 40 63 63 51 - Fax : 02 40 63 63 99
Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION	1
II - CADRES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE	1
III - OBJECTIFS	3
IV - METHODES UTILISEES	4
IV-1 Les méthodes électromagnétiques	4
IV-1-1 EM31-MK2	4
IV-1-2 EM34-3 MK2	5
IV-2 LES METHODES DE RESISTIVITE ELECTRIQUES	5
IV-2-1 Le panneau électriques de résistivité	6
IV-2-2 Le Ohmmapper : mesure de la résistivité électrique par couplage capacitif	8
IV-3 PROFONDEURS D'INVESTIGATION	10
V - TRAVAUX REALISES	10
V-1 Matériel utilisé	10
V-1-1 Méthode électromagnétique	10
V-1-2 Méthode électrique	10
V-1-3 GPS	10
V-2 Mise en œuvre	11
V-2-1 Méthode électromagnétique	11
V-2-2 Méthode électrique	11
V-3 Mesures réalisées	11
V-3-1 Réglage des mesures	11
V-3-2 Maillage des mesures	11
V-3-3 Déroulement de la mission	12
V-3-4 Traitement des mesures	12
V-3-5 Cartographies	13
V-3-6 Relation conductivité/résistivité électrique	13
VI - RESULTATS ET INTERPRETATION	14
VI-1 Cartographie géophysique	14
VI-2 Profils en long géophysiques	14
VI-2-1 Panneaux électriques	14
VI-2-2 Profils Ohmmapper	14
VI-3 Corrélation entre la résistivité/conductivité électrique et la qualité du gisement	14
VI-3-1 Principe	14
VI-3-2 Corrélation entre la conductivité EM31 et l'épaisseur de découverte argileuse	15
VI-3-3 Corrélation entre la résistivité électrique et la qualité du gisement	15
VI-4 Cartographie des interprétations	16
VI-4-1 Partie Ouest	16
VI-4-2 Partie Est	17
VI-4-3 Zone boisée	18
VII - CONCLUSION	19

I - INTRODUCTION

A la demande de la Ligérienne de Granulats, la société GEOSCOP est intervenue en Avril 2014 pour réaliser une étude géophysique sur la commune de VILLEDIEU-SUR-INDRE, dans le département de l'Indre.

Cette étude porte sur la qualité du gisement de calcaire Oxfordien dans l'emprise jouxtant l'excavation existante.

Cette prestation fait suite à notre proposition du 26 Mars 2014 couvrant une première emprise de 20 Ha, complétée ensuite à la demande du client par la proposition datant du 18 Avril 2014, agrandissant la zone d'étude d'une surface de 50 Ha.

II - CADRES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

- Situation

Le site d'étude se trouve à environ 2 km au sud de Villedieu-sur-Indre. L'emprise investiguée se situe plus précisément autour du lieu-dit "le bois du Prieuré", au sud de la carrière existante. Elle comprend les parcelles n°11,12,13,14,19, 20 et 21 de la section D. La surface totale est d'environ 70 Ha si on ajoute la première emprise et son complément.

- Topographie

La zone consiste en un plateau calcaire légèrement vallonné, drainé à l'Est et au Sud par des talwegs, vestiges de paléo-affluents de l'Indre. Les terrains situés côté Ouest de l'excavation existante sont à une altitude moyenne comprise entre les cotes 148 m et 149 m NGF, alors que côté Sud, la zone boisée est comprise entre 144 m et 146 m NGF. Entre les deux, les talwegs de direction principale SSO-NNE vont des cotes minimales de l'ordre de 138 m NGF en amont au Sud à la lisière du bois, à 133 m NGF en aval au Nord à proximité de la sortie de l'excavation.

- Lithologie

D'après les cartes géologiques 1/50 000 feuilles CHATEAUROUX et BLERE, et les observations faites sur le front de taille de l'excavation, le gisement projeté consiste en un calcaire compact disposé en bancs d'épaisseur pluri-décimétrique. Le front de taille montre également des fractures subverticales argileuses ainsi que des poches d'altération présentant des traces d'oxydation.

Les cartes géologiques mettent également en évidence des remplissages sablo-argileux de fond de vallon correspondant aux paléo-affluents de l'Indre évoqués dans la partie "topographie".



Photo 1 : front de taille Nord

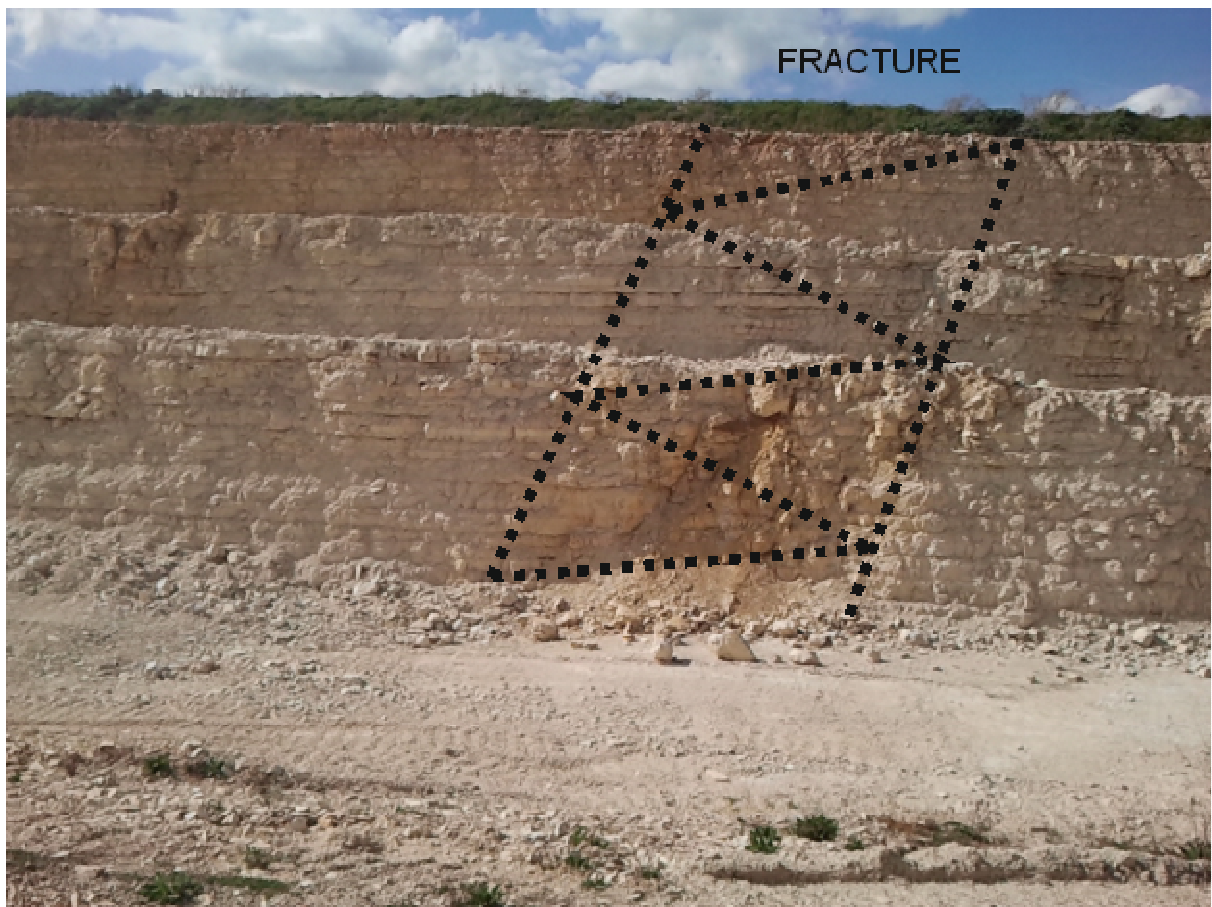


Photo 2 : front de taille Nord

- Sondages géotechniques réalisés

Des sondages de reconnaissance ont été réalisés par la société APPUISOL en parallèle des investigations géophysiques.

- 23 sondages destructifs de reconnaissance de 10 à 17 m avec enregistrement numérique de paramètres de forage (vitesse d'avancement, pression d'injection, pression sur l'outil, pression de frappe, pression du couple de rotation) puis Gamma ray en diagraphie après tubage.
- 3 sondages carottés de diamètre 116 mm.

- Niveau Piézométrique

Comme les sondages destructifs ont été réalisés à l'eau, ils n'ont pas permis d'enregistrer de niveau. Les 3 sondages carottés ont été décrits comme secs en fin de chantier.

Le site Infoterre du BRGM recense autour de l'emprise, trois ouvrages ayant fait l'objet de levés piézométriques :

Référence	Localisation	Nature	Géologie	Altitude	Cote piézo
5445X0045/P	A 50 m vers l'Ouest	Puits	Calcaire	149	20m/TN en 04/1977
5445X0040/P	A 400 m au Nord	Puits	Calcaire	145	17m/TN en 04/1977
5445X0014/C	A 200 m au Nord Est	Puits	Remplissage sablo/argileux	132.5	3m/TN en 04/1975

A l'altitude de l'emprise le niveau piézométrique devrait varier entre environ 5m/TN en fond de vallon et 20 m aux altitudes les plus importantes.

III - OBJECTIFS

L'objectif de cette prospection est double :

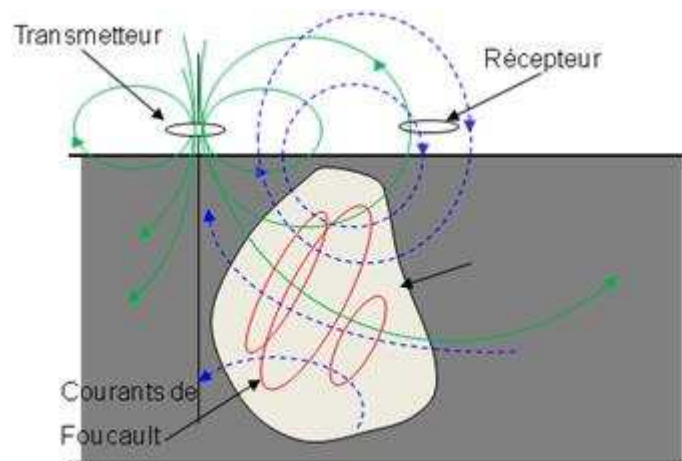
- Valoriser la campagne de sondages destructifs en donnant une représentativité spatiale aux sondages destructifs ponctuels. L'idée de cette campagne géophysique est de cartographier les différentes structures géologiques en présence et par là même, leur faciès et leur qualité en terme d'exploitation.
- Détecter et cartographier le risque « d'accidents » géologiques tels que fractures, failles ou remplissage quaternaire venant recouper le gisement.

IV – METHODES UTILISEES

IV-1 Les méthodes électromagnétiques

Le principe de la méthode électromagnétique est, à l'aide d'un émetteur, de créer un champ électromagnétique primaire, qui par induction va générer un courant dans le sol (courant de Foucault). En résultera toujours par induction un champ secondaire que l'on mesurera depuis la surface.

Le champ magnétique secondaire comprendra une composante en quadrature avec le champ primaire directement proportionnel à la conductivité du terrain.



Les appareils EM31 et EM34 utilisés ici ont un fonctionnement suivant ce principe :

IV-1-1 EM31-MK2



L'EM-31 présente un écartement fixe permettant d'atteindre une profondeur d'investigation de 6 mètres en mode dipôle vertical.

IV-1-2 EM34-3 MK2

L'EM-34 présente des bobines amovibles et a été utilisé en mode dipôle vertical permettant d'atteindre une profondeur d'investigation théorique de l'ordre de 15 m.

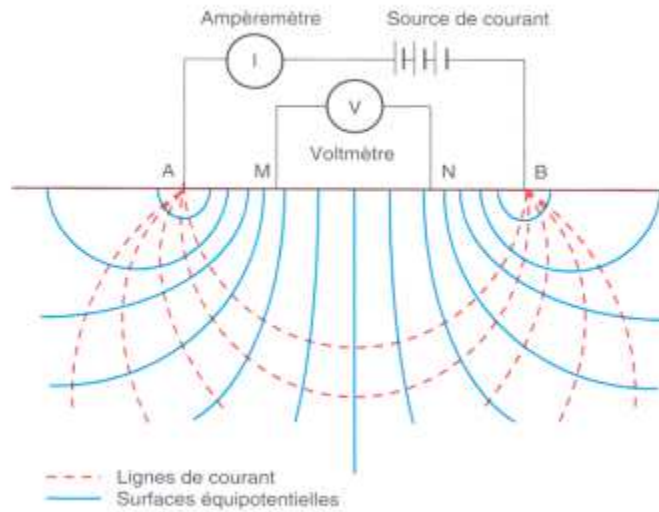


Nous avons utilisé ici ces deux appareils en mode continu, connectés à un GPS submétrique SxblueIII.

IV-2 Les méthodes de résistivité électriques

Un courant I est injecté entre deux électrodes (ou pôles) A et B et une tension V est mesurée entre deux électrodes M et N. Un tel dispositif d'émission et de réception est appelé quadripôle. La **résistivité apparente** du sol est définie comme la résistivité d'un sol homogène et isotrope, qui, alors que le courant I est injecté entre les électrodes A et B, donnerait entre les électrodes M et N la différence de potentiel

V , telle que : $\rho_a = \frac{K.V}{I}$ où K (appelé coefficient géométrique) est fonction des distances entre les différentes électrodes A, B, M et N.



Principe de la mesure de résistivité du sous-sol

La profondeur d'investigation augmente avec les dimensions du dispositif d'électrodes, mais diminue avec la résistivité des terrains. La résolution décroît avec la profondeur. Dans le cas d'un terrain conducteur, il faut augmenter la longueur du dispositif pour obtenir un résultat comparable à celui obtenu sur un terrain plus résistant.

L'injection du courant et la mesure de la tension se font soit par l'intermédiaire de câbles traînés sur le sol assurant un couplage capacitif, soit par celui d'électrodes plantées dans le sol. Nous avons utilisé ici des deux systèmes.

Le panneau électrique de résistivité donne la possibilité d'obtenir une image en 2 Dimensions de la résistivité jusqu'à une profondeur de l'ordre de 50 mètres.

Le système Ohmmapper fonctionne par couplage capacitif. Cela lui offre un rendement (vitesse de mesure) assez important, et une bonne résolution jusqu'à une profondeur maximum de 15 m environ.

IV-2-1 Le panneau électrique de résistivité.

Un panneau électrique est établi en mesurant la tension pour différentes combinaisons ABMN. Les mesures effectuées avec un écartement entre émetteur et récepteur de un espacement sont dites de rang 1, celles effectuées avec un écartement de deux espacements sont de rang 2, etc. Les mesures sont présentées sous forme de coupes ou panneaux iso valeur dont l'axe des abscisses, correspond à la position le long du profil, et l'axe des ordonnées, correspond au rang qui est une fonction de la profondeur (pseudo profondeur). Ces coupes sont appelées pseudo coupe de résistivité apparente. La mesure est généralement représentée au milieu du segment émetteur-récepteur. La profondeur d'investigation augmente avec le rang n .

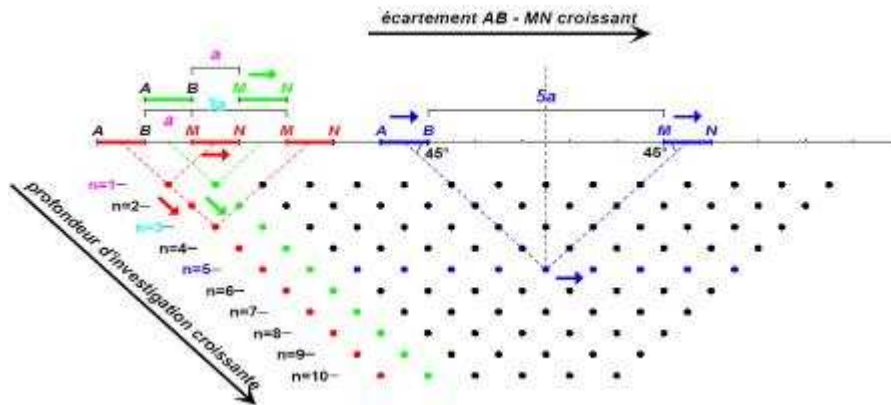
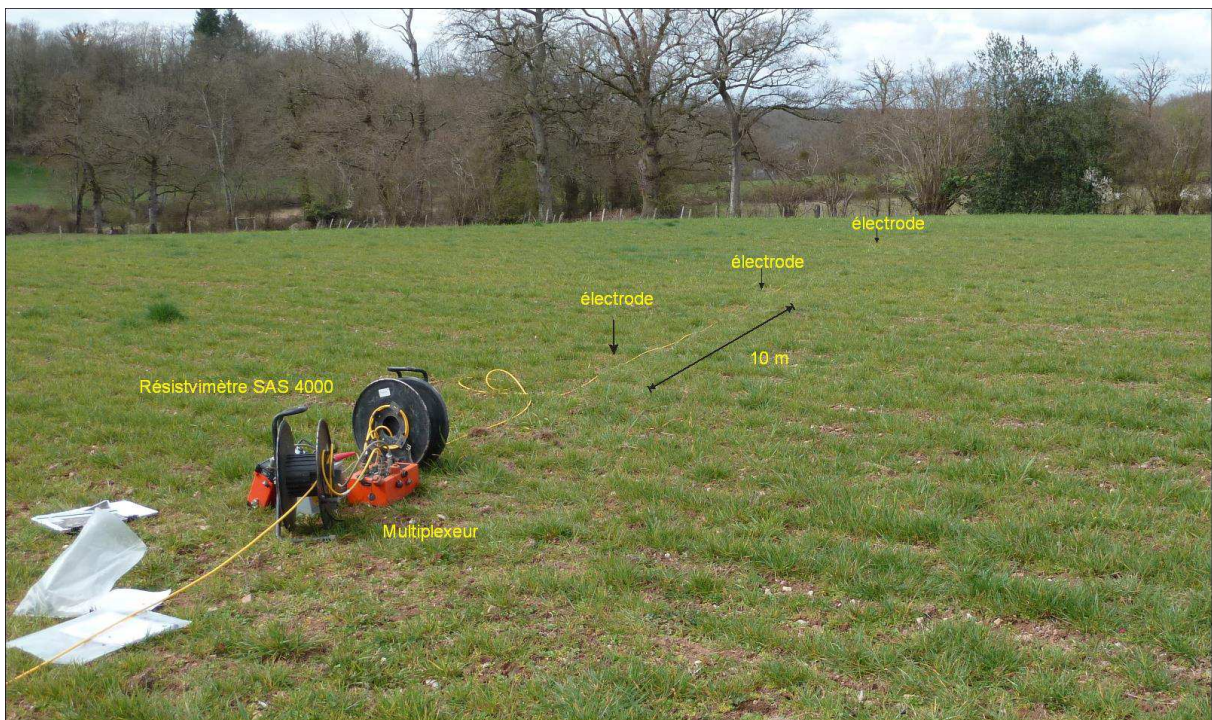


Schéma de la procédure d'acquisition d'un panneau électrique dipôle-dipôle et de présentation sur une pseudo-coupe : les points sont les lieux de représentation des mesures.

L'inversion en deux dimensions de la pseudo-coupe de résistivité prend en compte l'ensemble des mesures et aboutit à une coupe, distribution continue des résistivités calculées le long du profil et en fonction de la profondeur (Marie Boucher et al BRGM).

La méthode de mesure par panneaux possède l'avantage d'obtenir après inversion une imagerie de la résistivité du sous-sol en deux dimensions.



Dispositif de panneau électrique LUND

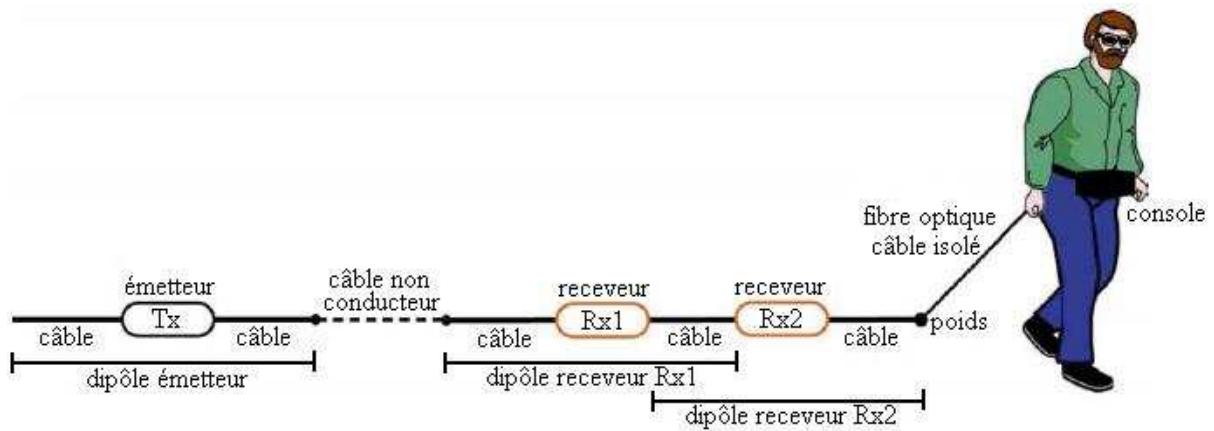
L'intérêt de cette méthode est que, outre la localisation de la zone altérée, on peut obtenir une assez bonne estimation de sa profondeur.

Selon la position des électrodes, plusieurs dispositifs sont possibles, nous avons utilisé ici le dispositif Schlumberger.

IV-2-2 Le Ohmmapper : Mesure de la résistivité électrique par couplage capacitif

Le Ohmmapper fonctionne par couplage capacitif avec le sol. Cette caractéristique en fait une méthode à grand rendement.

Le système de résistivité électrique couplé capacitivement (Capacitively Coupled Resistivity ou CCR) a été conçu pour mesurer la résistivité électrique dans les milieux où cette dernière est très élevée en surface et où les méthodes conventionnelles sont impraticables (Geometrics, 2001). Pour un système de panneau électrique de résistivité conventionnelle, un contact galvanique doit exister entre les électrodes de courant et de potentiel et la surface du sol pour qu'il y ait circulation du courant électrique. Dans le cas où la surface du milieu est très dure, il peut être impossible d'enfoncer les électrodes. Si le milieu est très résistant, la résistance de contact des électrodes est alors très élevée et le courant électrique circule difficilement. Dans le cas du système couplé capacitivement, aucun contact galvanique avec le sol n'est nécessaire et les problèmes précédents ne se posent plus.



*Schéma du système de résistivité électrique couplé capacitivement
(tiré de Geometrics, 2001)*

Des câbles coaxiaux de 5 m pour les dipôles de courant et de potentiel ont été utilisés. Cela permet d'obtenir des dipôles d'une longueur totale de 10 m respectivement lorsqu'ils sont reliés à l'émetteur et au receveur.

Les mesures effectuées avec un écartement entre émetteur et récepteur d'une longueur de dipôle sont dites de rang 1, celles effectuées avec un écartement de deux espacements sont de rang 2, etc...



Mise en œuvre du Ohmmapper

IV-3 Profondeurs d'investigation

Appareil	EM31-MK2 en mode dipôle vertical	EM34-3 en mode dipôle vertical avec 10 m d'écartement	Panneau électrique 315 m en Wenner Schlumberger	Ohmmapper TR3 N=4.5
Profondeur d'investigation théorique	5 m	15 m	50 m	13 m

V - TRAVAUX REALISES

Les mesures ont été réalisées au mois d'Avril 2014 par temps sec et après un mois de Mars plus sec que la moyenne (sources : météo France).

V-1 Matériel utilisé

V-1-1 Méthode électromagnétique

Les conductimètres EM31 MK2 et EM34-3 de Geonics ont été utilisés en mode dipôle vertical et 10 m de séparation interboucle pour l'EM34.

V-1-2 Méthode électrique

- Panneau électrique

Nous avons utilisé pour cette mission un résistivimètre TERRAMETER SAS 4000 de la société ABEM, associé à un multiplexeur ES 10-64C et à 4 flûtes de 16 électrodes permettant une acquisition sur 64 électrodes écartées de 5 mètres.

- Mesures de résistivités par couplage capacitif

Elles ont été effectuées, grâce au Ohmmapper TRN de Geometrics. Le dispositif que nous avons appliqué comporte 3 dipôles récepteurs de 10 mètres séparés du dipôle émetteur par une distance de 30, 35 et 40 mètres (N=3, N=3,5 et 4 m).

V-1-3 GPS

Les mesures ont été géolocalisées par un DGPS submétrique de type SXblue 3.

V-2 Mise en œuvre

V-2-1 Méthode électromagnétique

L'EM31 et l'EM34 ont été utilisés en continu, connectés à un GPS. Ces deux appareils ont été véhiculés à pied le long des rangs de culture par un opérateur pour l'EM31 et deux opérateurs pour l'EM34-3.

V-2-2 Méthode électrique

Le panneau électrique a nécessité un dispositif de 64 électrodes espacées de 5 m, soit une longueur totale de 315 m.

Le Ohmmapper a été mis en œuvre avec un dispositif 3 receveurs avec une longueur totale : dipôle émetteur + câble non conducteur + dipôle receveur = 60 m (voir schéma en IV-2-2). Le dispositif a été tracté par un véhicule tout terrain.

Pour minimiser les dégâts faits aux parcelles, les panneaux électriques et les profils Ohmmapper tractés ont été faits dans la mesure du possible dans les chemins de semis.

V-3 Mesures réalisées

V-3-1 Réglage des mesures

Les appareils EM31-MK2 et EM34-3 ont été réglés à un pas de temps de 1 mesure mesure/seconde, ce qui correspond à un pas de mesure de 1 mètre en moyenne à la vitesse du piéton. Le Ohmmapper étant un appareil multivoies, il a été réglé à 3 mesures par seconde (équivalent à 3 profondeurs/sec).

V-3-2 Maillage des mesures

Lors de la cartographie électromagnétique, la surface a été investiguée par des profils parallèles espacés de 20 m en moyenne.

Contrairement à l'EM31 qui a été mis en œuvre sur l'ensemble de l'emprise accessible, l'EM34 n'a été utilisé que pendant la première phase sur l'emprise initiale d'une surface d'environ 20 ha. Enfin seul la moitié Est du bois n'a pu être couverte en raison de son inaccessibilité pour la mesure EM31.

V-3-3 Déroulement de la mission

Une première investigation a été réalisée semaines 14 et 15 sur une emprise de 20 ha, puis une investigation complémentaire a été réalisée semaine 17 sur une emprise de 49,7 ha. Le tableau ci-dessous récapitule les différentes phases et méthodes mis en œuvre.

Emprise	Surface de l'emprise (Ha)	semaines d'intervention	Date du devis	Méthodes géophysiques			
				Surface investiguée en EM 31	Surface investiguée en EM34	Nombre de Panneau électrique	Linéaire de Ohmmapper
initiale	20	14 et 15	26 mars	20	20	6	0
complément	49.7	17	18 avril	41.7	0	5	4850
total	70			61.7	20	11	4850

Au regard des résultats de la première phase et de la taille de l'emprise complémentaire, nous avons proposé de changer de méthodologie afin d'obtenir le meilleur ratio coût/résultat possible.

V-3-4 Traitement des mesures

- Panneau électrique

11 panneaux électriques ont été réalisés sur le site.

Le tableau ci-dessous indique les dispositifs mis en œuvre :

Panneaux	Longueur (m)	Dispositif
1	315	Wenner-schlumberger
2	315	Wenner-schlumberger
3	315	Wenner-schlumberger
4	315	Wenner-schlumberger
5	315	Wenner-schlumberger
6	315	Wenner-schlumberger
10	315	Wenner-schlumberger
11	315	Wenner-schlumberger
12	315	Wenner-schlumberger
13	315	Wenner-schlumberger
14	315	Wenner-schlumberger

Les coupes de résistivité données en annexe sont issues d'un modèle calculé par méthode inverse grâce au logiciel Res2dInv de la société Geoelectrical Software.

- Ohmmapper

9 profils ont été réalisés pour une distance totale de 4850 m.
Les profils ont été positionnés sur les voies carrossables traversant le projet.

Profils	Longueur (m)
A	515
B	610
C	670
D	550
E	570
F	570
G	420
H	570
I	375

Nous avons filtré les mesures sur le logiciel Magmap2000 afin d'en éliminer les valeurs aberrantes provenant le plus souvent d'un problème d'alignement des dipôles ou d'un décollement des câbles. Les données ont ensuite été lissées puis exportées en format Res2Dinv.

V-3-5 Cartographies

Les cartes de conductivité EM31 et EM34 ont été obtenues par la méthode d'interpolation du krigeage.

V-3-6 Relation conductivité/résistivité électrique

Les coupes de résistivité données en annexe sont des coupes de résistivité « vraie » obtenues par calcul à partir des valeurs de résistivité apparente. Les cartes par contre sont des cartes de conductivité électrique. Bien qu'en théorie, le paramètre résistivité obtenue par les méthodes électriques soit simplement l'inverse de la conductivité obtenue par EM34-3 et EM31-MK2, dans la réalité, cette relation entre ces deux paramètres est à utiliser avec beaucoup de précaution. On gardera à l'esprit que plus la conductivité est faible plus la résistivité électrique est élevée et inversement.

VI - RESULTATS ET INTERPRETATION

VI-1 Cartographie géophysique

Les deux cartes en pages suivantes montrent les cartographies résultantes des mesures après traitement interprétatif des données enregistrées.

Elles indiquent la conductivité électrique à une profondeur maximale de 5 m par rapport au sol pour l'EM31 et de 15 m par rapport au sol pour l'EM34.

Les sondages du pétitionnaire sont représentés sur les cartes à des fins de corrélation (cf. chapitre suivant).

VI-2 Profils en long géophysiques

VI-2-1 Panneaux électriques

Les panneaux électriques ont permis d'obtenir des coupes de résistivité électrique de 0 à 50 m de profondeur. Comme la limite d'exploitation se trouve à 15 mètres, nous avons limité la représentation la tranche 0-25 m pour le panneau électrique.

VI-2-2 Profils Ohmmapper

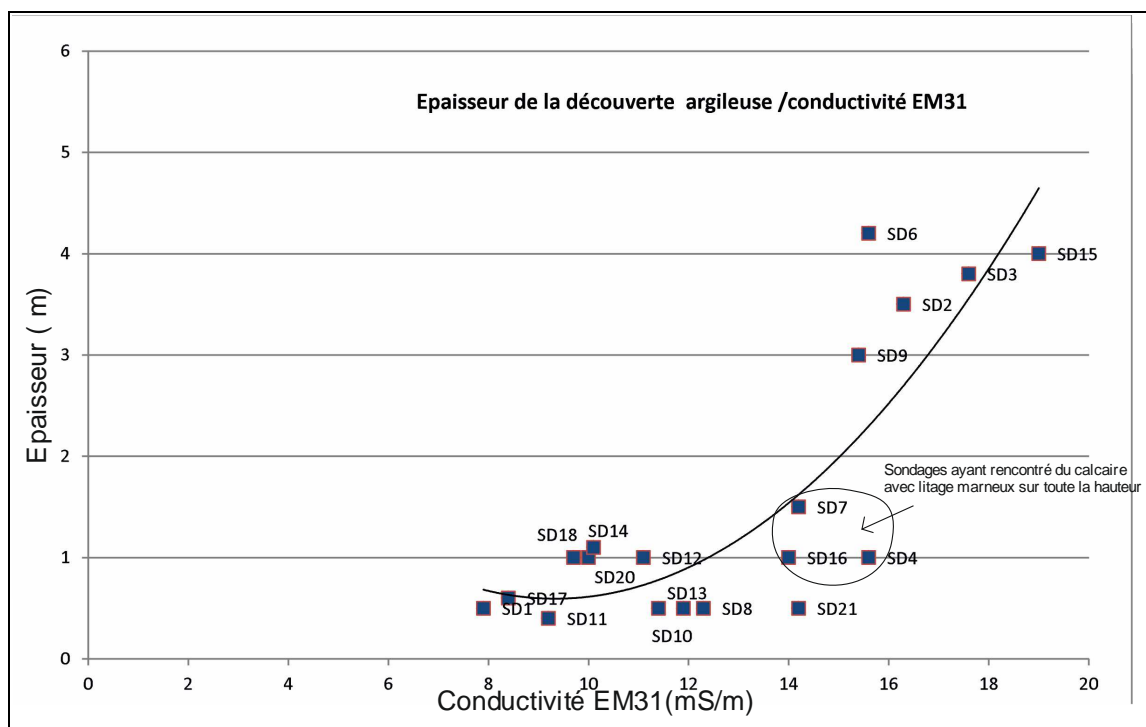
Les coupes de résistivité obtenues à partir des profils Ohmmapper sont représentatives de la bande 5 m-13 m, la tranche 0-5 m étant une extrapolation de l'horizon inférieur.

VI-3 Corrélation entre la résistivité/conductivité électrique et la qualité du gisement

VI-3-1 Principe

Les logs de sondage de reconnaissances fournis par le client et réalisés grâce aux paramètres de foration et des diagraphies gamma-ray, nous ont permis de déterminer le lien qui existe entre la résistivité électrique du terrain et sa qualité.

VI-3-2 Corrélation entre la conductivité EM31 et l'épaisseur de découverte argileuse



Le graphique ci-dessus montre le lien qui existe entre l'épaisseur de la couche de découverte argileuse et la conductivité EM31. L'épaisseur de la couche argileuse a été déterminée à l'aide des logs Gamma-ray fournis.

Tous les points de sondage suivent bien la courbe de tendance sauf les 4 sondages entourés correspondant à ceux ayant rencontré des calcaires avec des joints marneux marqués dès la surface. Cela montre que la conductivité réagit très bien avec l'épaisseur d'altération argileuse mais également avec la présence de joints marneux marqués et nombreux. C'est pourquoi une hausse de la conductivité électrique ne peut être directement associée à une découverte altérée.

VI-3-3 Corrélation entre la résistivité électrique et la qualité du gisement

Sur les coupes interprétées des panneaux électriques et des profils Ohmmapper, fournies en annexe, nous avons reporté les logs des sondages de reconnaissance réalisés à proximité.

On distingue avec cette corrélation plusieurs qualités de matériaux :

Calcaire : calcaire compact en bancs séparés par des joints marneux peu marqués et peu nombreux.

Calcaire avec litage marneux marqué : calcaire compact en bancs séparés par de nombreux joints marneux pouvant atteindre 10 à 30 cm.

Altération : calcaire avec altération argilo-marneuse.

Fracture : fractures vides ou avec remplissage argileux.

Remplissage argilo-sableux : dépôt de fond de vallon et/ou altération très argileuse.

Globalement l'ensemble des sondages est bien corrélé avec les coupes de résistivité issues des panneaux électriques et des profils Ohmmapper.

VI-4 Cartographie des interprétations

L'ensemble des mesures géophysiques (électromagnétiques, panneaux électriques, ohmmapper) a permis de dresser des cartes synthétiques d'interprétation du gisement en corrélation avec les sondages carottés.

Nos interprétations des mesures géophysiques ont été reportées sur **deux cartes** :

- la première carte reprend l'ensemble des interprétations par zones,
- la seconde cartographie indique les endroits où le gisement de calcaire à litage marneux peu marqué pourrait approcher ou dépasser 10 mètres, dans l'horizon 0-15 mètres.

Le gisement peut être scindé en trois ensembles :

- la partie Nord-Ouest de l'excavation correspondant à un plateau calcaire,
- la partie Sud-Est comprenant les parties plus basses drainées par des talwegs,
- la zone boisée.

VI-4-1 Partie Ouest

Il s'agit d'un plateau calcaire marqué globalement par une forte résistivité électrique et présentant une orientation Nord-sud. Les panneaux électriques 1, 2 et 3 et 5 réalisés perpendiculairement à cette orientation principale montrent très clairement le contexte :

- superposition de deux niveaux calcaires, l'un au-dessus en rouge sur les coupes est dur et pauvre en litage marneux, tandis que l'autre situé en dessous (en vert-orangé) a un litage marneux marqué. Cet ensemble est penté vers l'Ouest et présente une faille décrochante bien visible à x=70 m sur le panneau 2 ;
- en allant vers l'Ouest, on note une augmentation de la conductivité de surface (voir cartes EM34 + EM31), également visible au début des panneaux 1, 2 et 5. Il s'agit du plongement du banc de calcaire dur sous un autre banc de calcaire à litage marneux plus marqué, ayant subi une altération importante.

Enfin cette partie est recoupée par plusieurs fractures dont la plus importante notée F2 a une direction N10 et rejoint l'excavation.

Plus en détail, nous avons identifié plusieurs zones visibles dans la « carte d'interprétation des mesures géophysiques 1 ».

- **A1 et A2** : il s'agit d'une zone où affleure un banc de calcaires avec lits marneux marqué en raison du pendage Ouest de la géologie. Ces calcaires à litages marneux plus marqués atteignent une profondeur comprise entre 2 et 4 m en A1 et 4 à 7 m en A2 en allant vers l'Ouest et sont le plus souvent altérés en tête. Sous ce banc, on retrouve les calcaires avec litages marneux peu marqués.
- **M3** : il s'agit d'une zone de calcaire à litage marneux marqué, localisée dans le coin de l'excavation existante. Elle est reconnue par le sondage SD16.
- **F1** : cette fracture a priori comblée, a une extension latérale importante au niveau de la carrière, s'atténuant en allant vers le Nord.

VI-4-2 Partie Est

Cette partie, plus basse, est traversée par un talweg principal de direction N 30 passant côté Est de l'excavation actuelle. Ce vallon est rejoint par un affluent de direction N90 noté **A5** sur le plan.

Les panneaux 10 et 14, ainsi que les profils OhmMapper B, D, E et F traversant ce talweg retranscrivent bien le contexte géologique :

- Sur le panneau 10 et les profils D, E et F, on retrouve côté Ouest, en rouge, le calcaire pauvre en litage marneux résistant électriquement de la partie Ouest, qui s'efface peu à peu au profit d'horizons avec un litage marneux de plus en plus marqué (**M1**). Côté Est de ces profils, la résistivité décroît à un niveau tel qu'il s'agirait plutôt d'altération (**A3**) puis enfin d'un remplissage argileux (**R1**) concordant ainsi avec la cartographie de conductivité EM31 et la carte géologique ;

- Sur le panneau 14 et le profil B on retrouve une partie Ouest assez similaire avec le niveau calcaire électriquement résistant (en rouge) s'effaçant également progressivement, dans la pente menant au talweg, au profit d'une succession de bancs de calcaire avec litage marneux marqué (**M2**, en vert-bleu sur la coupe) et de calcaire avec litage marneux moins marqués (en orange-rouge).

La partie Est de ces coupes est marquée par l'intersection du talweg principal et une fracture notée **F3** sur le plan et reconnue dans le sondage SD20. Bien qu'il soit fort probable que les remplissages argilo sableux (**R1**) de fond de vallon aient ici été partiellement, voire complètement lessivés, les faibles résistivités mesurées (en bleu sur la carte EM31) le long de ce talweg, laissent penser que les terrains y sont particulièrement altérés.

L'ancien affluent, noté **A5** sur la carte et reconnu par le sondage SD15 correspond à une zone de calcaire avec litage marneux marqué et altéré en tête.

VI-4-3 Zone boisée

La couverture EM31 de la zone indique une découverte importante (voir log du SD22) et/ou l'affleurement d'un calcaire avec litage marneux marqué. La carte de conductivité est corroborée par les panneaux électriques qui montrent des coupes très hétérogènes et globalement conductrices :

- Le panneau 13 est dans la continuité de la partie Est, montrant une succession marno calcaire pendant vers l'Ouest, tandis que les autres panneaux ne présentent pas de structure géologique claire. Même si les panneaux montrent quelques zones résistantes correspondant à un matériau probablement propre, cette zone semble globalement affectée par de nombreux niveaux marneux.
- Enfin côté Est du Bois, les profils Ohmmapper I et H ainsi que les panneaux 12 et 13 semblent cohérents avec la carte géologique qui y indique un remplissage sablo-argileux reconnu en SD22.
- Seule la partie Nord-Est du bois semble présenter un faciès de bonne qualité, reconnu par SD23.

VII - CONCLUSION

Le modèle de résistivité électrique obtenu grâce à cette campagne géophysique est d'une part bien corrélé avec les sondages de reconnaissance et d'autre part très cohérent avec le contexte géologique local.

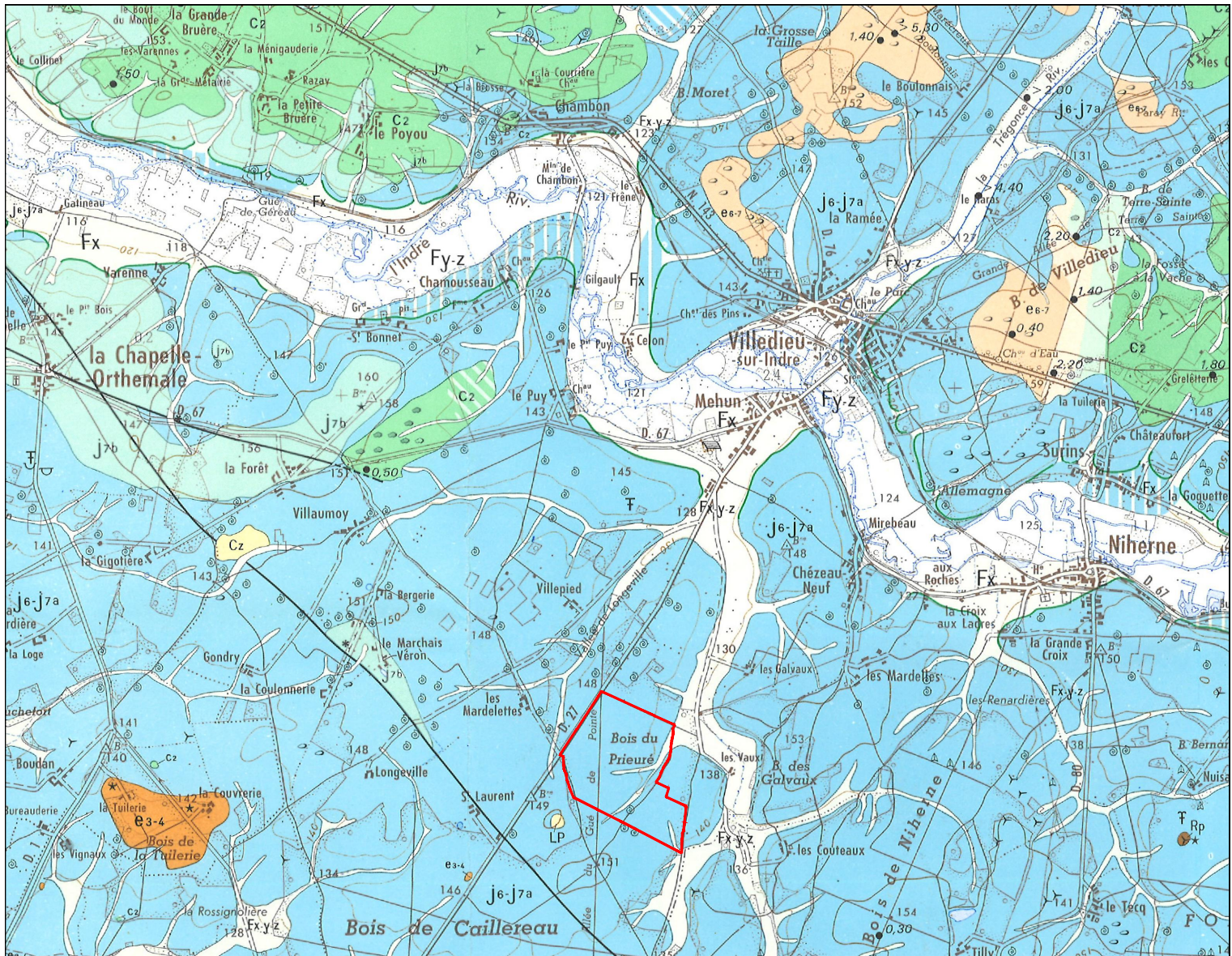
On a pu voir que côté **Ouest** de l'excavation, le banc actuellement exploité a une **puissance d'environ 15 m et est caractérisé par un litage marneux peu marqué**. Il se prolonge vers la D27 à l'Ouest en plongeant sous un niveau de calcaire ayant un litage marneux marqué, visible en tête des sondages SD3, SD4 et SD5. Ce banc de calcaire est également recoupé par un plan faillé décrochant et une fracture argileuse orientée N10.

En allant vers l'**Est**, ce banc disparaît, érodé par les anciens affluents de l'Indre ayant formé des talwegs de direction N30. Les bancs des calcaires sous-jacents que l'on rencontre à l'Est, ont globalement un litage **marneux plus marqué**, hormis peut-être la bande affleurante de direction N-S reconnue par SD21 entre le talweg et le bois.

Enfin le **bois**, bien que partiellement prospecté en raison de son inaccessibilité, semble présenter des faciès globalement **marneux** et altérés côté Ouest, et semble être recoupé par un dépôt **sablo-argileux** surmontant des calcaires à niveaux marneux marqués côté Est.

Cette étude a permis :

- de cartographier les grandes structures en présence et surtout de montrer que le gisement de calcaire à litage marneux peu marqué (de bonne qualité) **est surtout circonscrit à la partie Ouest de l'excavation existante**.
- de montrer que le gisement de calcaire est affecté par de la fracturation à l'image de ce qui a été rencontré sur le sondage destructif S20.



m-p
1

Formation d'épandage : argiles sableuses à chailles bajociennes
1 - Point d'observation de chailles

e6-7

Eocène supérieur
Complexe fluviatile du Bois Bézard (argiles, sables et galets)

e3-4

Eocène inférieur
Complexe détritique du Bois de la Tuilerie (argilolithes, argiles, sables et graviers)



Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur

- 1 - Calcaire de Levroux
 - Oxfordien supérieur
 - 2 - Calcaire de Montierchaume
 - 3 - Calcaire de Von
 - 4 - Calcaire de la Martinerie
- La position des figurés indique les points où ont été observés :
- ⊙ - Le niveau fossilifère
 - ⊠ - Les pseudomorphoses de gypse
 - V - Le niveau à Spongiaires



Extension originelle probable des alluvions anciennes Fx - Fw

FORMATIONS SECONDAIRES

Crétacé

Cs

Silex crétacé supérieur (remplissage de mardelles)

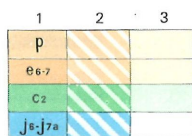
C2

Cénomaniens
Argiles sableuses et grès

Jurassique

J7b

Kimméridgien
Calcaire de Buzançais



- 1 - Attribution chronostratigraphique
- 2 - Attribution chronostratigraphique probable (zone non observée)
- 3 - Attribution chronostratigraphique douteuse

Echelle : 1/50000

LEGENDES:

Emprise de la zone de mesures géophysique

Nota: Extrait de la CARTE GEOLOGIQUE N°544 CHATEAUX



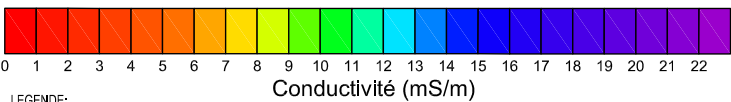
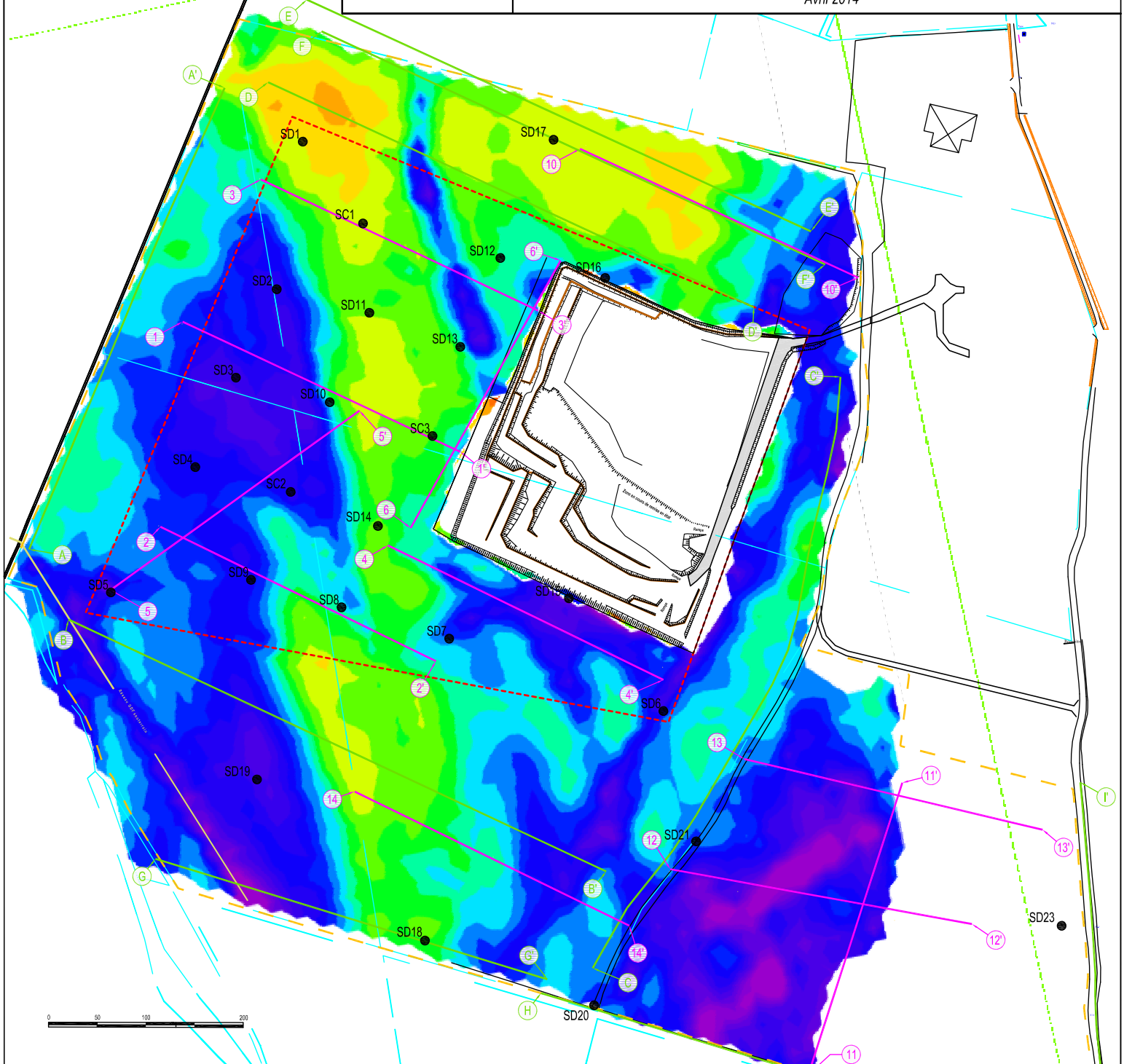
GEOSCOP

GEOLOGIE - GEOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
Parc d'Activités du Moulin - 15, Rue du Meunier - 44880 SAUTRON
Tél : 02 40 63 63 51 - Fax : 02 40 63 63 99
Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com

Carte des mesures géophysiques à l'EM 31



Département d'INDRE-ET-LOIRE
Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
Etude Géophysique de la carrière (C) S.A LAVAUX
Lieu-dit: Bois du Prieuré
Avril 2014



Echelle : 1/4000

- LEGENDE:**
- Profils Ohmmapper
 - Profils Panneaux électriques
 - Numéros de Profils Ohmmapper
 - Numéros de Profils Panneaux électriques
 - Périmètre de l'exploitation
 - Périmètre de mesures géophysiques
 - SD9 Sondages de reconnaissance

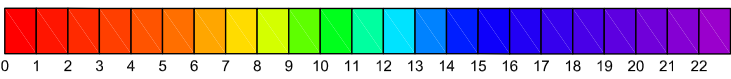
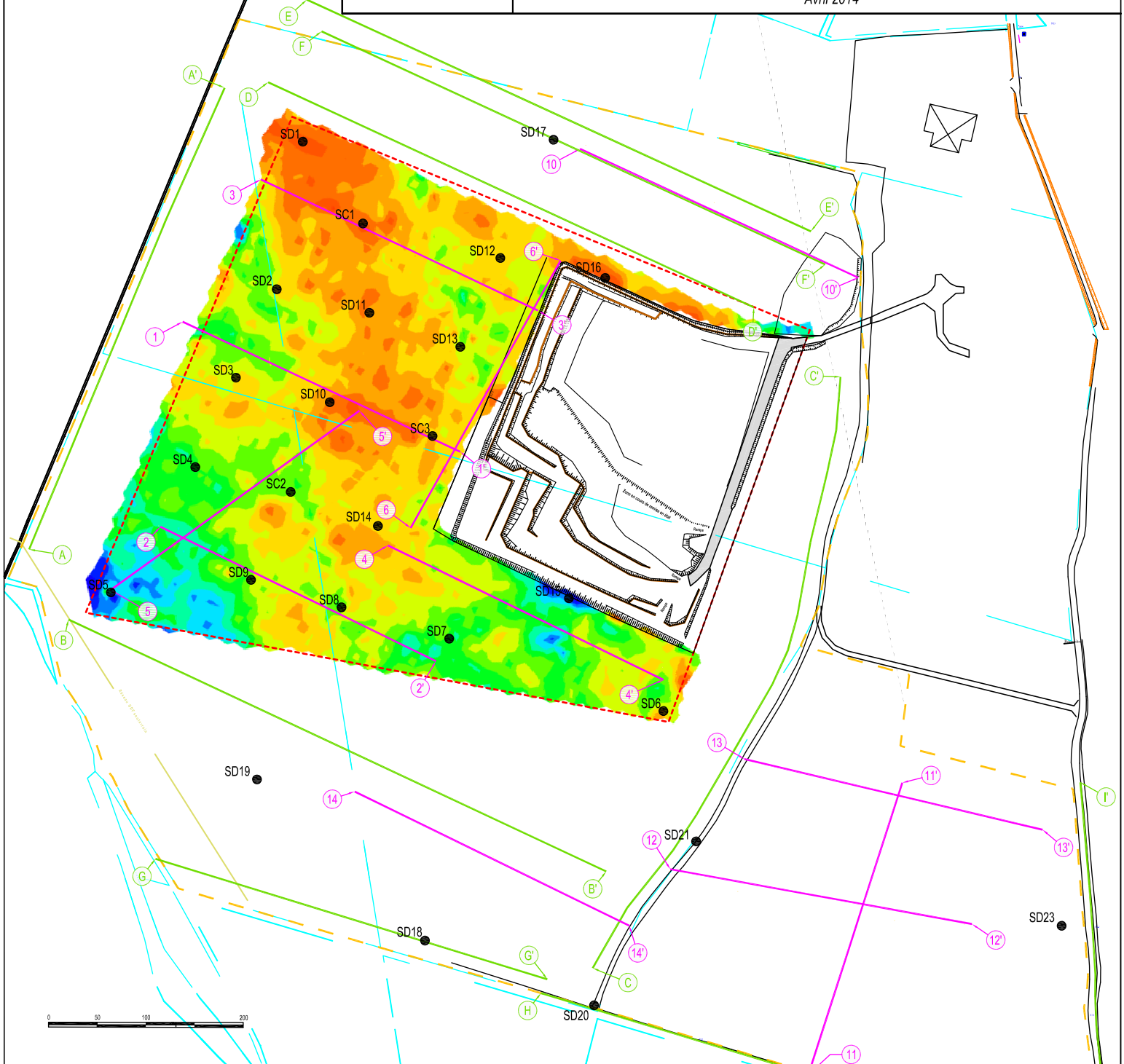
GEOSCOP
GÉOLOGIE - GÉOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
Parc d'Activités du Moulin - 15, Rue du Meunier - 44880 SAUTRON
Tel : 02 40 63 63 51 - Fax : 02 40 63 63 99
Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com

Coordonnées rattachées au système Lambert CC47

Carte des mesures géophysiques à l'EM 34



Département d'INDRE-ET-LOIRE
Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
Etude Géophysique de la carrière (C) S.A LAVAUX
Lieu-dit: Bois du Prieuré
Avril 2014

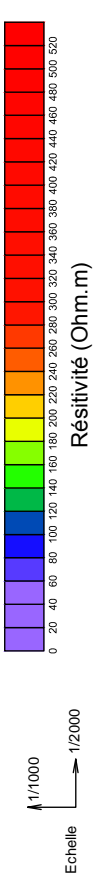
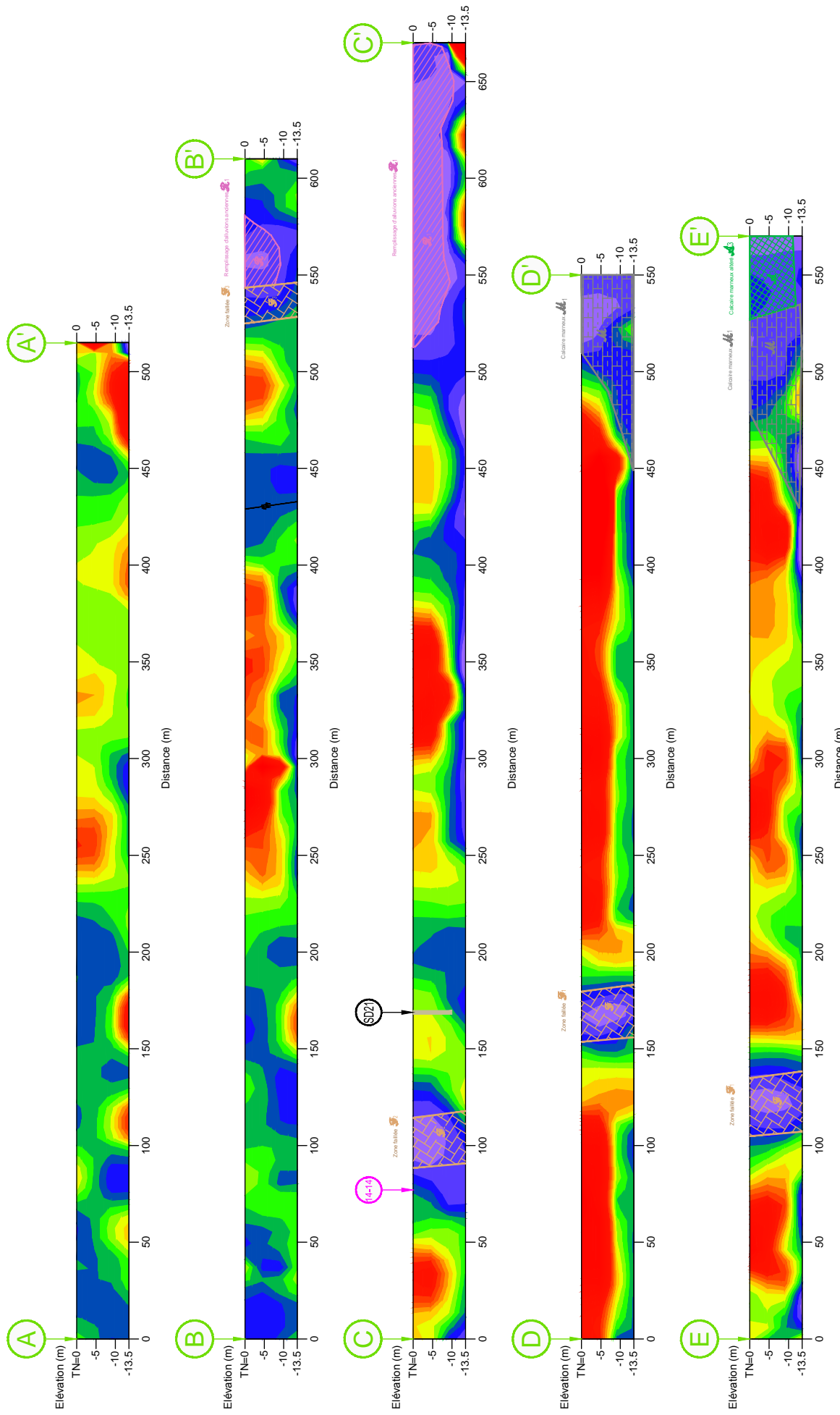


Echelle : 1/4000

- LEGENDE:
- Profils OhmMapper
 - Profils Panneaux électriques
 - Numéros de Profils OhmMapper
 - Numéros de Profils Panneaux électriques
 - Périmètre de l'exploitation
 - Périmètre de mesures géophysiques
 - SD9 Sondages de reconnaissance

GEOSCOP
GÉOLOGIE - GÉOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
Parc d'Activités du Moulin - 15, Rue du Meunier - 44880 SAUTRON
Tél : 02 40 63 63 51 - Fax : 02 40 63 63 99
Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com

Coordonnées rattachées au système Lambert CC47

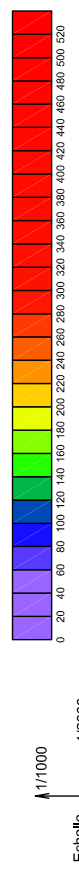
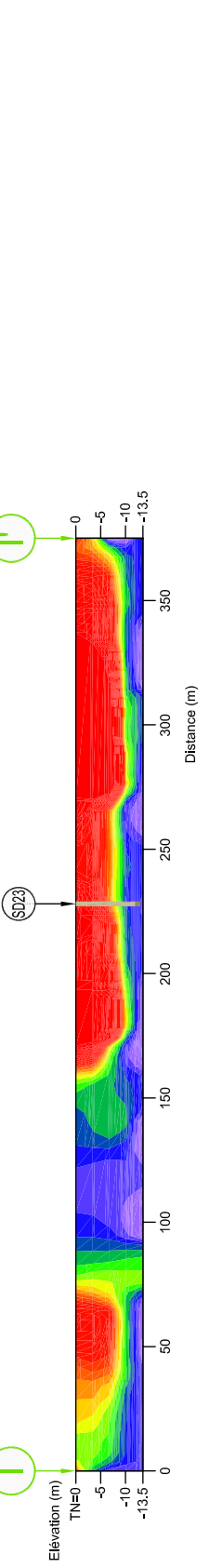
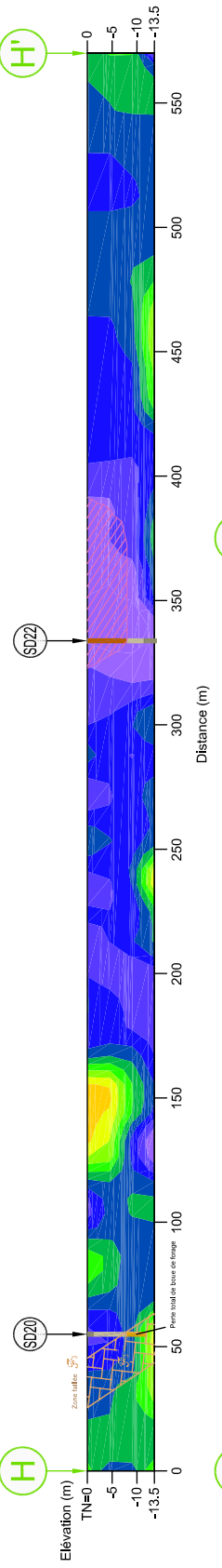
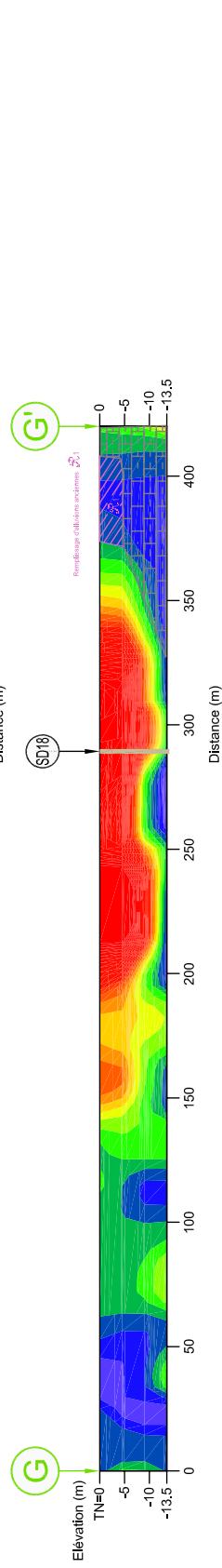
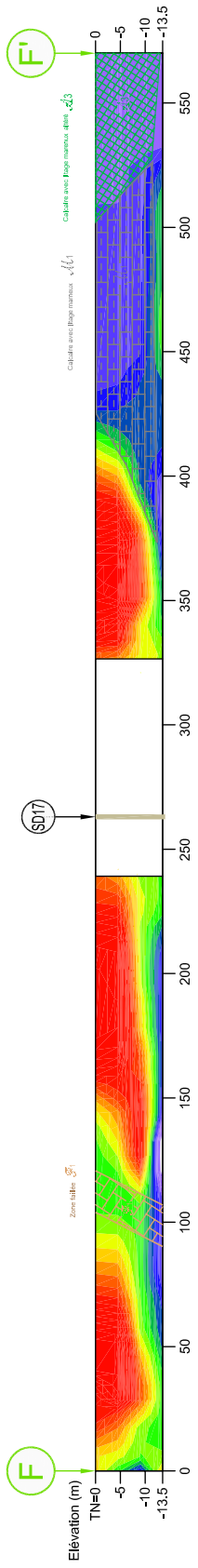


LEGENDE:

	Numéros de Profils Ohmmapper		Numéros de Profils Panneaux électriques
INTERPRETATION GEOPHYSIQUE:			
	Fractures vides ou avec remplissage argileux	SONDAGES DE RECONNAISSANCE:	
	Remplissage argilo/sableux		Argile
	Calcaire avec altération argilo-marneux		Calcaire avec altération argilo-marneuse
	Calcaire avec altération argilo-marneuse		Calcaire avec litage marneux
	Calcaire avec altération argilo-marneuse		Calcaire avec litage marneux peu marqué



Profils Ohmmapper
 Département d'INDRE-ET-LOIRE
 Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
 Etude Géophysique de la carrière (C)
 S.A LAVAUX
 Lieu-dit: Bois du Prieuré
 Avril 2014



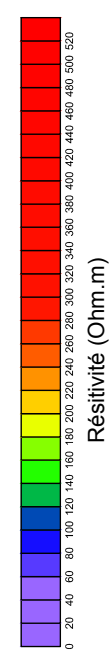
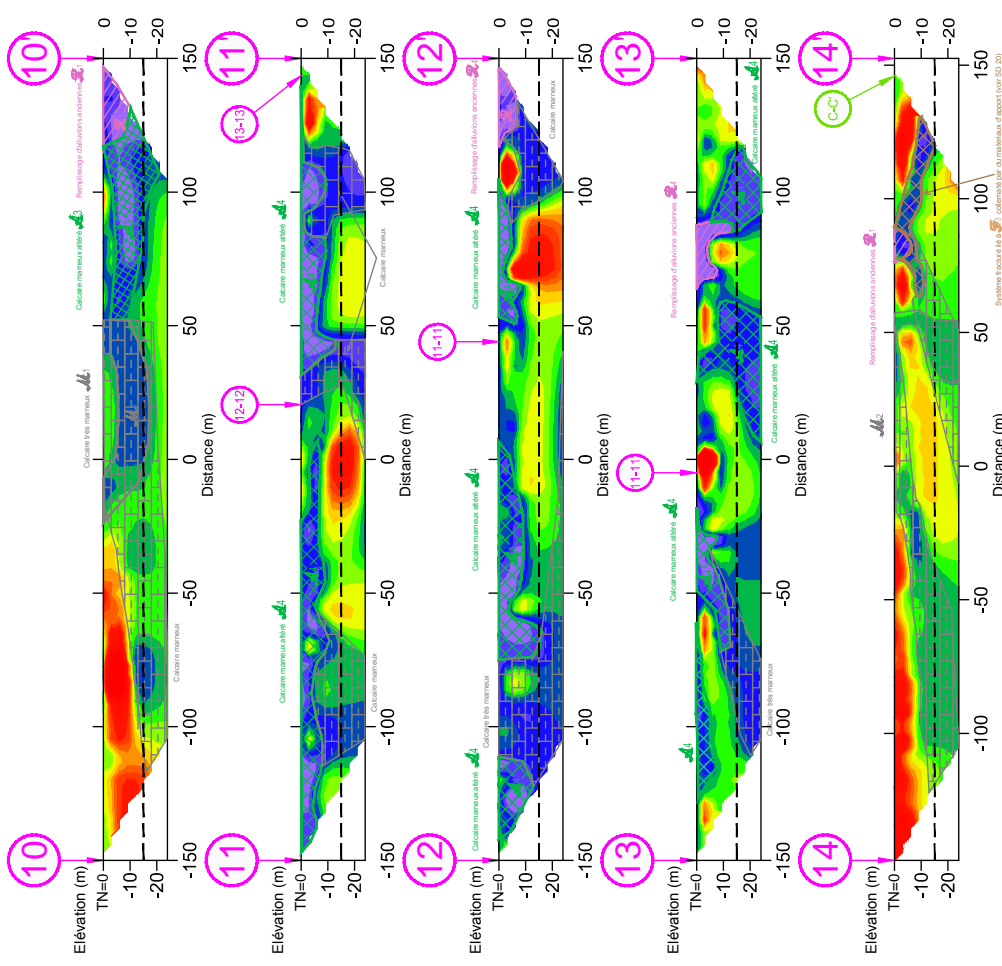
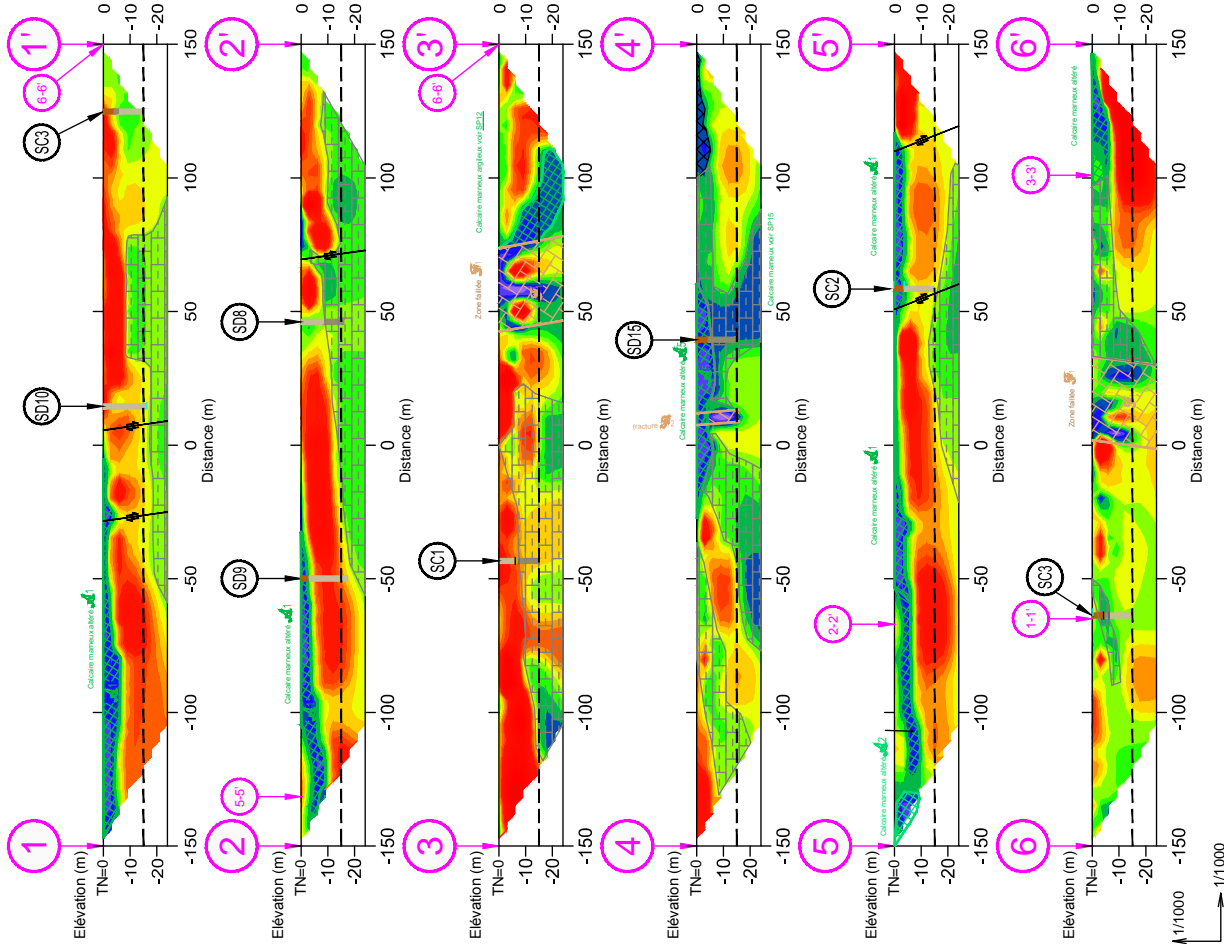
Profils Ohmmapper
 Département d'INDRE-ET-LOIRE
 Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
 Etude Géophysique de la carrière (C)
 S.A LAVAUX
 Lieu-dit: Bois du Prieuré
 Avril 2014



GEO SCOP
 GÉOLOGIE - GÉOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
 Parc d'activités 10, route de la Vallée, 44300 SAUVRON
 Téléphone : 02 51 42 15 15
 Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com

LEGENDE:

	Nombres de Profils Ohmmapper		Nombres de Profils Panneaux électriques
INTERPRETATION GEOPHYSIQUE:		SONDAGES DE RECONNAISSANCE:	
	Fractures vides ou avec remplissage argileux		Argile
	Remplissage argilo/sableux		Calcaire avec altération argilo-marneuse
	Calcaire avec litage marneux		Calcaire avec litage marneux peu marqué



Echelle 1/1000

LEGENDE:

- (A)** Numéros de Profils Ohmmapper
- (14)** Numéros de Profils Panneaux électriques
- (SC3)** Faille décrochante

INTERPRETATION GEOPHYSIQUE:

- Fractures vides ou avec remplissage argileux
- Remplissage argilo/sableux
- Calcaire avec litage marneux
- Calcaire avec altération argilo-marneuse

SONDAGES DE RECONNAISSANCE:

- Argile
- Calcaire avec altération argilo-marneuse
- Calcaire avec litage marneux
- Calcaire avec litage marneux peu marqué

GEOSCOPE
 GEOLOGIE - GEOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
 Parc d'Activités du Maine, 135, rue du Maine, 44800 SAUTRON
 Internet: www.geoscope.com - courriel: geoscope@geoscope.com

Panneaux électrique de Résistivité

Département d'INDRE-ET-LOIRE
 Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
 Etude Géophysique de la carrière (C)
 S.A LAVAUX
 Lieu-dit: Bois du Prieuré

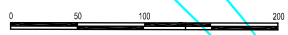
Avril 2014



Carte d'interprétation des mesures géophysiques N°1



Département d'INDRE-ET-LOIRE
 Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
 Etude Géophysique de la carrière (C) S.A LAVAUX
 Lieu-dit: Bois du Prieuré
 Avril 2014



Echelle : 1/4000

LEGENDE:

- Profils Ohmmapper
- Profils Panneaux électriques
- Numéros de Profils Ohmmapper
- Numéros de Profils Panneaux électriques
- Périmètre de l'exploitation
- Périmètre de mesures géophysiques
- Sondages de reconnaissance
- Fractures vide ou avec remplissage argileux
- Remplissage argilo/sableux
- Calcaire avec litage mameux
- Calcaire avec altération argilo-mameuse



GÉOLOGIE - GÉOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
 Parc d'Activités du Mouth - 15, Rue du Meunier - 44880 SAUTRON
 Tel : 02 40 63 63 51 - Fax : 02 40 63 63 99
 Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com



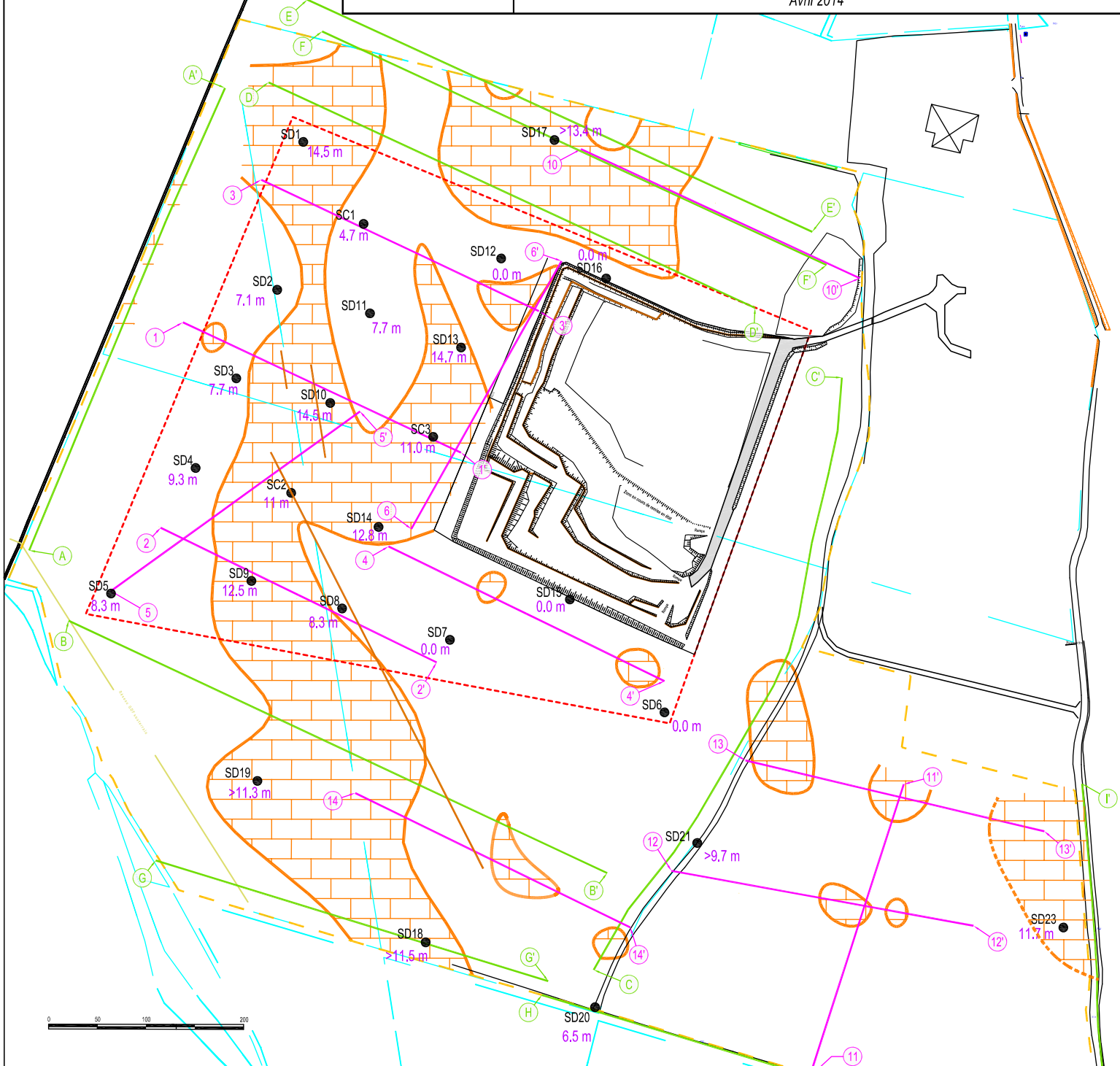
Carte d'interprétation des mesures géophysiques N°2



Département d'INDRE-ET-LOIRE
Commune de VILLEDIEU SUR INDRE
Etude Géophysique de la carrière (C) S.A LAVAUX

Lieu-dit: Bois du Prieuré

Avril 2014



LEGENDE:

- Profils Ohmmapper
- Profils Panneaux électriques
- A Numéros de Profils Ohmmapper
- 14 Numéros de Profils Panneaux électriques
- - - - Périmètre de l'exploitation
- - - - Périmètre de mesures géophysiques
- SD9 Sondages de reconnaissance
- banc de Calcaire peu mameux d'une épaisseur >10m dans l'horizon Z= 0m à -15m / Terrain naturel
- 11.0 m Epaisseur du niveau calcaire peu mameux sur les Coupes des sondages destructifs
- Faille décrochante

Echelle : 1/4000



GÉOLOGIE - GÉOPHYSIQUE - ENVIRONNEMENT
Parc d'Activités du Moulin - 15, Rue du Meunier - 44880 SAUTRON
Tel : 02 40 63 63 51 - Fax : 02 40 63 63 99
Internet : www.geoscop.com - courriel : geoscop@geoscop.com

ANNEXE II

Investigations géophysiques par méthodes EM et résistivité électrique
Parcelles 42, 20, 19
Septembre 2016
GEOSCOPE

DEPARTEMENT DE L'INDRE

COMMUNE DE VILLEDIEU SUR INDRE



INVESTIGATIONS GEOPHYSIQUES

PAR METHODES EM et RESISTIVITE ELECTRIQUE

Parcelles 42, 20, 19

Pour le compte de :

**ligérienne
granulats** 

SEPTEMBRE 2016

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION -----	1
II - CADRES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE -----	1
III - OBJECTIFS -----	3
IV - METHODES UTILISEES -----	3
IV-1 Cartographie EM -----	3
IV-1-1 Principe -----	3
IV-1-2 Méthode Slingram -----	4
IV-2 Méthode géoélectrique -----	4
IV-2-1 Principe -----	4
IV-2-2 Le panneau électriques de résistivité -----	5
IV-3 PROFONDEURS D'INVESTIGATION -----	6
V - TRAVAUX REALISES -----	7
V-1 Matériel utilisé -----	7
V-1-1 Méthode électromagnétique -----	7
V-1-2 Méthode électrique -----	7
V-1-3 GPS -----	7
V-2 Mise en œuvre -----	7
V-2-1 Méthode électromagnétique -----	7
V-2-2 Méthode électrique -----	8
V-3 Mesures réalisées -----	8
V-3-1 Réglage des mesures -----	8
V-3-2 Maillage des mesures -----	8
V-3-3 Traitement des mesures -----	8
V-3-4 Cartographies -----	9
V-3-5 Relation conductivité/résistivité électrique -----	9
VI - RESULTATS ET INTERPRETATION -----	9
VI-1 Cartographie géophysique -----	9
VI-2 Profils géophysiques en long -----	10
VI-3 Corrélation entre la résistivité/conductivité électrique et la qualité du gisement -----	10
VI-4 Cartographie des interprétations -----	11
VII - CONCLUSION -----	12

I – INTRODUCTION

A la demande de la Ligérienne Granulats, la société GEOSCOPE est intervenue en Septembre 2016 pour réaliser une étude géophysique sur la commune de VILLEDIEU-SUR-INDRE, dans le département de l'Indre.

Cette prestation fait suite à une précédente étude réalisée dans la partie Nord et Ouest de l'excavation existante en 2014.

Cette nouvelle étude porte sur le gisement de calcaire Oxfordien dans sa partie Sud au droit des parcelles 42, 20 et 19.

II – CADRES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

- Emprise

L'emprise, est limitée au Nord par un chemin, à l'Est par la route d'accès à la carrière et à l'Ouest par la conduite de gaz enterrée. Au sud, nous avons limité la prospection au merlon fermant l'angle du triangle que forme l'assemblage de ces parcelles.

- Topographie

La partie Ouest de l'emprise forme un plateau séparé en deux par le prolongement du talweg de direction N30 longeant le bois situé au nord. La cote la plus élevée est de 149.6 m NGF.

Depuis ce point haut, le terrain présente une pente descendante en allant vers le fond du vallon situé à la limite de la route au Sud-Est à une altitude de 136m NGF.

- Lithologie

D'après les cartes géologiques 1/50 000 feuilles CHATEAUROUX et BLERE, et les observations faites sur le front de taille de l'excavation, le gisement projeté consiste en un calcaire compact disposé en bancs d'épaisseur pluri-décimétrique. Le front de taille montre également des fractures subverticales argileuses ainsi que des poches d'altération présentant des traces d'oxydation.

Les cartes géologiques mettent également en évidence des remplissages sablo-argileux de fond de vallon correspondant aux paléo-affluents de l'Indre évoqués dans la partie "topographie".

- **Sondages géotechniques mis à disposition pour l'interprétation**

Des sondages de reconnaissance ont été réalisés par la société GEOCENTRE avant la mission d'investigations géophysiques.

Il nous a été mis à disposition :

- 21 sondages destructifs de reconnaissance notés de SP1 à SP21, avec enregistrement numérique de paramètres de forage (vitesse d'avancement, pression d'injection, pression sur l'outil, pression de frappe, pression du couple de rotation) puis Gamma ray en diagraphie.
- 2 sondages carottés, SC6 et SC8.

- **Types de terrains reconnus par les sondages**

Le rapport de GEOCENTRE a classé les sondages selon 3 types de terrains que l'on a comparés aux sondages réalisés en 2014 pour assurer une correspondance avec les descriptions de la campagne 2016:

Description 2016	Description 2014	Sondages campagne 2016
Marno-calcaire à prédominance calcaire	Calcaire à litage marneux peu marqué	11, 12, 13, 16, 18 et 19
Marno calcaire mixte	Calcaire avec litage marneux	1, 7, 9, 17 et 21
Materiaux à dominante argileuse ou marneuse	Calcaire avec altération argilo/marneuse	8, 10, 14, 15 et 20
	Remplissage argilo-sableux	

Il est noté également que les sondages CA8/SD8 illustrent quant à eux un probable remplissage de karst de grande envergure. Il n'est pas possible de retrouver ce type d'anomalie sur les parcelles compte tenu du large maillage entre points de sondage.

- **Objectif d'investigation**

Nous nous sommes intéressé en premier lieu au gisement se trouvant au-dessus de la cote $z=133.5$ NGF qui est la cote limite d'extraction autorisée actuelle.

III – OBJECTIFS

L'objectif de cette prospection est double :

- Valoriser la campagne de sondages destructifs en donnant une représentativité spatiale aux sondages destructifs ponctuels. L'idée de cette campagne géophysique est de cartographier les différentes structures géologiques en présence et, par là même, leur faciès et leur qualité en terme d'exploitation.
- Détecter et cartographier le risque « d'accidents » géologiques tel que fractures, failles ou remplissage quaternaire venant recouper le gisement.

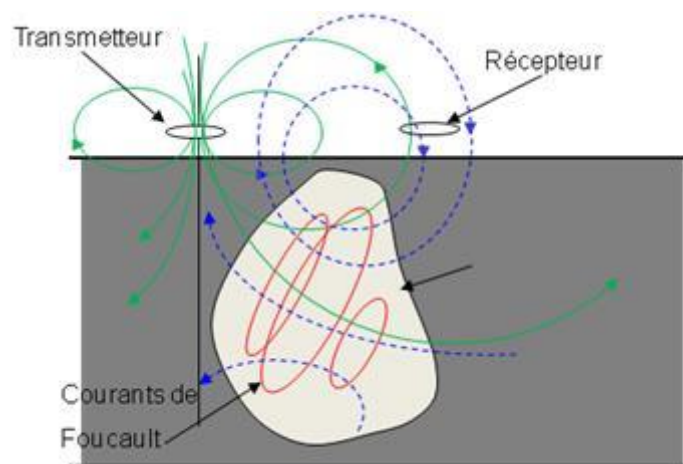
IV – METHODES UTILISEES

IV-1 Cartographie EM

IV-1-1 Principe

Le principe de la méthode électromagnétique est, à l'aide d'un émetteur, de créer un champ électromagnétique primaire, qui par induction va générer un courant dans le sol (courant de Foucault). En résultera toujours par induction un champ secondaire que l'on mesurera depuis la surface.

Le champ magnétique secondaire comprendra une composante en quadrature avec le champ primaire directement proportionnel à la conductivité du terrain.



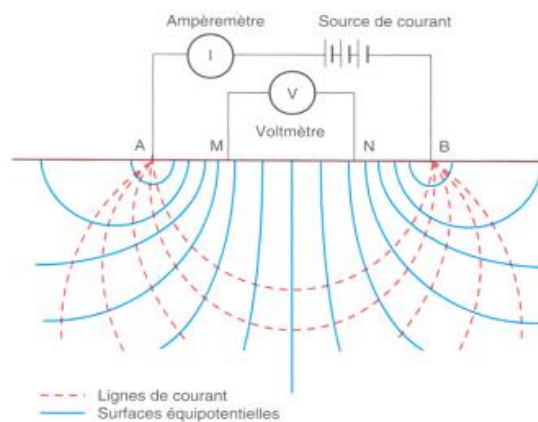
IV-1-2 Le Slingram

Cette méthode présente un écartement boucle émettrice – boucle réceptrice fixe.
Ici l'appareil EM-31 présente un écartement fixe permettant d'atteindre une profondeur d'investigation de 5-6 mètres en mode dipôle vertical.

IV-2 Méthode géoélectrique

IV-2-1 Principe

Un courant I est injecté entre deux électrodes (ou pôles) A et B et une tension V est mesurée entre deux électrodes M et N. Un tel dispositif d'émission et de réception est appelé quadripôle. La **résistivité apparente** du sol est définie comme la résistivité d'un sol homogène et isotrope, qui, alors que le courant I est injecté entre les électrodes A et B, donnerait entre les électrodes M et N la différence de potentiel V , telle que : $\rho_a = \frac{K.V}{I}$ où K (appelé coefficient géométrique) est fonction des distances entre les différentes électrodes A, B, M et N.



Principe de la mesure de résistivité du sous-sol

La profondeur d'investigation augmente avec les dimensions du dispositif d'électrodes, mais diminue avec la résistivité des terrains. La résolution décroît avec la profondeur. Dans le cas d'un terrain conducteur, il faut augmenter la longueur du dispositif pour obtenir un résultat comparable à celui obtenu sur un terrain plus résistant.

L'injection du courant et la mesure de la tension se font soit par l'intermédiaire de câbles traînés sur le sol assurant un couplage capacitif, soit par celui d'électrodes plantées dans le sol. Nous avons utilisé ici les deux systèmes.

IV-2-2 Le panneau électrique de résistivité.

Un panneau électrique est établi en mesurant la tension pour différentes combinaisons ABMN. Les mesures effectuées avec un écartement entre émetteur et récepteur de un espacement sont dites de rang 1, celles effectuées avec un écartement de deux espacements sont de rang 2, etc. Les mesures sont présentées sous forme de coupes ou panneaux iso valeur dont l'axe des abscisses, correspond à la position le long du profil, et l'axe des ordonnées, correspond au rang qui est une fonction de la profondeur (pseudo profondeur). Ces coupes sont appelées pseudo coupe de résistivité apparente. La mesure est généralement représentée au milieu du segment émetteur-récepteur. La profondeur d'investigation augmente avec le rang n .

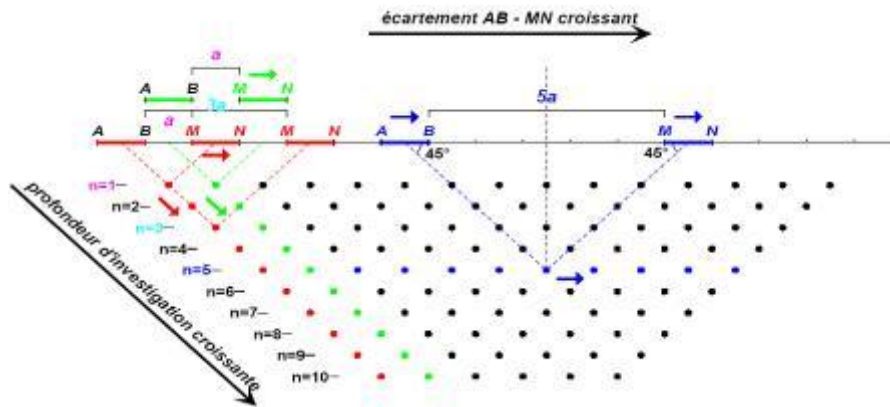
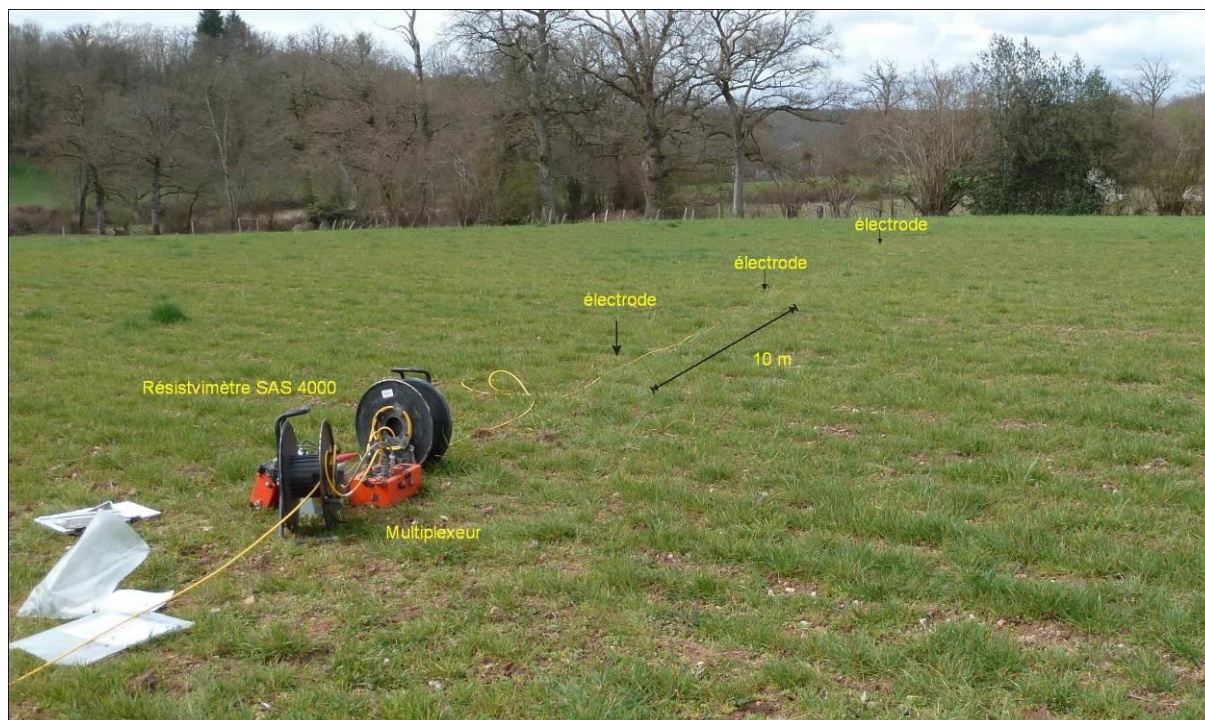


Schéma de la procédure d'acquisition d'un panneau électrique dipôle-dipôle et de présentation sur une pseudo-coupe : les points sont les lieux de représentation des mesures.

L'inversion en deux dimensions de la pseudo-coupe de résistivité prend en compte l'ensemble des mesures et aboutit à une coupe, distribution continue des résistivités calculées le long du profil et en fonction de la profondeur (Marie Boucher et al BRGM).

La méthode de mesure par panneaux possède l'avantage d'obtenir après inversion une imagerie de la résistivité du sous-sol en deux dimensions.



Dispositif de panneau électrique LUND

L'intérêt de cette méthode est que, outre la localisation de la zone altérée, on peut obtenir une assez bonne estimation de sa profondeur.

Selon la position des électrodes, plusieurs dispositifs sont possibles, nous avons utilisé ici le dispositif Schlumberger.

IV-3 Profondeurs d'investigation

Appareil	EM31-MK2 en mode dipôle vertical	Panneau électrique 315 m en Wenner Schlumberger
Profondeur d'investigation théorique	5-6 m	50 m

V - TRAVAUX REALISES

Les mesures ont été réalisées au mois Septembre 2016 par temps humide mais après des mois de Juillet et Août marqués par la sécheresse (sources : météo France).

V-1 Matériel utilisé

V-1-1 Méthode électromagnétique

Les conductimètres EM31 MK2 Geonics a été utilisé en mode dipôle vertical.

V-1-2 Méthode électrique

- Panneau électrique

Nous avons utilisé pour cette mission un résistivimètre TERRAMETER SAS 4000 de la société ABEM, associé à un multiplexeur ES 10-64C et à 4 flûtes de 16 électrodes permettant une acquisition sur 64 électrodes écartées de 5 mètres.

V-1-3 GPS

Les mesures ont été géolocalisées par un DGPS submétrique de type SXblue 3.

V-2 Mise en œuvre

V-2-1 Méthode électromagnétique

L'EM31 a été mis en œuvre connecté à un GPS. L'appareil attelé à un chariot a été tracté par un véhicule.



V-2-2 Méthode électrique

Les panneaux électriques ont nécessité des dispositifs de glissement (roll-along) pour permettre de réaliser des panneaux ayant un nombre supérieur à 64 électrodes.

V-3 Mesures réalisées

V-3-1 Réglage des mesures

L'appareil EM31-MK2 a été réglé à un pas de temps de 2 mesures/seconde, ce qui correspond à un pas de mesure de 1 mètre en moyenne à la vitesse de 10km/h.

V-3-2 Maillage des mesures

Lors de la cartographie électromagnétique, la surface a été investiguée par des profils parallèles espacés de 20 m en moyenne.

V-3-3 Traitement des mesures

- EM31 MK2

Pour pouvoir comparer avec la mission 2014, nous avons comparé les valeurs sur des points de mesures communs aux deux missions puis soustrait la différence sur l'ensemble des mesures.

- Panneau électrique

3 panneaux électriques ont été réalisés sur le site nommés P15, P16 et P17

Les coupes de résistivité données en annexe sont issues d'un modèle calculé par méthode inverse grâce au logiciel Res2dInv de la société Geoelectrical Software.

V-3-4 Cartographies

Les cartes de conductivité EM31 ont été calculées par la méthode d'interpolation du krigeage.

V-3-5 Relation conductivité/résistivité électrique

Les coupes de résistivité données en annexe sont des coupes de résistivité « vraie » obtenues par calcul à partir des valeurs de résistivité apparente. Les cartes par contre sont des cartes de conductivité électrique. Bien qu'en théorie, le paramètre résistivité obtenue par les méthodes électriques soit simplement l'inverse de la conductivité obtenue par EM31-MK2, dans la réalité, cette relation entre ces deux paramètres est à utiliser avec beaucoup de précaution. On gardera à l'esprit que plus la conductivité est faible plus la résistivité électrique est élevée et inversement.

VI - RESULTATS ET INTERPRETATION

VI-1 Cartographie géophysique

Les deux cartes en pages suivantes montrent les cartographies résultantes des mesures après traitement interprétatif des données enregistrées.

Elles indiquent la conductivité électrique à une profondeur maximale de 5-6 m par rapport au sol pour l'EM31.

Les sondages du pétitionnaire sont représentés sur les cartes à des fins de corrélation (cf. chapitre suivant).

VI-2 Profils géophysiques en long

Les panneaux électriques ont permis d'obtenir des coupes de résistivité électrique de 0 à 50 m de profondeur. Les coupes sont représentées dans le référentiel altimétrique NGF du MNT fourni par le client. Comme la limite d'exploitation se trouve à la cote NGF 133,5 mètres, nous avons limité la représentation à la tranche 0-20 m pour le panneau électrique.

VI-3 Corrélation entre la résistivité/conductivité électrique et la qualité du gisement

Comme pour la campagne 2014, il existe ici une corrélation statistique franche entre la résistivité électrique du terrain et son faciès.

Le paramètre résistivité électrique permet de distinguer 4 faciès différents.

Type	Description	Résistivité
Calcaire	Calcaire compact en bancs séparés par des joints marneux peu marqués et peu nombreux.	160-240 Ohms.m
Calcaire avec litage marneux	Calcaire en bancs séparés par de nombreux joints marneux pouvant atteindre 10 à 30 cm.	80-160 Ohms.m
Argile de remplissage et ou marnes	Dépôt argileux de fond de vallon et/ou marnes	20-80 Ohms.m
Fractures vides ou avec remplissage argileux	Argiles et ou sable	

VI-4 Cartographie des interprétations

L'ensemble des mesures géophysiques (EM31 et panneaux électriques) a été recoupé au regard des forages réalisés. Cette analyse nous a permis de dresser une carte synthétique d'interprétation du gisement en corrélation avec les sondages carottés ainsi que des panneaux électriques interprétés.

Globalement les données géophysiques montrent un gisement hétérogène en comparaison avec l'emprise étudiée en 2014. Cette hétérogénéité se caractérise par des accidents avec notamment un prolongement et un élargissement des failles F1 et F2 déjà visibles sur la partie Nord. Celles-ci abritent des faciès broyés et altérés mais également des argiles de comblement karstique en leurs centres (cf. SC8).

Si on s'intéresse maintenant aux caractéristiques intrinsèques du gisement, on relève que seule la pointe Nord-Ouest de l'emprise présente des résistivités électriques élevées laissant penser à un calcaire peu marneux semblable à celui exploité côté Ouest de l'excavation actuelle. Sur les panneaux électriques, il s'agit des niveaux géologiques en jaune-rouge de résistivité supérieure à 160 Ohms.m.

Ailleurs, l'emprise a été subdivisée en zones de caractéristiques géophysiques équivalentes :

C : Gisement calcaire de référence comparable à ce qui a été reconnu en SC6.

F2 et F3 : Fractures déjà visibles sur la partie Nord mais probablement karstifiées dans cette emprise. Le sondage SC8 y a reconnu une matrice argileuse entre -5.70 et -15.25 m.

M4 : il s'agit d'une zone marno-calcaire à dominance calcaire de résistivité moyenne-basse. Les coupes de sondages 12, 13, 16, 20 y évoquent la présence de marnes à blocs calcaire, ce qui laisse penser que les lits marneux y sont épais et/ou nombreux.

M5 : il s'agit d'une zone marno-calcaire à dominante marneuse de caractéristiques proches de M4. Le sondage 7 y a reconnu un calcaire marneux à dominante marneuse.

A6 : est une zone présentant une épaisseur d'altération argilo-marneuse importante surmontant des calcaires à dominance marneuse. Le sondage 9 a rencontré une épaisseur de 3 m de marnes recouvrant des calcaires à dominante marneuse.

A7 : cette zone est principalement marno-argileuse à la profondeur d'exploitation (133.5 NGF). Les sondages SP14, 15, 17 et 1 ont rencontré des argiles en surface suivies de marnes voire de calcaires marneux.

VII - CONCLUSION

L'emprise investiguée en 2016 est bien plus hétérogène que la précédente étudiée en 2014. Bien que la pointe Nord-Ouest a des caractéristiques géophysiques semblant proches du « bon » gisement présent au Nord, le reste est marqué par la présence de failles argileuses (F2 et F3) traversant un gisement de résistivité électrique moyenne bien plus basse que celles observées dans le « bon » gisement. Les caractéristiques mécaniques de ce calcaire marneux observé dans la zone M4 et M5 devront être éclairées par des analyses de type Micro Deval et/ou Los Angeles mais également par granulométrie sur un échantillon suffisamment représentatif. En effet même si les caractéristiques du calcaire peuvent être bonnes, la part de marne pourrait y être importante.

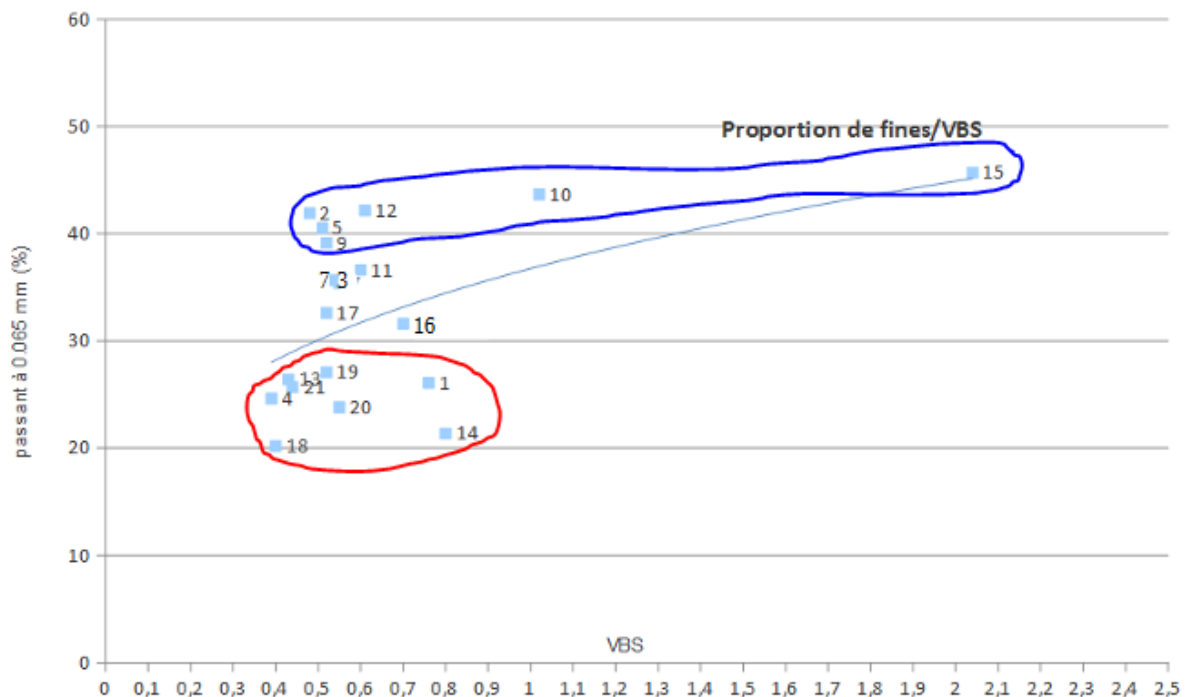
Ces zones de potentiel gisement sont séparées par une zone A6 présentant une épaisseur de découverte importante surmontant des terrains d'altération marneuse.

Enfin, la partie Est longeant la route d'accès à la carrière présente des terrains principalement marno-argileux à la cote objectif d'exploitation (133.5m NGF).

VIII COMPLEMENT DE NOVEMBRE 2016 : Corrélation avec les échantillons prélevés

Conformément aux prescriptions du chapitre précédent, les échantillons de sondage destructifs ont fait l'objet de granulométrie et VBS. Ces paramètres témoignent de la présence de fines et d'argiles dans le gisement.

Le graphique ci-dessous montre la distribution de ce couple de valeurs en fonction des numéros de sondages. La profondeur de prise des échantillons est très variable ; il s'agit d'un échantillon moyen sur toute la hauteur pour les sondages SD2, 18, 19 et 20 et ponctuel en fond de trou pour les autres.



Cette distribution indique un étalement important concernant la fraction fine : les valeurs varient du simple au double entre le groupe entouré en rouge de calcaire modérément pulvérulent et le groupe entouré en bleu qui présente une fraction fine importante atteignant 40 à 45 % des échantillons.

Si on compare cette distribution de valeur avec le zonage réalisé dans l'étude géophysique, on peut voir que :

- La zone C, représentative du gisement exploité, présente en SD19 une proportion de fine inférieure à 30 % dans le groupe entouré en rouge.

- La zone M4 est assez hétérogène avec des pourcentages de fraction fine modérée en SD 13 et SD20 augmentant légèrement en SD16 et franchement pulvérulent en SD12. On explique cette fraction fine élevée en SD12 par la présence d'une fracture passant également en SD15 et en parti visible sur la carte EM31, que l'on nommera F4. Par analogie de signature géophysique, un dernière accident noté F5 repéré aussi bien sur la carte EM que sur les panneaux électriques, recoupe le gisement parallèlement à F4.

-La zone A7 située à l'Est dans le talweg présente des pourcentages de fraction fine modérés à très forts en SD15, néanmoins les échantillons prélevés en SD1 et SD14 ont été prélevés à des profondeurs supérieures à la cote objectif d'exploitation.

- Enfin la zone A6 ainsi que les fractures F2, F3 et maintenant F4 présentent comme prévu des pourcentage de fines élevés à très élevés avec également une augmentation de la VBS en SD10 et SD15 indiquant la présence d'argiles de comblement.

ANNEXE III

Campagne de reconnaissance – Extension de carrière
Septembre 2016
GEOCENTRE

Client

ligérienne granulats



VILLEDIEU SUR INDRE (36)

GENERAL / GEOLOGIE

RAPPORT FACTUEL

CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE

EXTENSION DE CARRIERE

Client



Prestataire



A0	vis	2016/09/09	AHAR	JPCH	JPCH	1 ^{ère} version
INDICE	STATUT	DATE	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par	MODIFICATION Commentaire et document de référence

Format : **A4**

Echelle : **N/A**

Nom fichier source : 2016212015A0.doc

E

Phase

GEO

Métier

LIG

Zone

SON

Item

000000

PK

RAP

Type Doc.

2016

Emetteur

21215

N° Chrono ou N° de Série

A0

Indice

TABLE DES MATIERES

1.	DESCRIPTION DU MARCHÉ.....	3
1.1.	GENERALITES.....	3
2.	EXECUTION DES TRAVAUX	5
2.1.	CONSISTANCE DES SONDAGES ET ESSAIS REALISES	5
2.1.1.	Sondages géologiques	5
2.1.1.1.	Sondages Carottés SC.....	5
2.1.1.2.	Sondages Destructifs SD	6
2.2.	ANALYSE DES RESULTATS	7
3.	ANNEXES	9
3.1.	ANNEXE 1 : CARTE INTERPRETATIVE.....	
3.2.	ANNEXE 2 : SONDAGES DESTRUCTIFS.....	
3.3.	ANNEXE 3 : SONDAGES CAROTTES	

1. DESCRIPTION DU MARCHÉ

1.1. GENERALITES

Le présent rapport factuel a pour objet la reconnaissance géologique et mécanique des abords d'une carrière sur la commune de VILLEDIEU SUR INDRE (36) en vue de son extension.

La mission de GEOCENTRE est de type G0 selon l'ancienne norme NFP94-500.

La campagne de reconnaissance des sols a consisté en la réalisation de 2 sondages carottés et de 21 sondages destructifs. Tous les sondages (sauf CA06, CA08 et SD08) ont fait l'objet de mesures gamma-ray en trou nu.

Des essais en laboratoire seront réalisés sur le marno-calcaire du sondage CA06 (LOS et /ou MDE).

La nature des sondages de reconnaissance et l'implantation des sondages ont été définis par Marc GALIA de la LIGERIENNE DE GRANULATS.

Les sondages ont été réalisés du 30 Août au 07 Septembre 2016.

Ci-dessous la liste des sondages réalisés :

Nom	Profondeur (m)	Lambert 93			Date de début	Date de fin
		X	Y	Z		
SD1	6.00			137.40*	02/09/16	02/09/16
SD2	8.09			140.97	30/08/16	30/08/16
SD3	11.68			144.47	30/08/16	30/08/16
SD4	14.41			147.41	30/08/16	30/08/16
SD5	15.31			148.29	31/08/16	31/08/16
SD6	12.01			144.64	05/09/16	05/09/16
CA6	12.00			144.64	06/09/16	07/09/16
SD7	14.21			147.20	31/08/16	31/08/16
SD8	6.51			148.83	05/09/16	05/09/16
CA8	16.00			148.83	02/09/16	05/09/16
SD9	16.57			149.47	31/08/16	31/08/16
SD10	14.82			147.83	02/09/16	02/09/16
SD11	13.44			146.45	01/09/16	01/09/16
SD12	13.43			146.20	01/09/16	01/09/16
SD13	11.92			144.92	01/09/16	01/09/16
SD14	5.36			138.15	01/09/16	01/09/16
SD15	5.71			138.51	01/09/16	01/09/16
SD16	7.56			140.46	01/09/16	01/09/16
SD17	8.30			141.28	01/09/16	01/09/16
SD18	11.26			146.00*	07/09/16	07/09/16
SD19	12.60			147.50*	07/09/16	07/09/16
SD20	11.29			148.00*	07/09/16	07/09/16
SD21	12.65			145.00*	07/09/16	07/09/16

*z basé sur les courbes de niveau du plan topographique

2. EXECUTION DES TRAVAUX

2.1. CONSISTANCE DES SONDAGES ET ESSAIS REALISES

2.1.1. SONDAGES GEOLOGIQUES

2.1.1.1. SONDAGES CAROTTES SC

- Consistance

Ils sont au nombre de 2. Ils ont été descendus à 12 m et 16 m de profondeur.

- Moyens

Les 2 sondages carottés ont été réalisés par l'atelier de forage GEO450 RP.

Le sondage CA08 a été réalisé sur toute hauteur à l'aide d'un carottier à sec et uniquement descendu à la frappe (114LS). Cette méthodologie reflète la mauvaise qualité des matériaux. Le sondage CA06 a été réalisé en carottage traditionnel (116T6) avec adjonction d'eau. Le carottage CA06 reflète plus les matériaux extraits dans la carrière en exploitation.

Les carottes ont été mises dans des caisses à carottes (2 x 1 m) et stockées à GEOCENTRE en vue de leurs descriptions lithologiques.

- Difficultés rencontrées

La fracturation en tête du carottage CA06 a nécessité l'emploi d'un tubage provisoire (PW 127/140 mm) sur 3.0 m de hauteur.

2.1.1.2. SONDAGES DESTRUCTIFS SD

- Consistance

21 sondages destructifs ont été réalisés ; ils ont été descendus entre 5.36 m et 16.57 mètres de profondeur et totalisent un linéaire de 233.13 mètres.

Les sondages ont fait l'objet de mesures de gamma-ray (excepté SD8).

- Moyens

Les sondages ont été réalisés à l'aide d'un marteau fond de trou et d'un taillant de 115 mm de diamètre (forage à l'air).

Les paramètres de foration ont été sauvegardés par un enregistrement numérique de type BAPS LUTZ, ils comprennent :

- La vitesse instantanée d'avancement VIA (m/h) ;
- La pression sur l'outil PO (bars) ;
- La pression du circuit de rotation (couple) CR (bars).

Comme les sondages carottés, les sondages destructifs ont été réalisés à l'aide de l'atelier GEO450 RP.

- Difficultés rencontrées

S.O.

2.2. ANALYSE DES RESULTATS

Le sondage CA06 est caractéristique du calcaire de Levroux. Il est constitué par un calcaire fin micritique beige/crème avec des interlits ou joint marneux infradécimétriques et ponctuellement pluridécimétriques. Le carottage montre que de nombreux bancs calcaires sont fracturés voir broyés.

Les mesures gamma-ray au droit du forage SD6 jumelé au CA06 indiquent des valeurs faibles de l'ordre de 10 cps.

Par conséquent, le couple de sondage CA06/SD6 constitue la « référence » pour la qualité des matériaux à extraire en vue de l'extension.

Le sondage CA08 a mis au jour une argile bariolée gris/orangé entre 4.20 m et 15.25 m de profondeur. Cette singularité correspond certainement à un remplissage de Karst. De telles anomalies sont signalées sur les cartes géologiques du secteur « mardelles ». Les lieux dits du secteur montrent que ces anomalies sont fréquentes dans le périmètre de l'étude « Les mardelles » vers le bois de Nihérne, « Les Mardelletes » à l'Ouest du Bois du Prieuré. De la même manière, le sondage carotté a été doublé par un sondage destructif (SD8) pour étalonner le carottage.

Limite des paramètres de foration

Aucune différence n'est perceptible sur les paramètres de forage entre le sondage SD6 de référence et le sondage SD8 de type anormalique. La qualité des matériaux doit essentiellement s'appuyer sur la description lithologique des cuttings faite par les opérateurs. Les enregistrements de paramètres sont donc à pondérer.

Mesure gamma-ray

La composition minéralogique des calcaires et des marnes n'est pas connue dans le secteur (teneur en potassium,...). Dans la majorité des cas, les pics de gamma-ray correspondent bien à des faciès argileux à l'image du sondage SD1.

Une singularité est perceptible au niveau du sondage SD20 où le pic de gamma-ray est marqué entre 3.50 et 4.50 m de profondeur alors que le changement de faciès (plus argileux ou marneux) se situe entre 4.50 m et 6.00 m de profondeur.

Etablissement de la carte interprétative

La carte jointe au présent rapport a été établie en prenant les éléments suivants par ordre de priorité :

- Description lithologique des cuttings,
- Comparaison des mesures gamma-ray au sondage l'étalon (SD6),
- Paramètres de foration.

Ces critères ont permis de définir 3 catégories de matériaux :

- Dominante calcaire : description lithologique à dominante calcaire, faibles mesures gamma-ray et vitesses d'avancement faibles,
- Mixte marne et calcaire : alternance forte de bancs marneux et calcaires, mesures gamma-ray hétérogènes, vitesses d'avancement modérées en comparaison du sondage SD6,
- Dominante argileuse ou marneuse : lithologie à dominante argileuse ou marneuse, mesures gamma-ray plus élevées, vitesses d'avancement plus lentes (« bourrage de l'outil dans le faciès argileux compact) ou plus rapides en fonction de la description lithologique (avancement rapide dans les argiles molles, souvent de surface)

La carte ainsi établie peut être soumise à controverse. Dans ce contexte irrégulier, la réalisation de plus nombreux carottés aurait permis de mieux apprécier la lithologie des sols.

Description de la carte

Les sondages 2 à 6 et 18 montrent que les abords immédiats de la carrière sont à dominante calcaire tout comme les sondages 11, 12, 13, 16 et 19.

Les sondages 1, 7, 9, 17 et 21 sont dits « mixtes » et nécessiteraient un resserrage du maillage d'investigation pour qualifier au mieux leurs natures.

Les sondages 10, 14, 15 et 20 montrent des horizons argileux ou marneux probablement liés à la fracturation et à son remplissage partiel.

Les sondages CA8/SD8 illustrent quant à eux un probable remplissage de karst de grande envergure. Il est possible de retrouver ce type d'anomalie sur les parcelles compte tenu du large maillage entre points de sondage.

3. ANNEXES

Annexe 1 : Carte interprétative

Annexe 2 : Sondages destructifs

Annexe 3 : Sondages carottés,

3.1. ANNEXE 1 : CARTE INTERPRETATIVE

3.2. ANNEXE 2 : SONDAGES DESTRUCTIFS



Forage: SD1

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 02/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 6,00 m

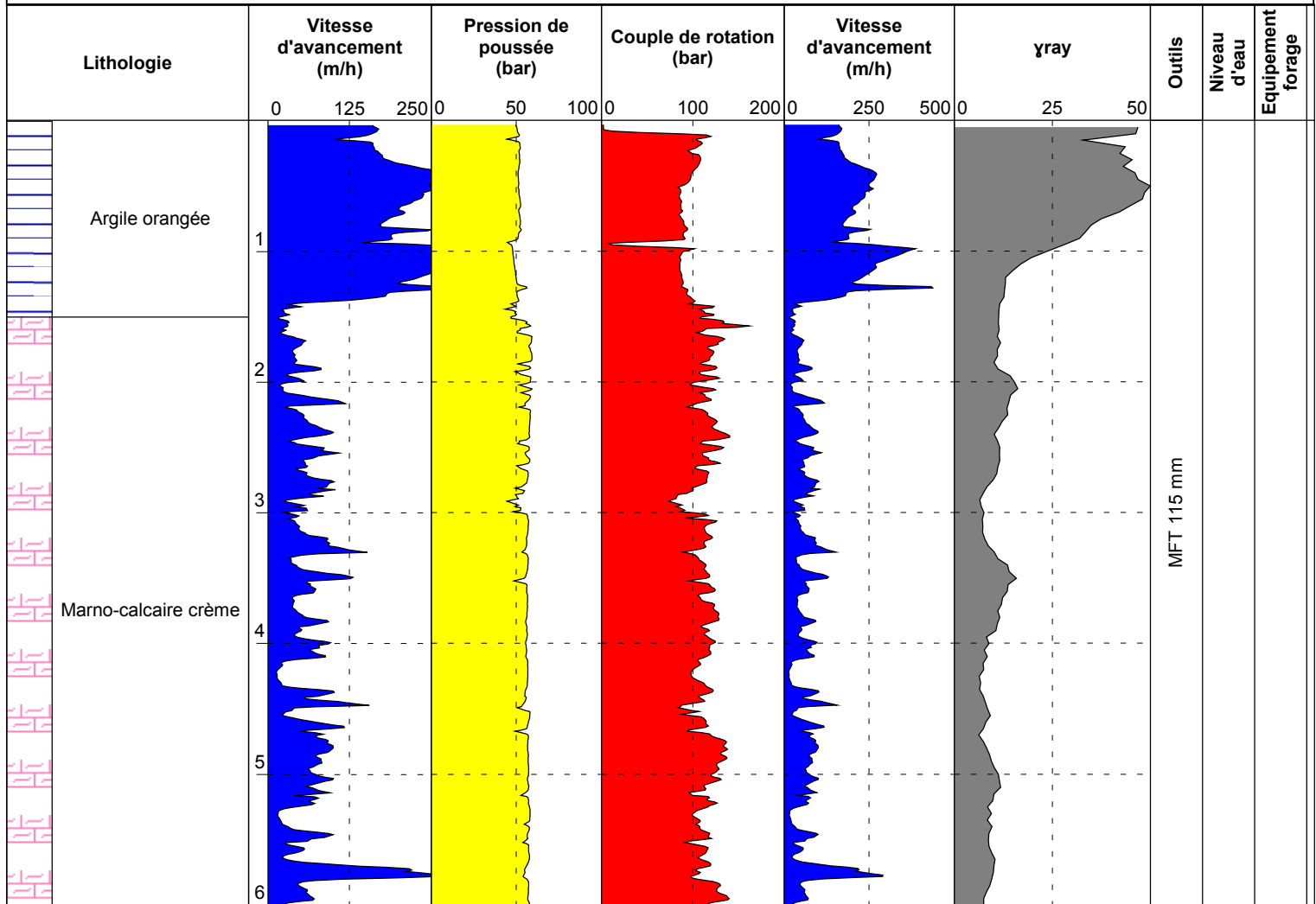
Etude : Extension carrière

Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : (137.40) m NGF



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD2

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 30/08/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 8,09 m

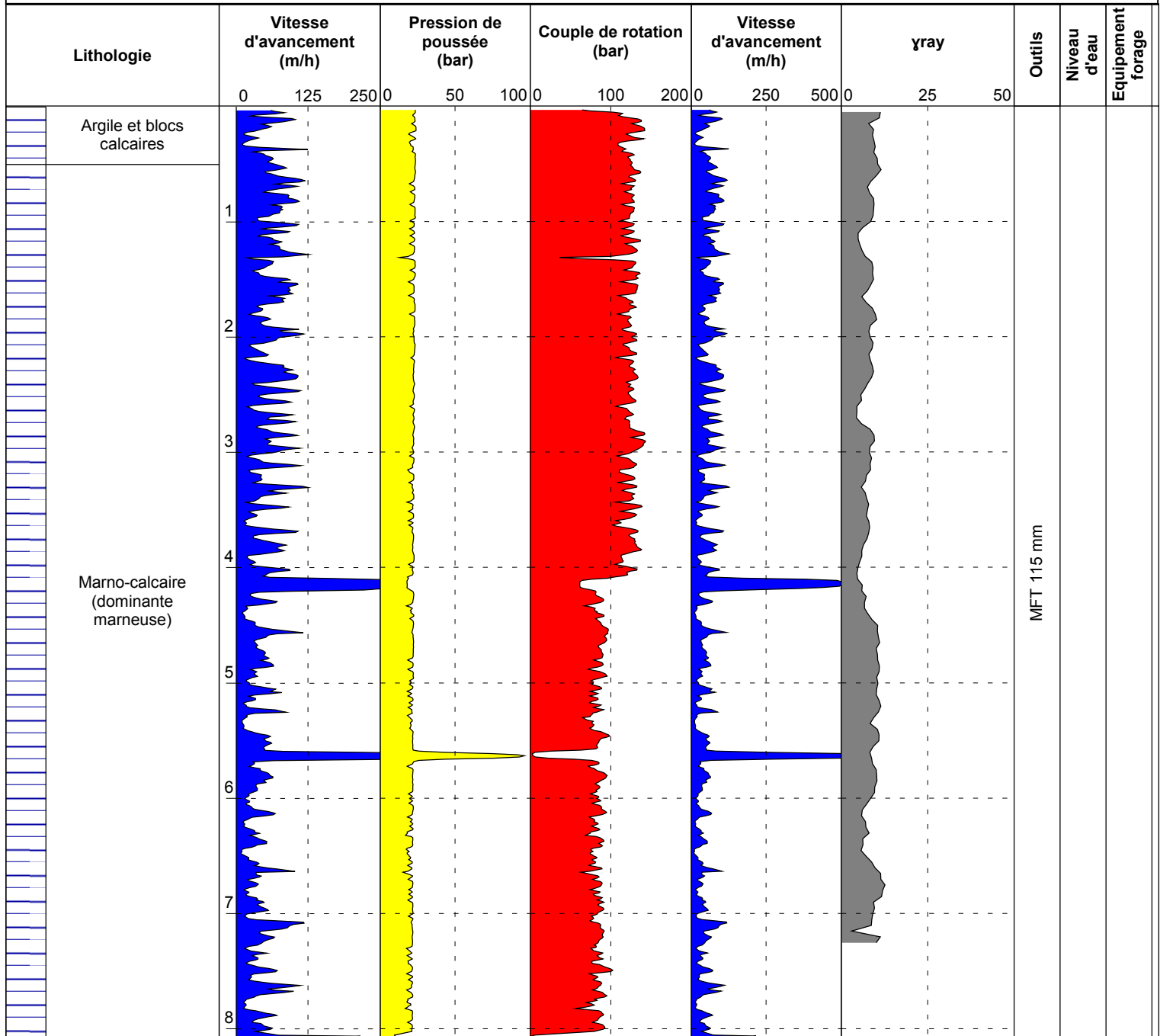
Etude : Extension carrière

Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 140.97 mNGF



EXGTE B3.17.16/LB2EPF547FR



Forage: SD3

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 30/08/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 11,68 m

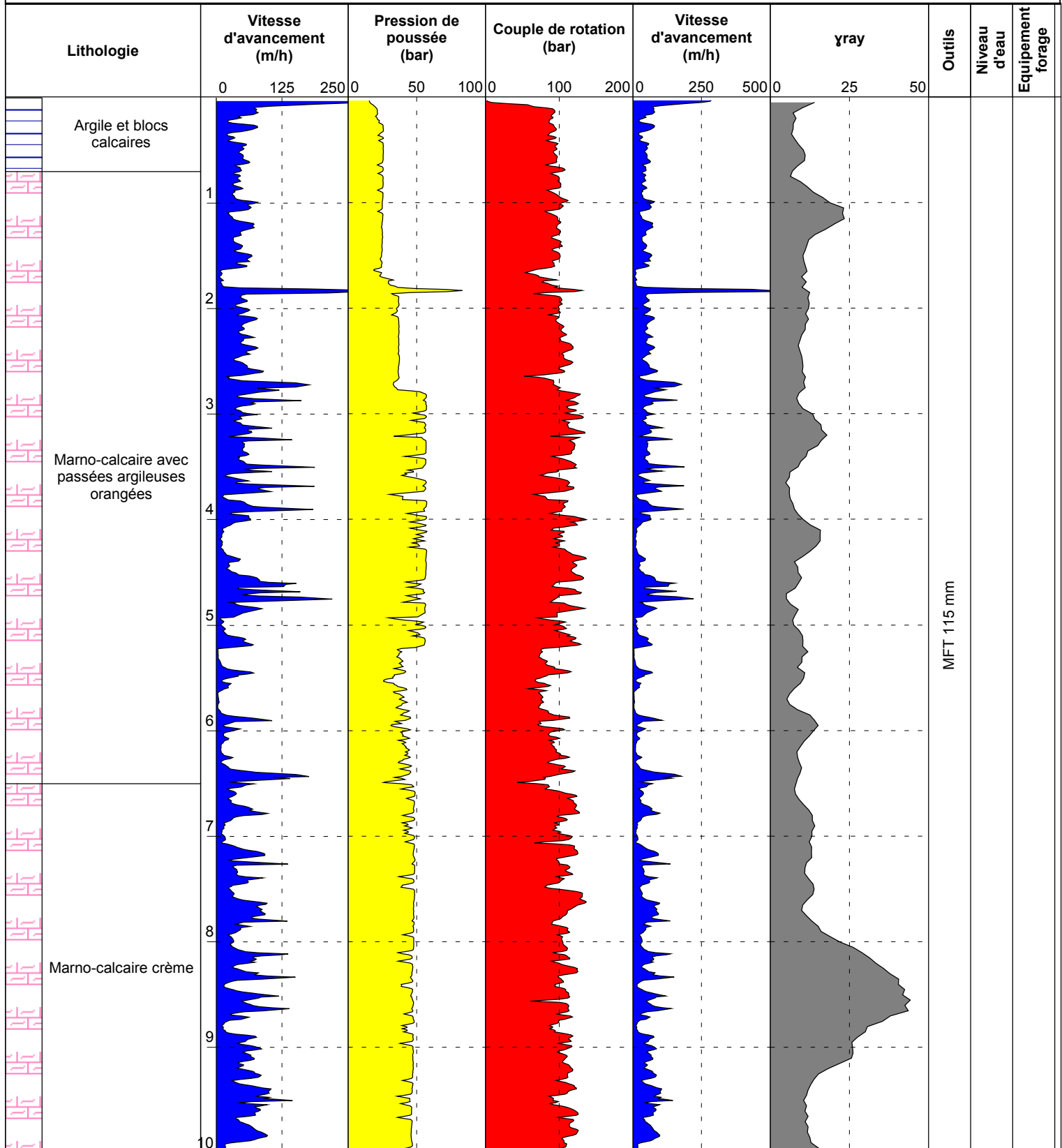
Etude : Extension carrière





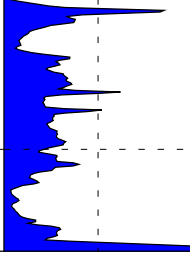
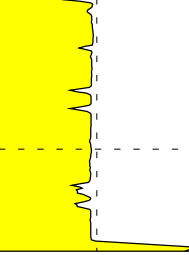
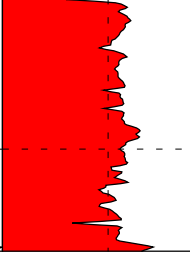
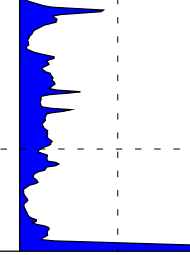
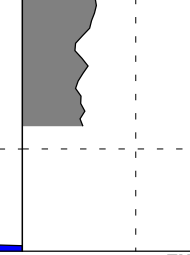
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 144.47 mNGF



Lithologie	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression de poussée (bar)			Couple de rotation (bar)			Vitesse d'avancement (m/h)			γray			Outils	Niveau d'eau	Equipement forage
	0	125	250	0	50	100	0	100	200	0	250	500	0	25	50			
    Marno-calcaire crème																MFT 115 mm		

EXGTE B3.17.16/LB2EPF547FR



Forage: SD4

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 30/08/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 14,41 m

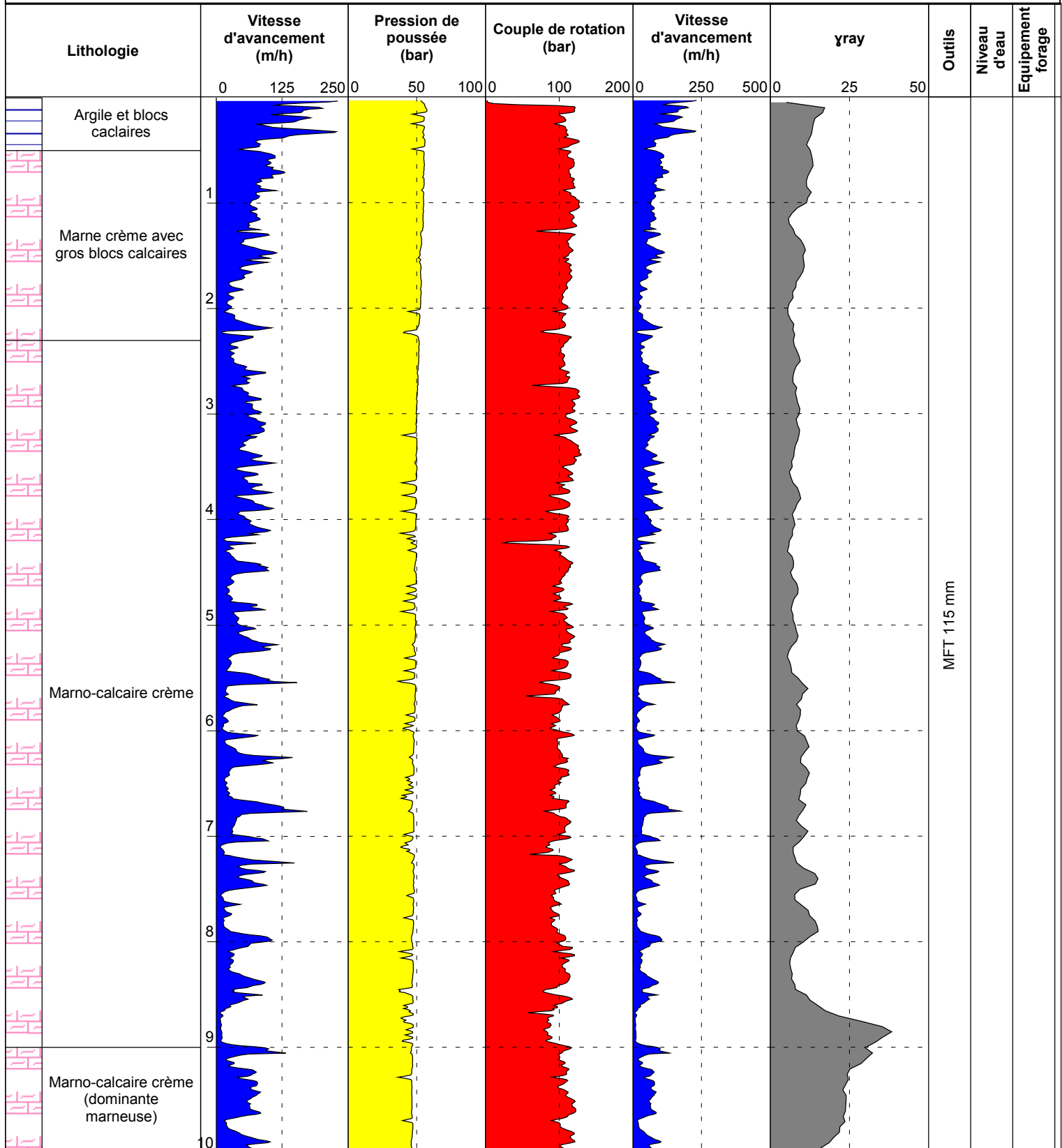
Etude : Extension carrière

Y :

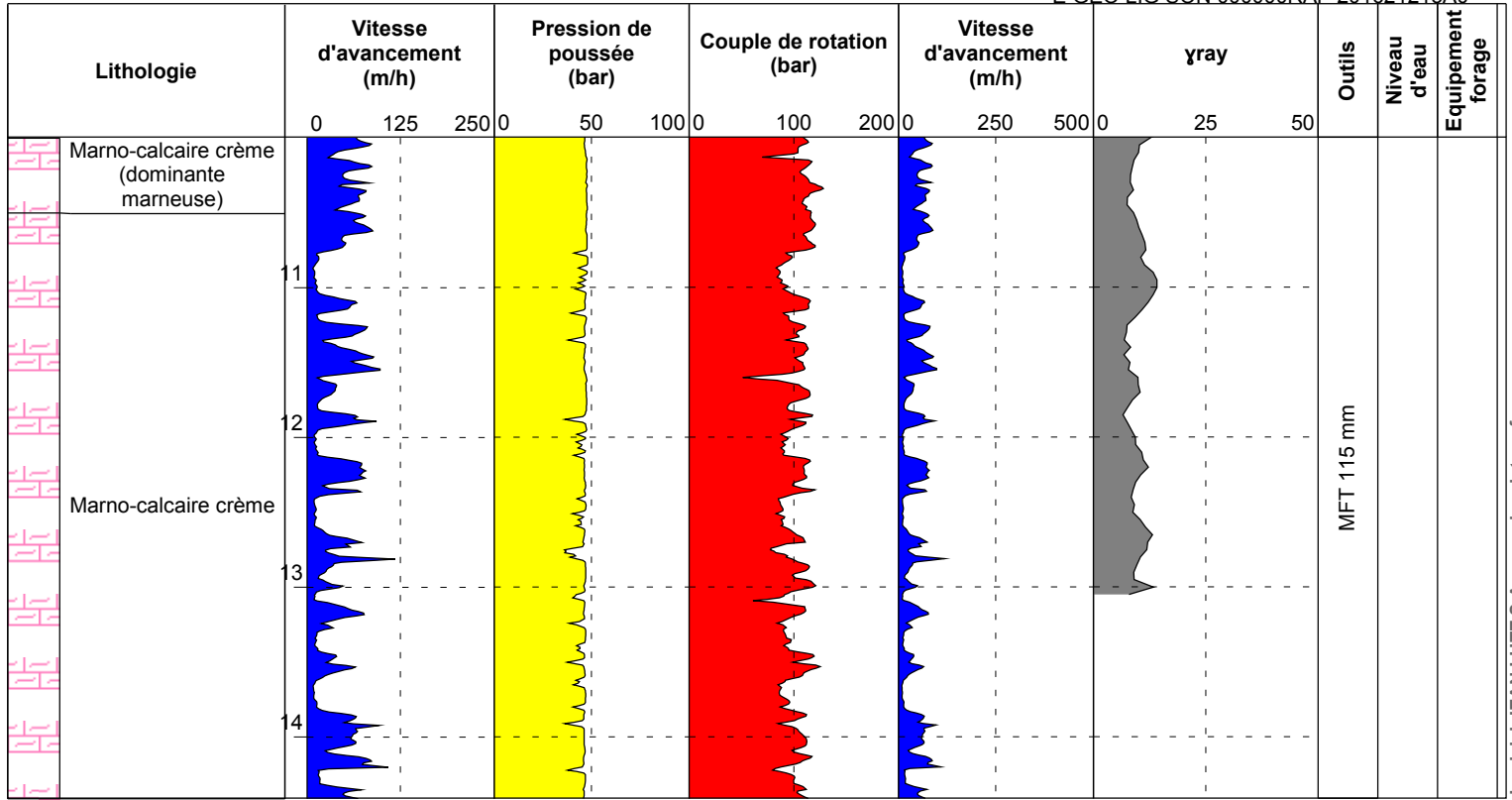
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 147.41 mNGF



MFT 115 mm



EXGTE B3.17.16/LB2EPF547FR



Forage: SD5

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 31/08/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 15,31 m

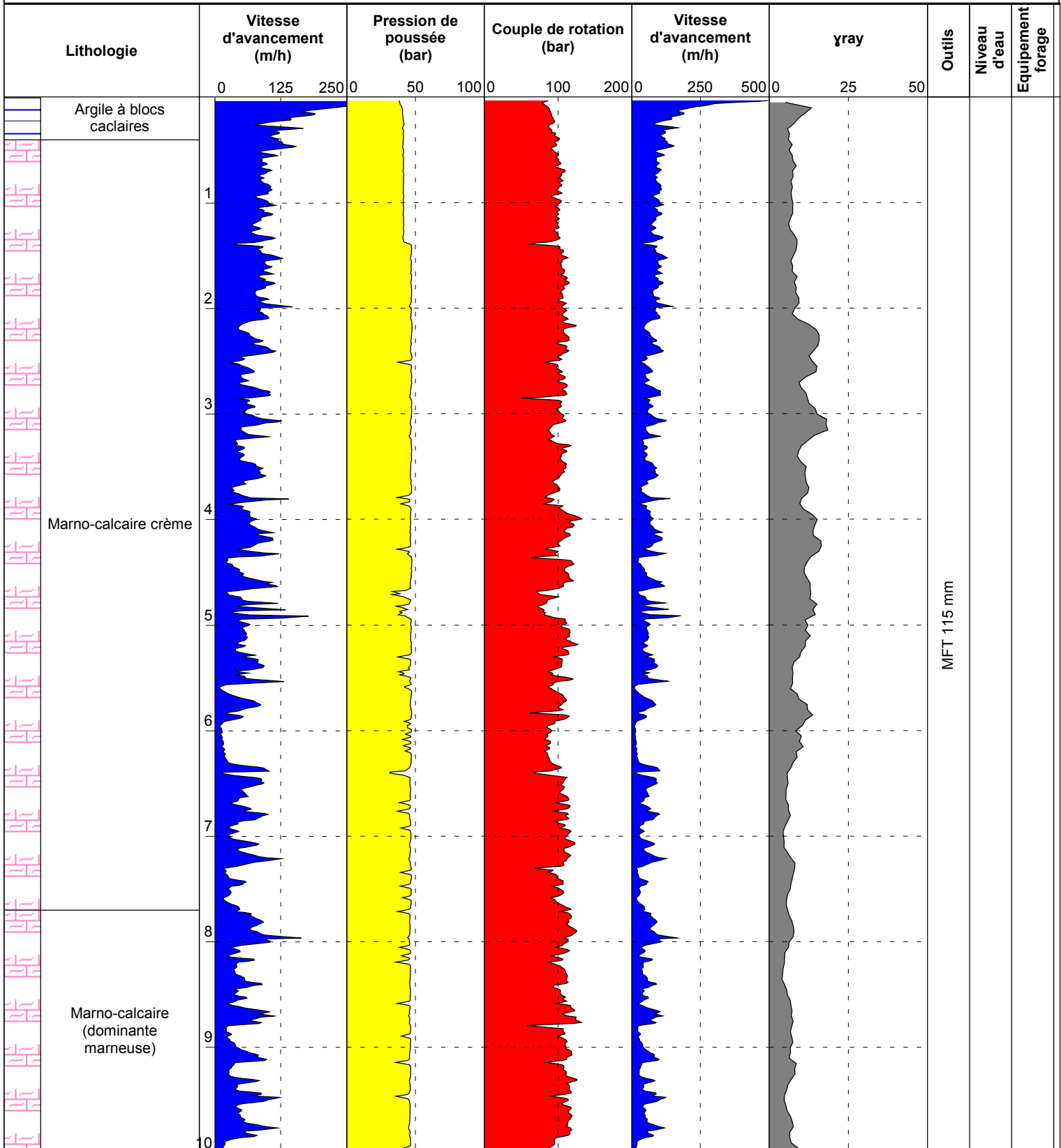
Etude : Extension carrière

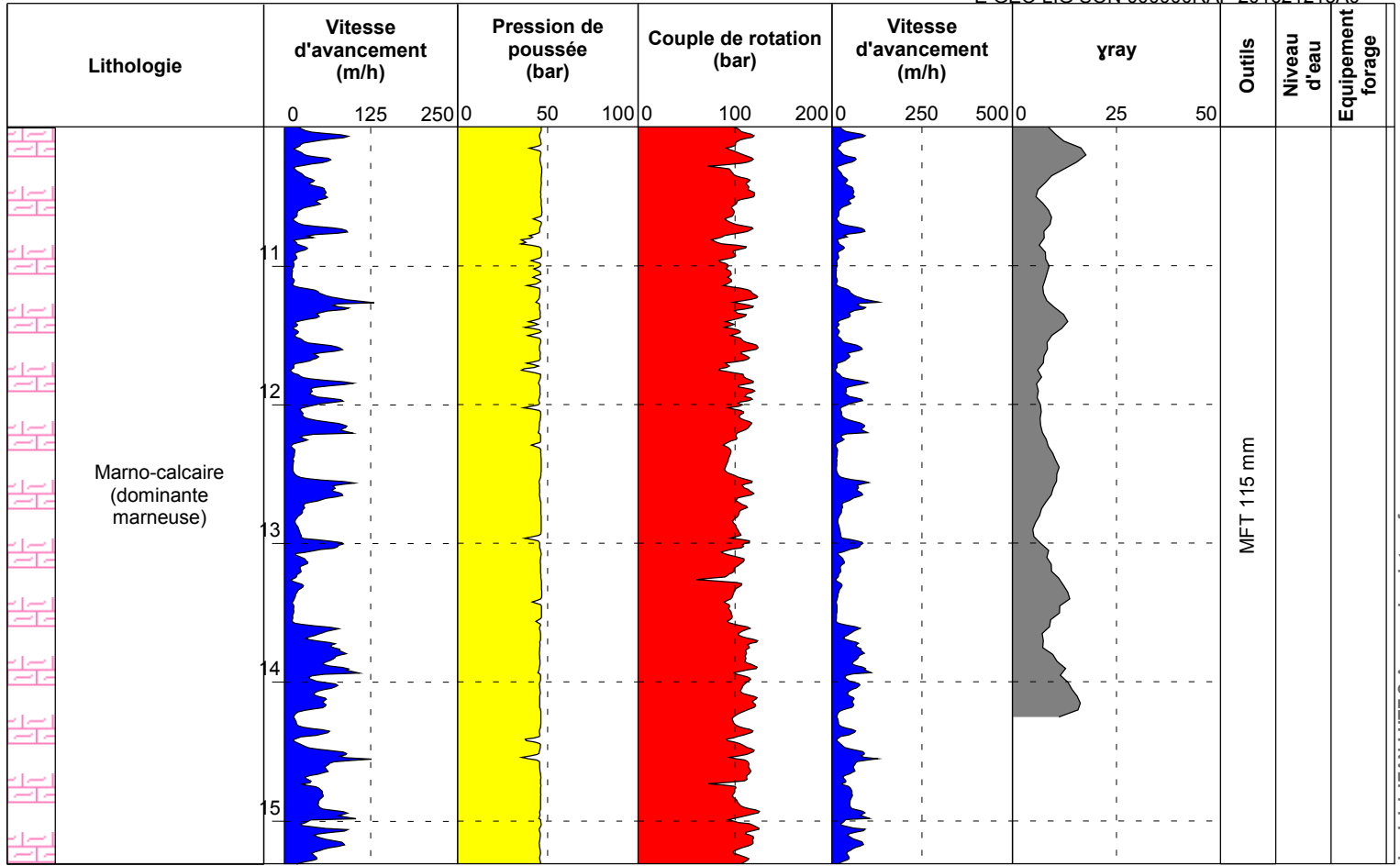
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 148.29 mNGF





EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD6

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 05/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 12,01 m

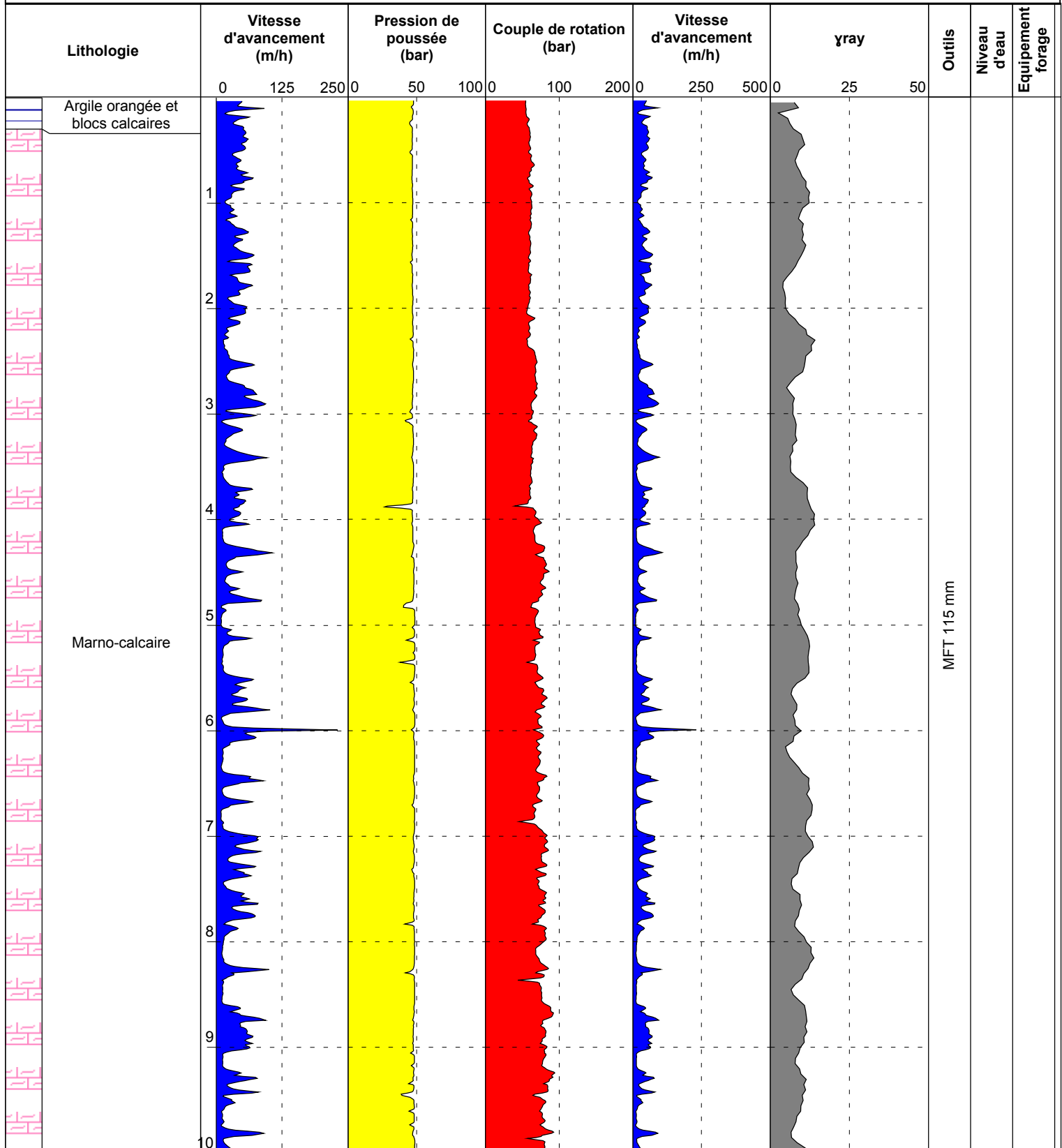
Etude : Extension carrière

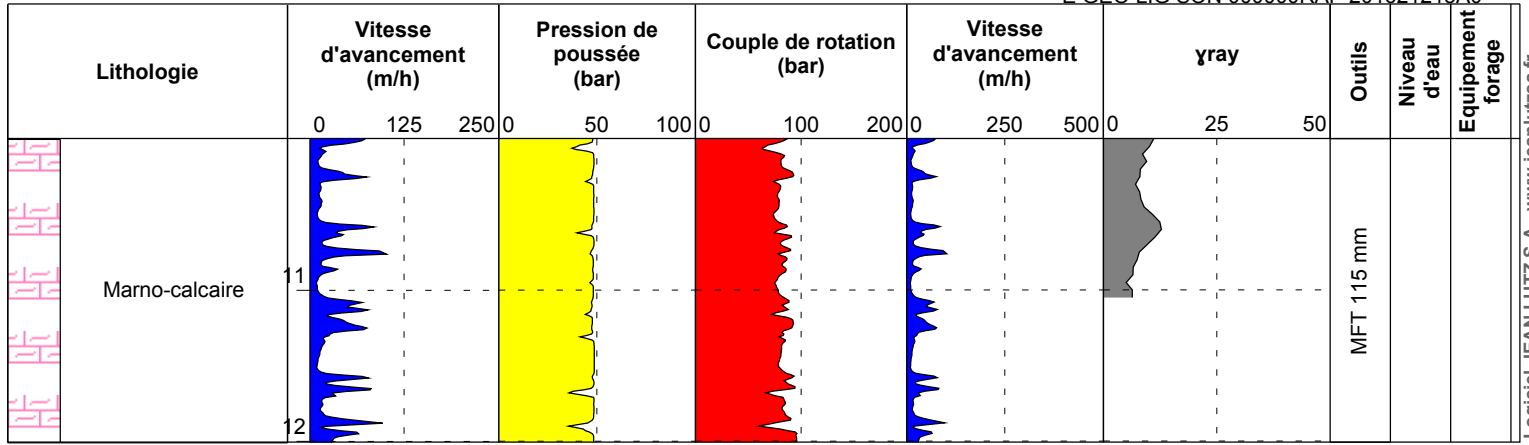
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 144.64 mNGF





EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD7

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 31/08/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 14,21 m

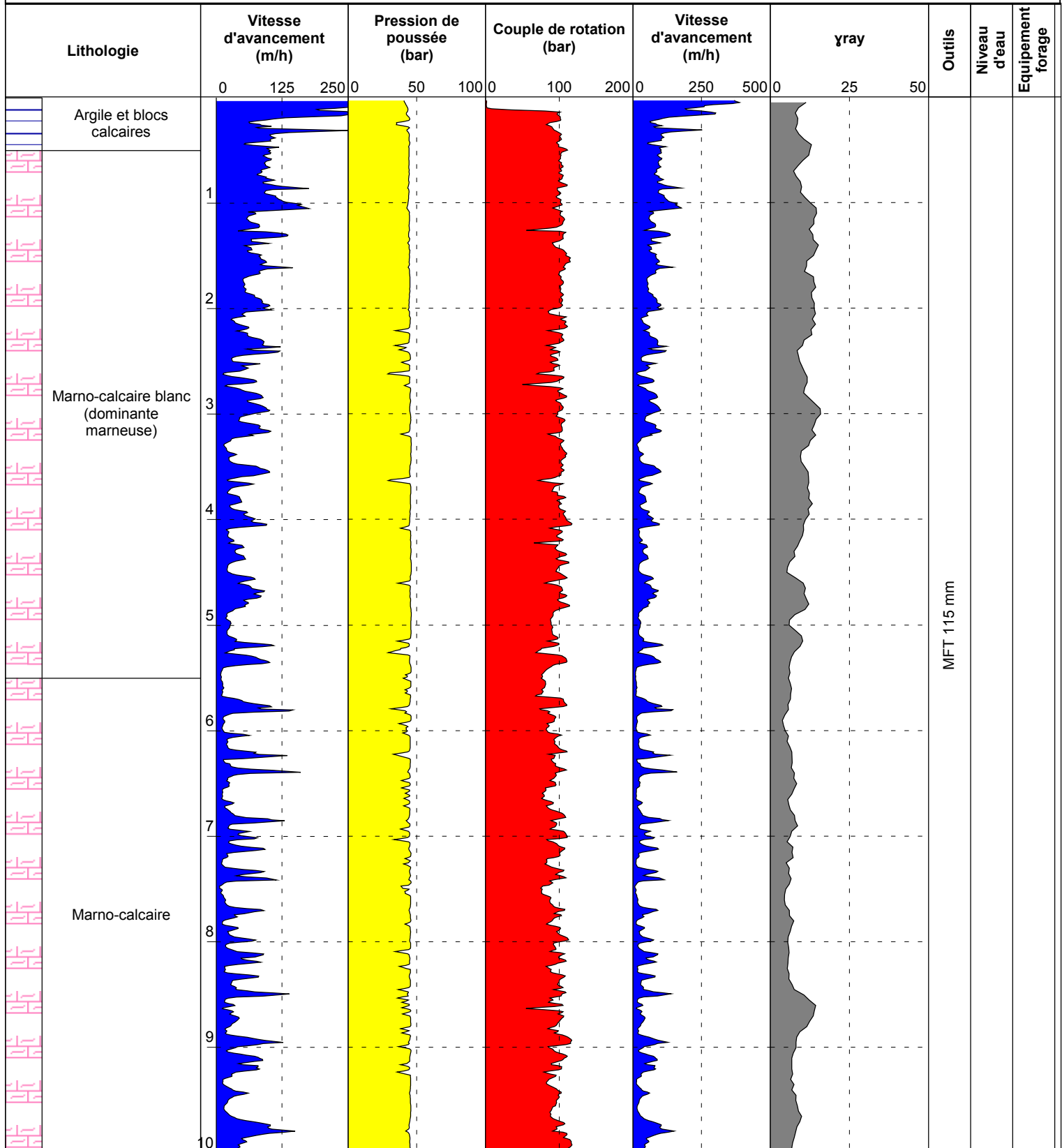
Etude : Extension carrière

Y :

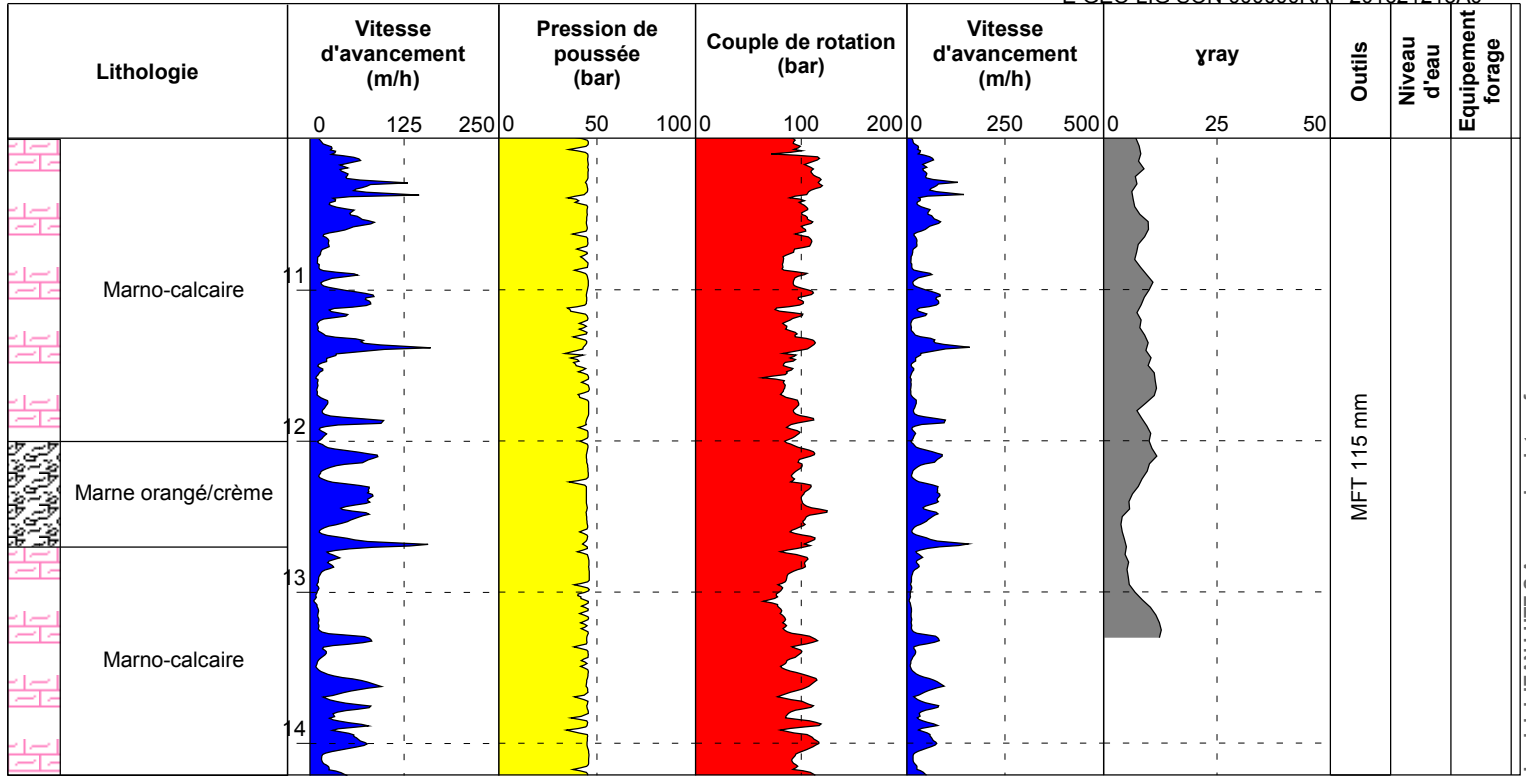
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 147.20 mNGF



MFT 115 mm



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR

**Forage: SD8**

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 05/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 6,51 m

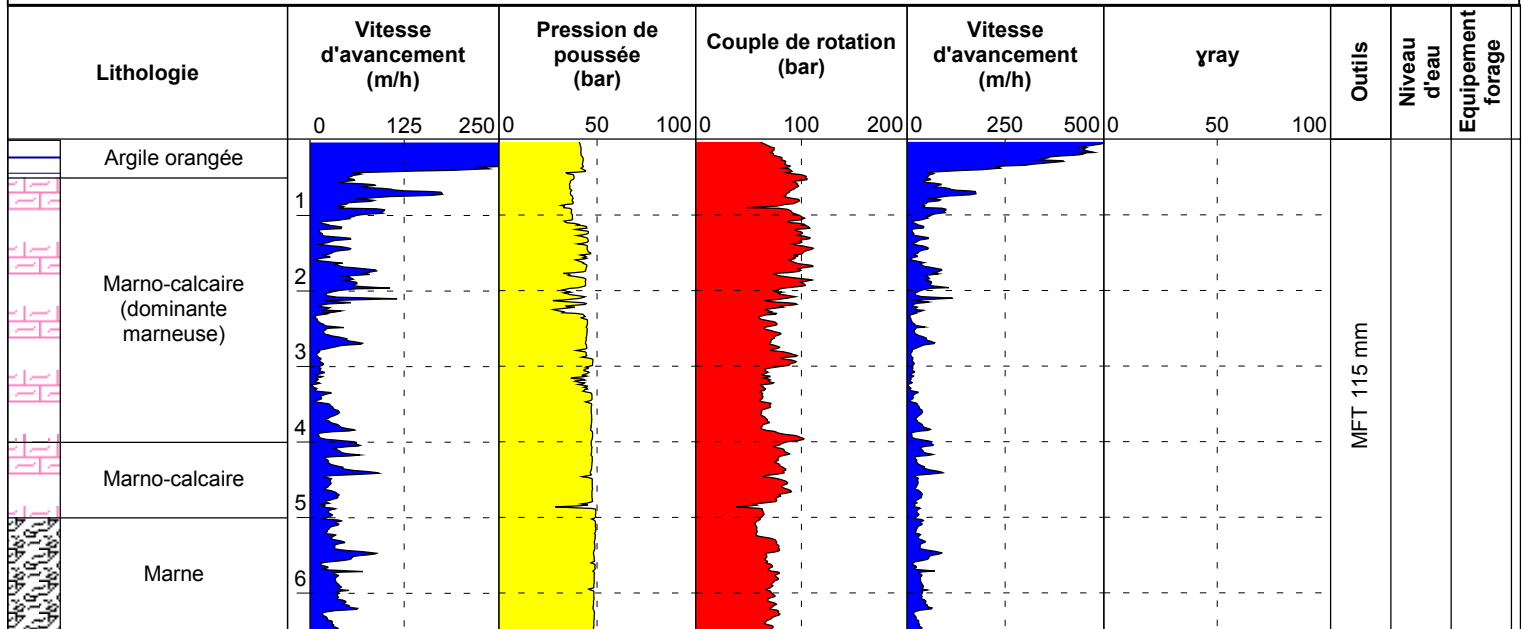
Etude : Extension carrière

Y :

Echelle : 1/100

Remarques :

Z : 148.83 mNGF



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD9

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 31/08/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 16,57 m

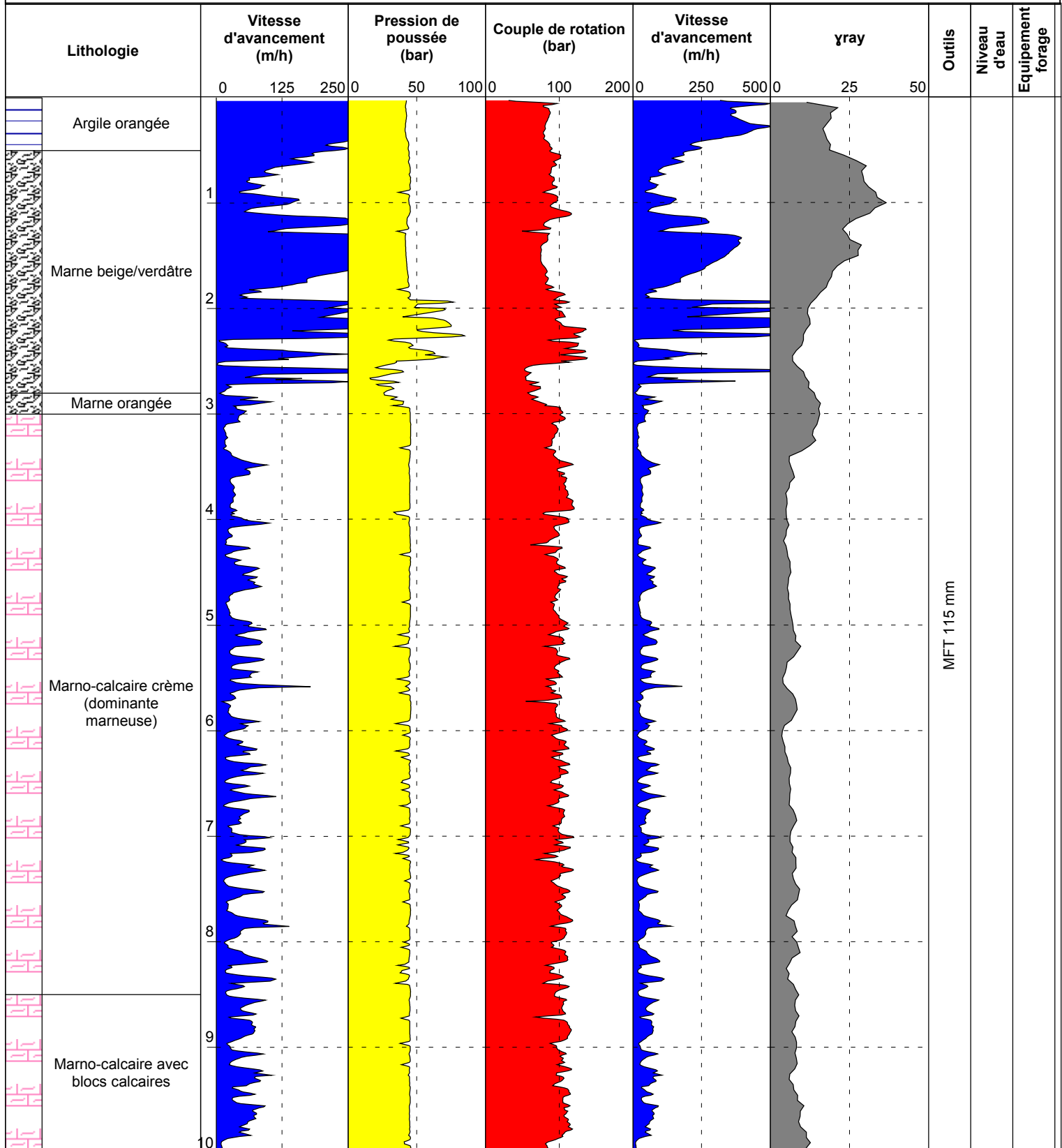
Etude : Extension carrière

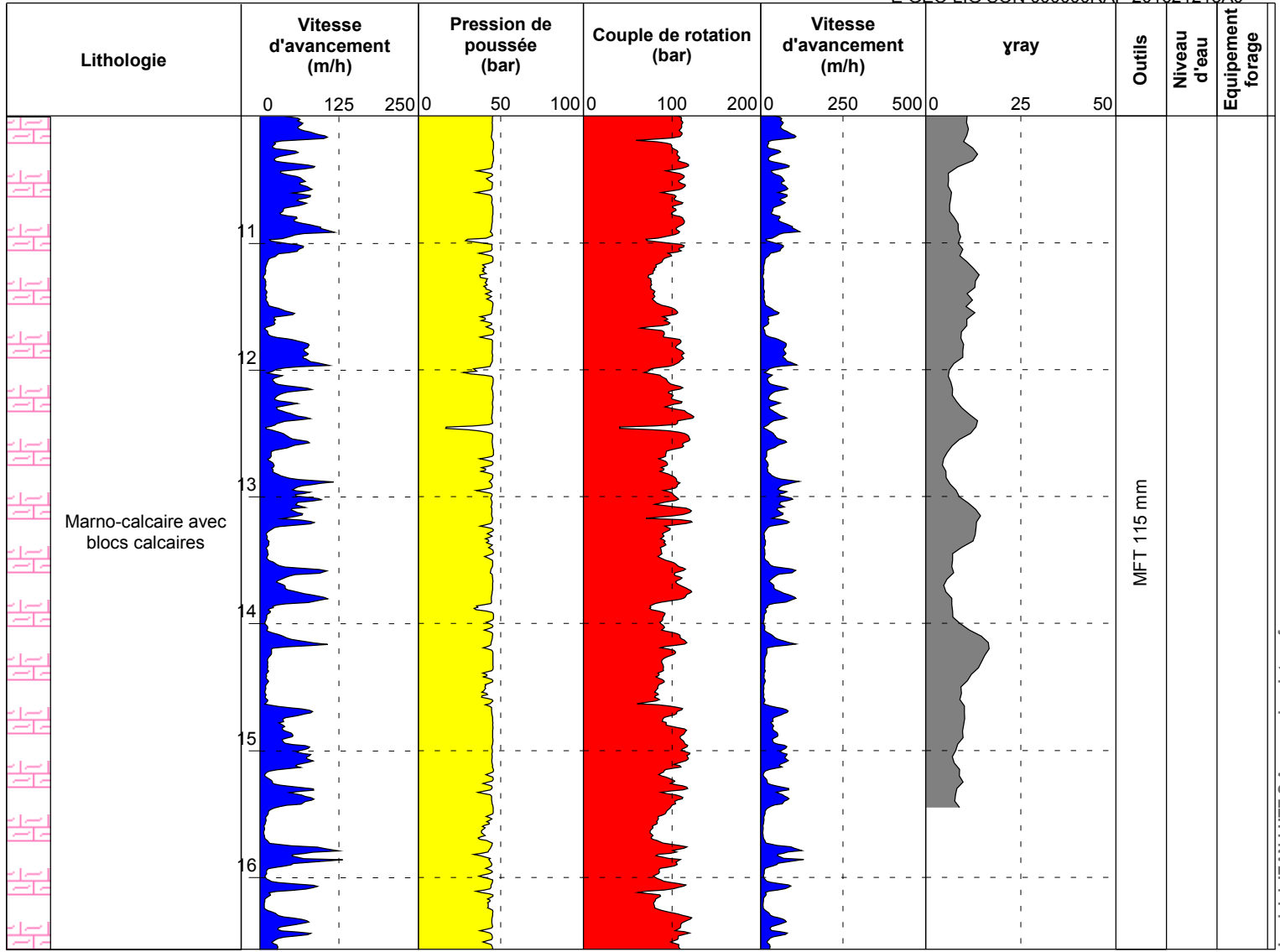
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 149.47 mNGF





EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD10

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 02/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 14,82 m

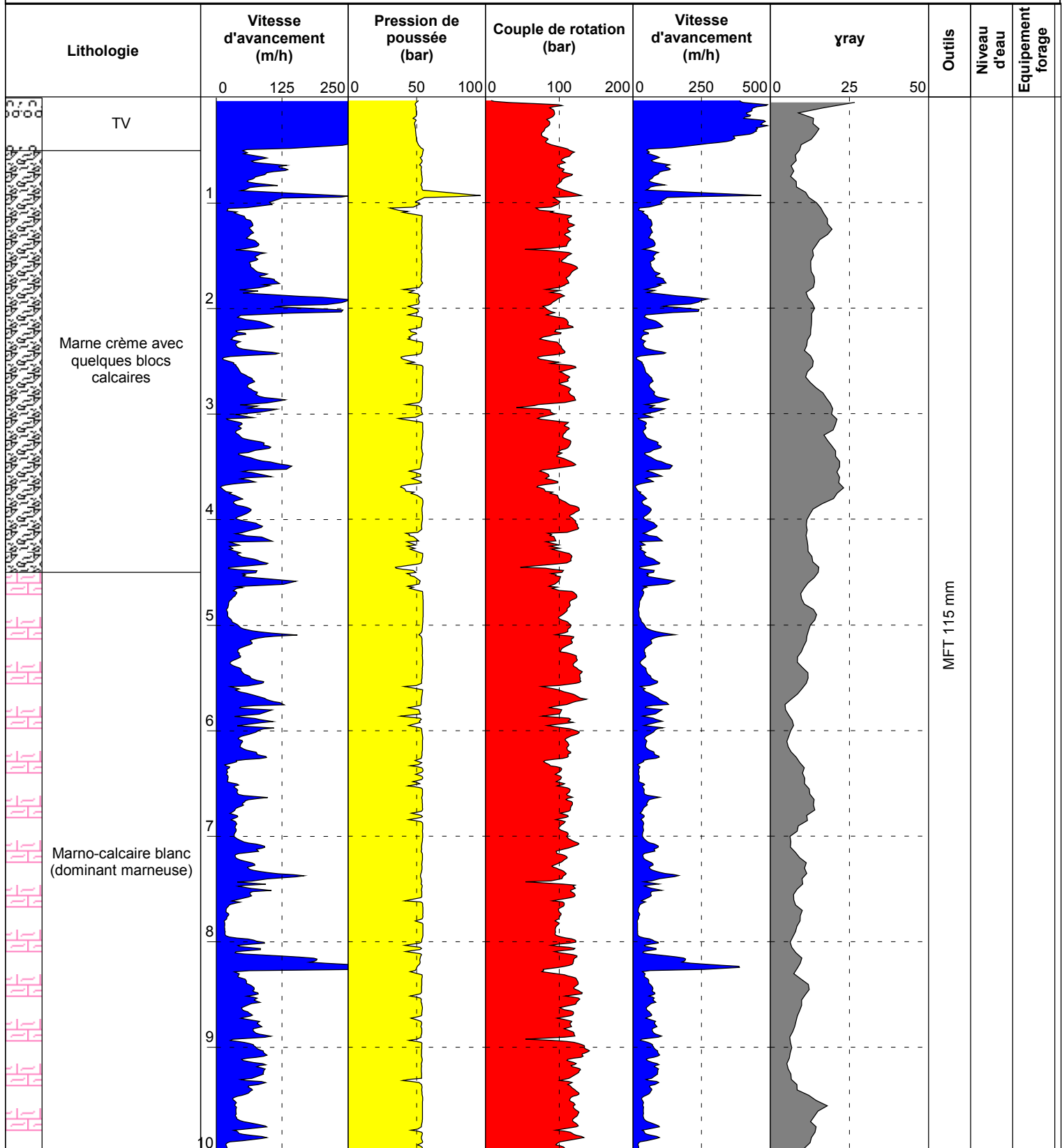
Etude : Extension carrière

Y :

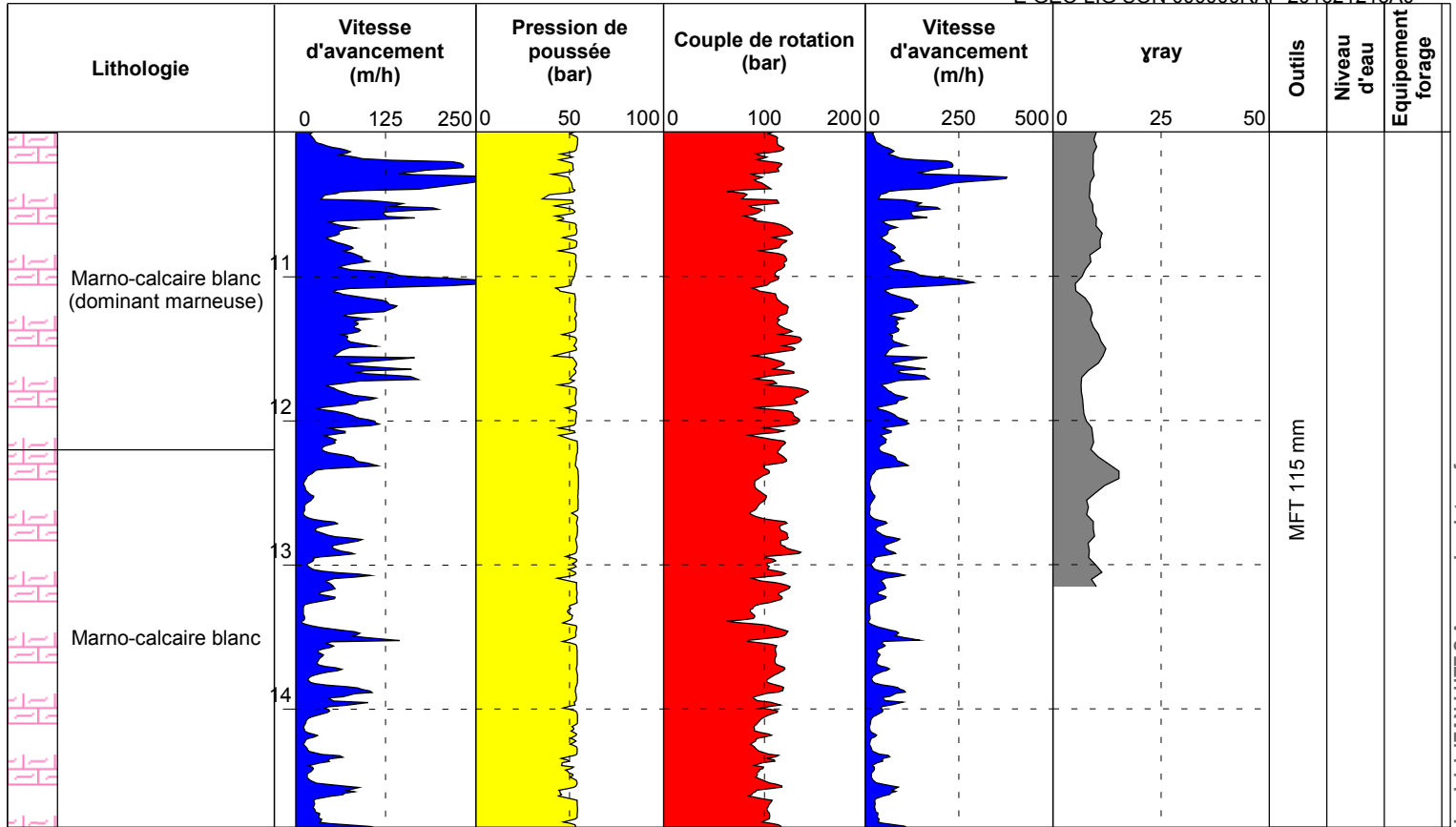
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 147.83 mNGF



MFT 115 mm



EXGTE B3.17.16/LB2EPF547FR



Forage: SD11

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 13,44 m

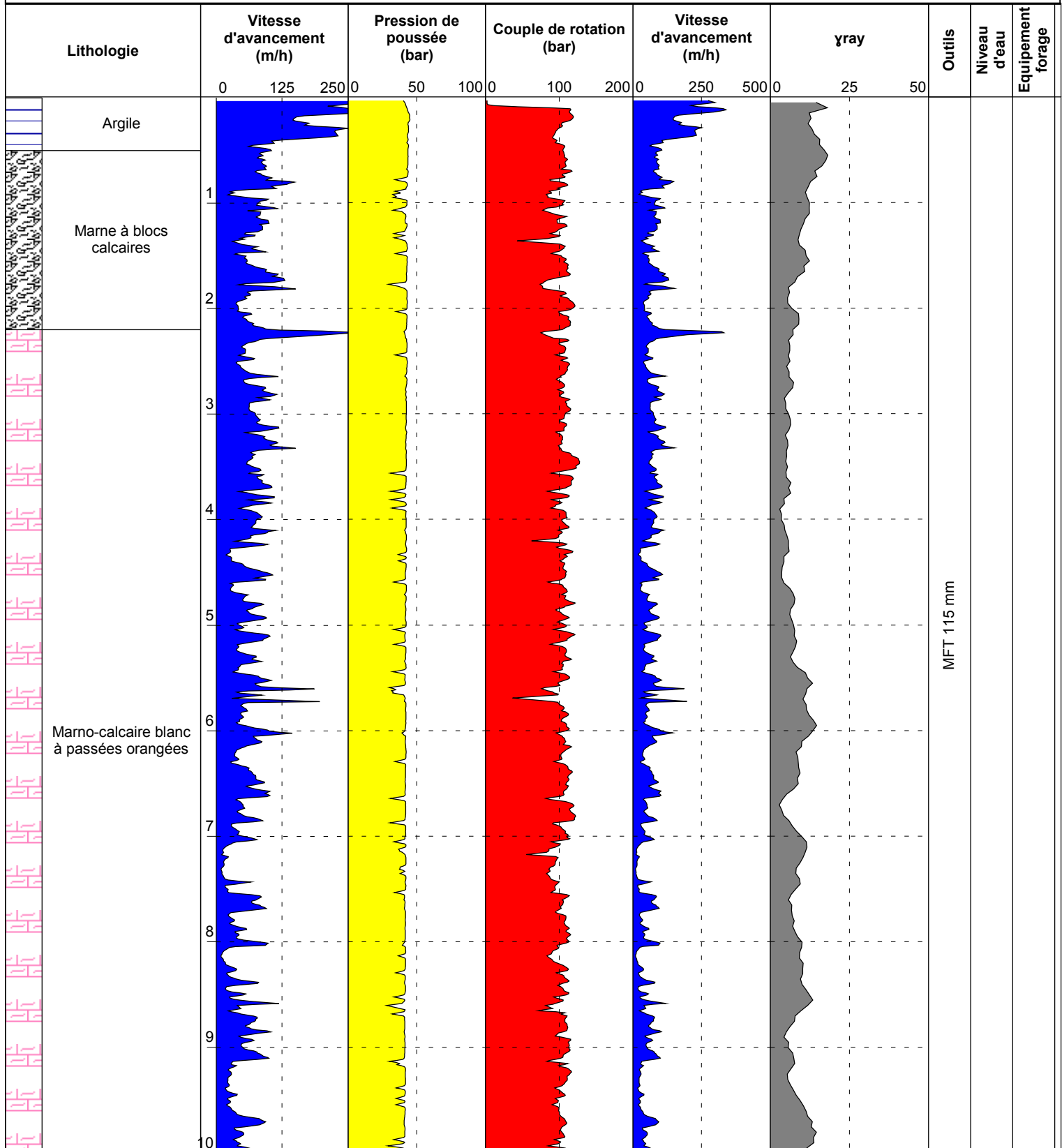
Etude : Extension carrière

Y :

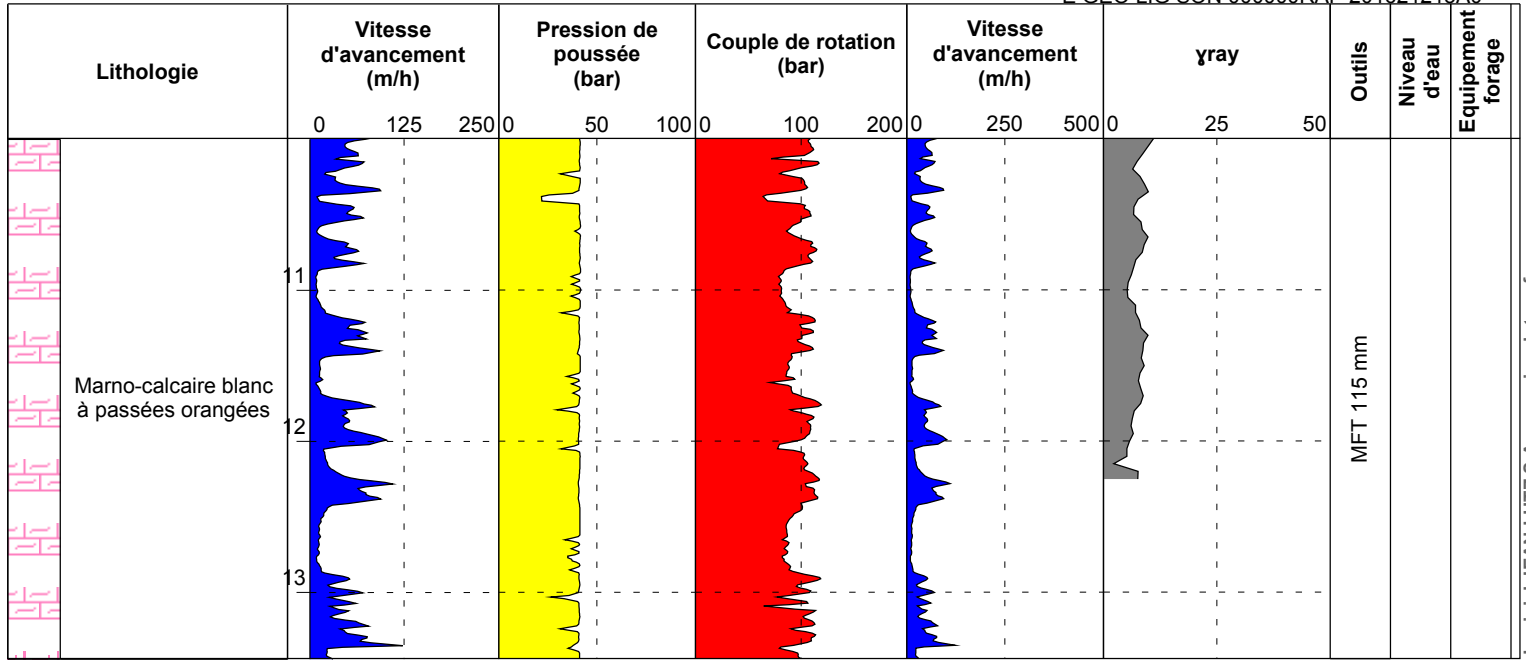
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 146.45 mNGF



MFT 115 mm



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD12

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 13,43 m

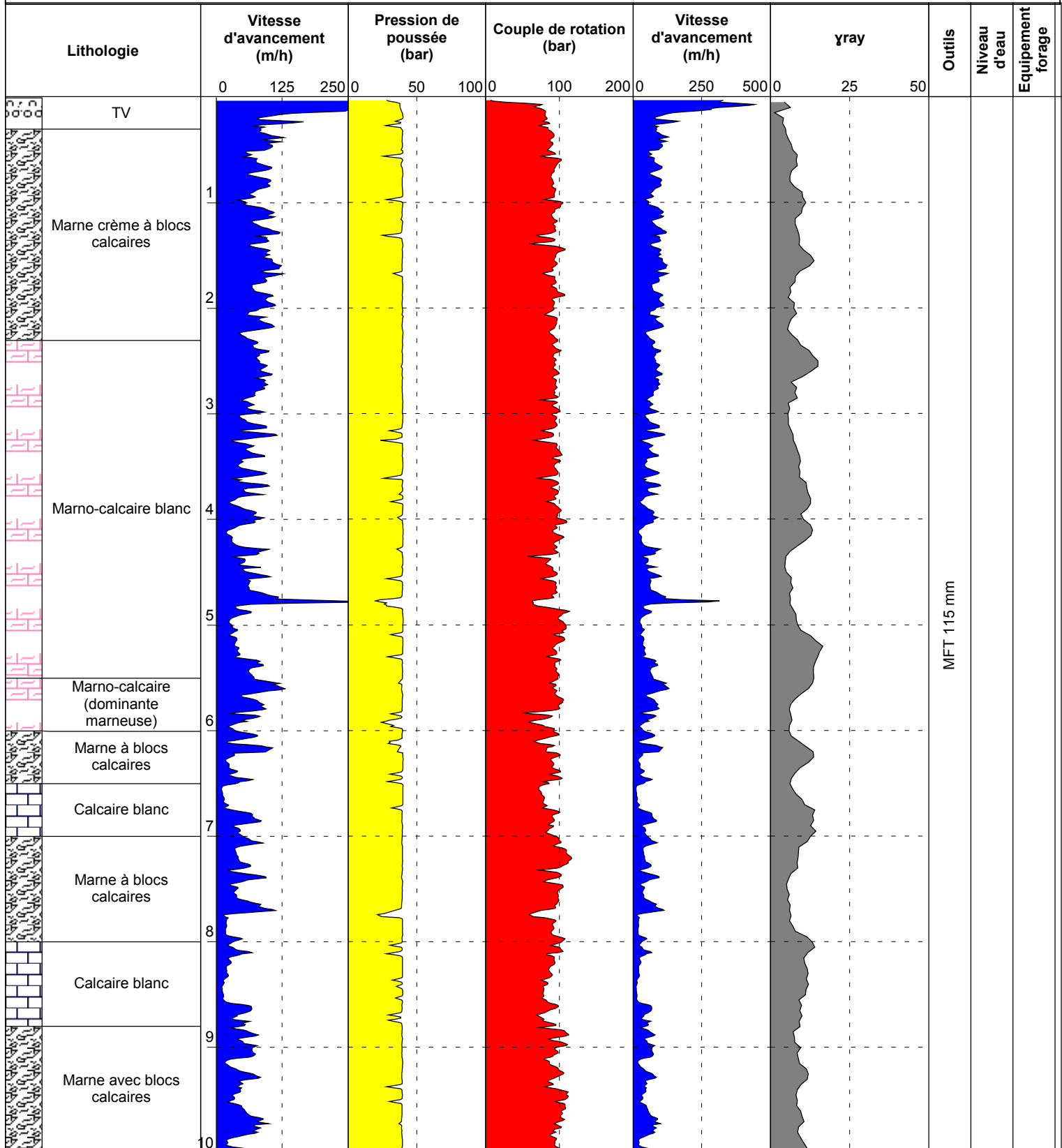
Etude : Extension carrière

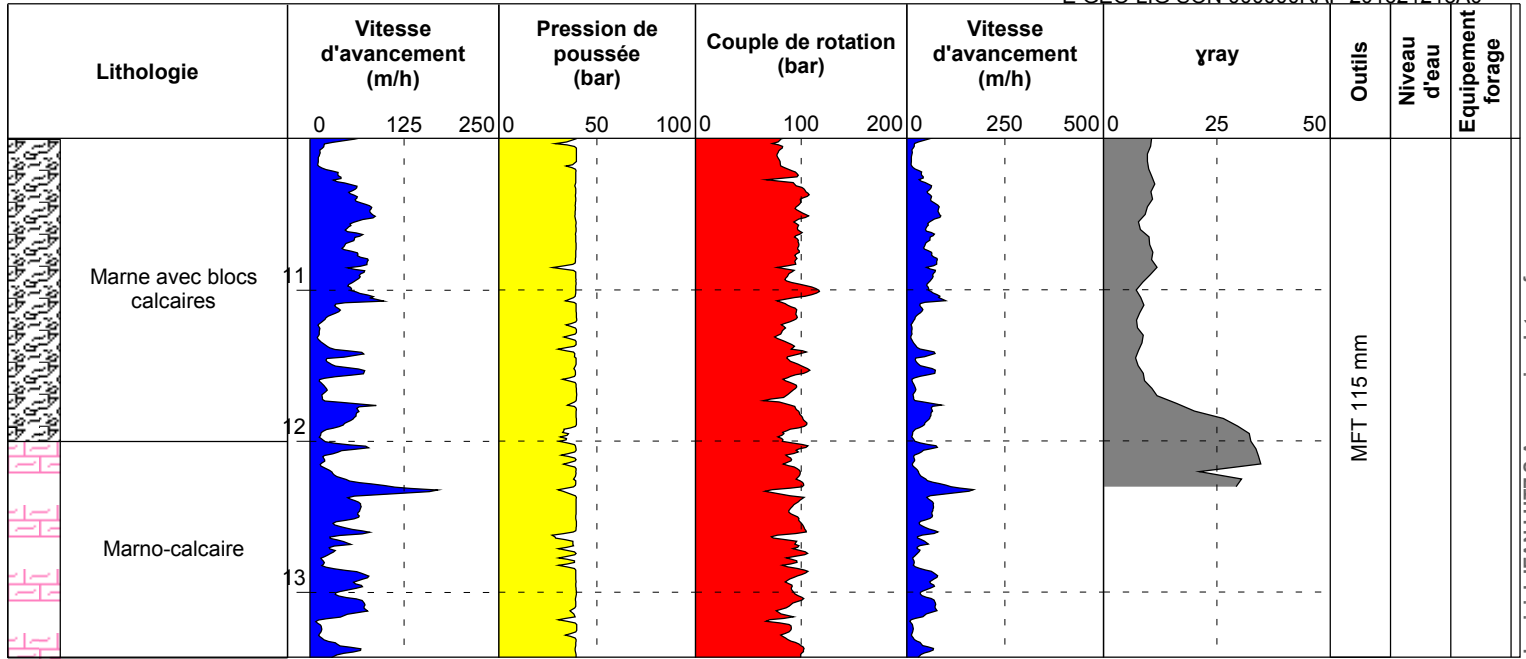
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 146.20 mNGF





EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD13

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 11,92 m

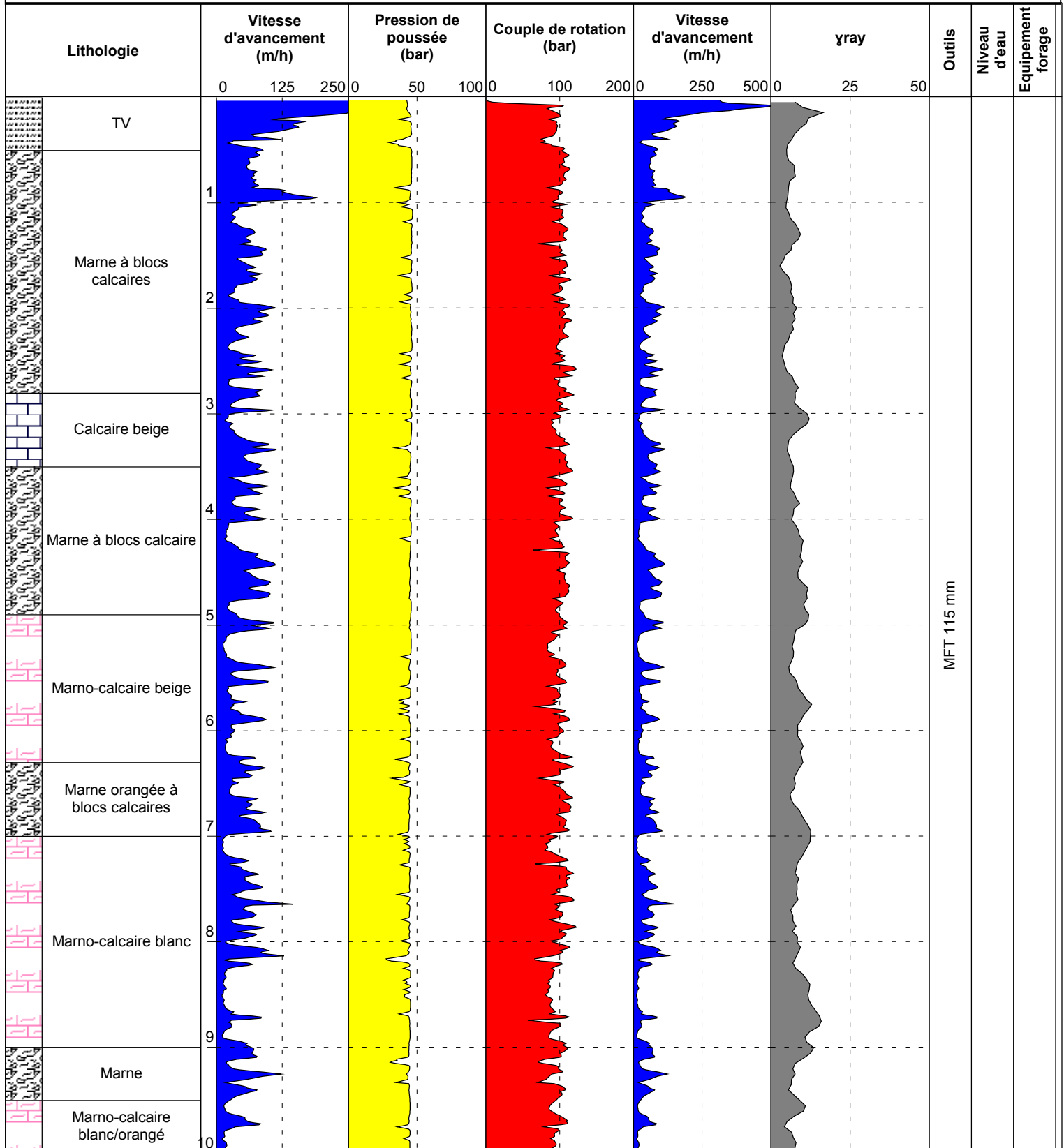
Etude : Extension carrière

Y :

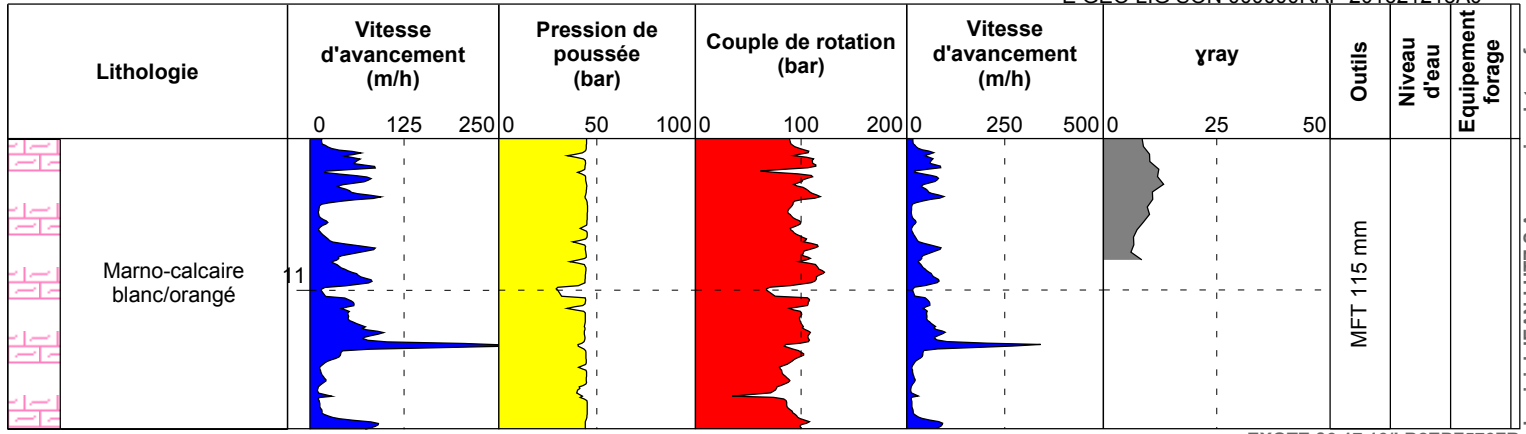
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 144.92 mNGF



MFT 115 mm



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD14

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 5,36 m

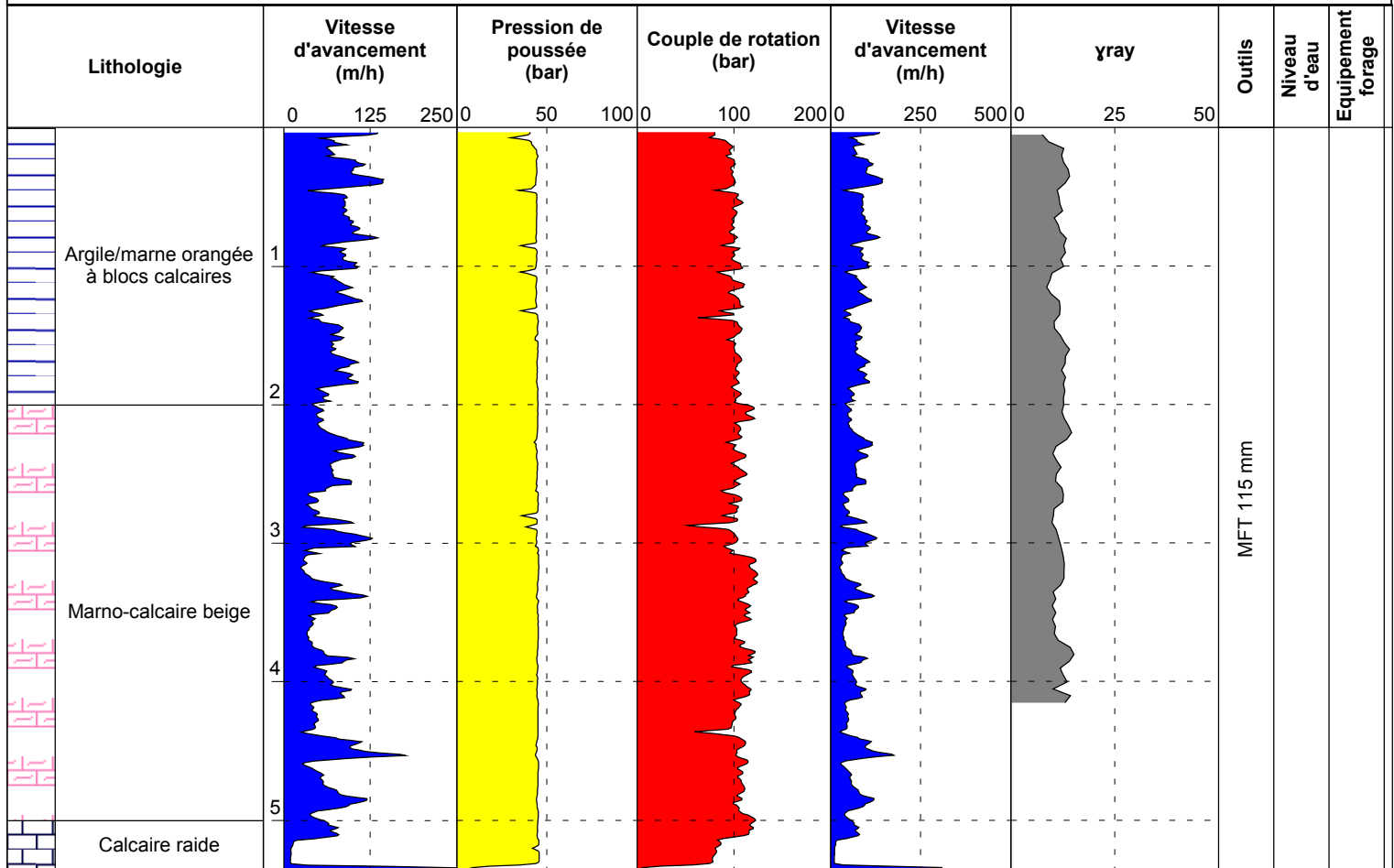
Etude : Extension carrière

Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 138.15 mNGF



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD15

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 5,71 m

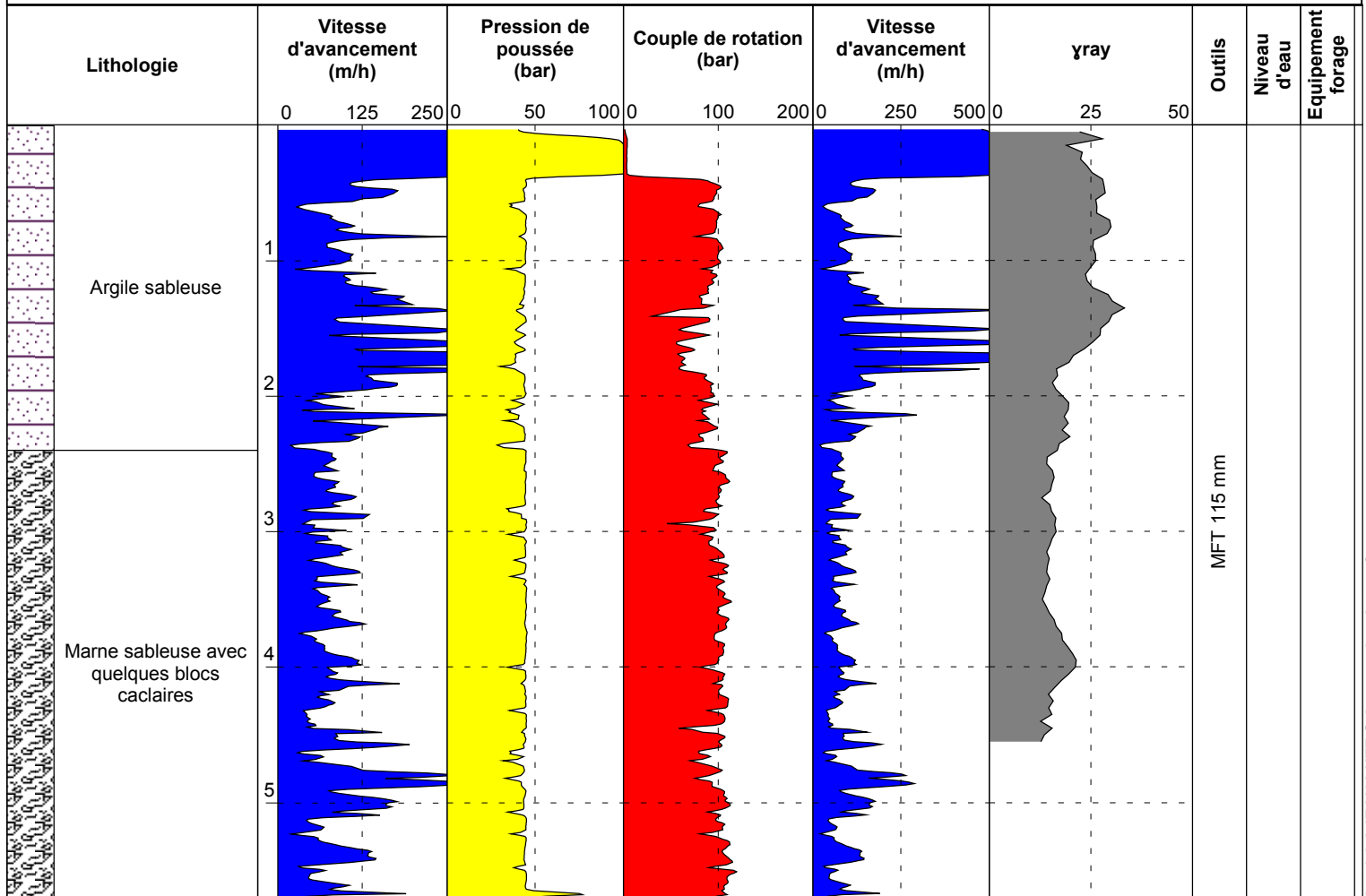
Etude : Extension carrière

Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 138.51 mNGF



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD16

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 7,56 m

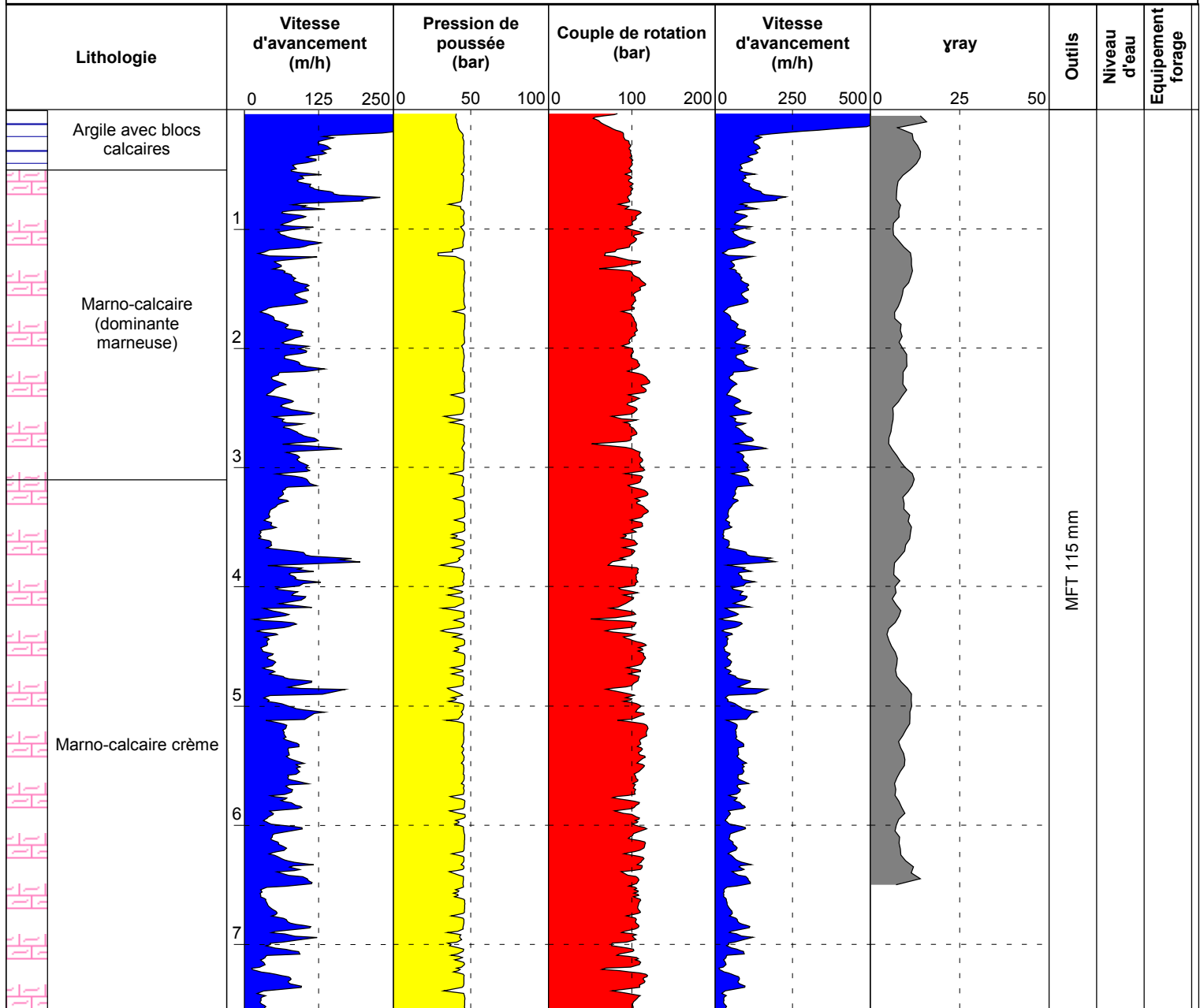
Etude : Extension carrière

Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 140.46 mNGF



EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD17

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 01/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 8,30 m

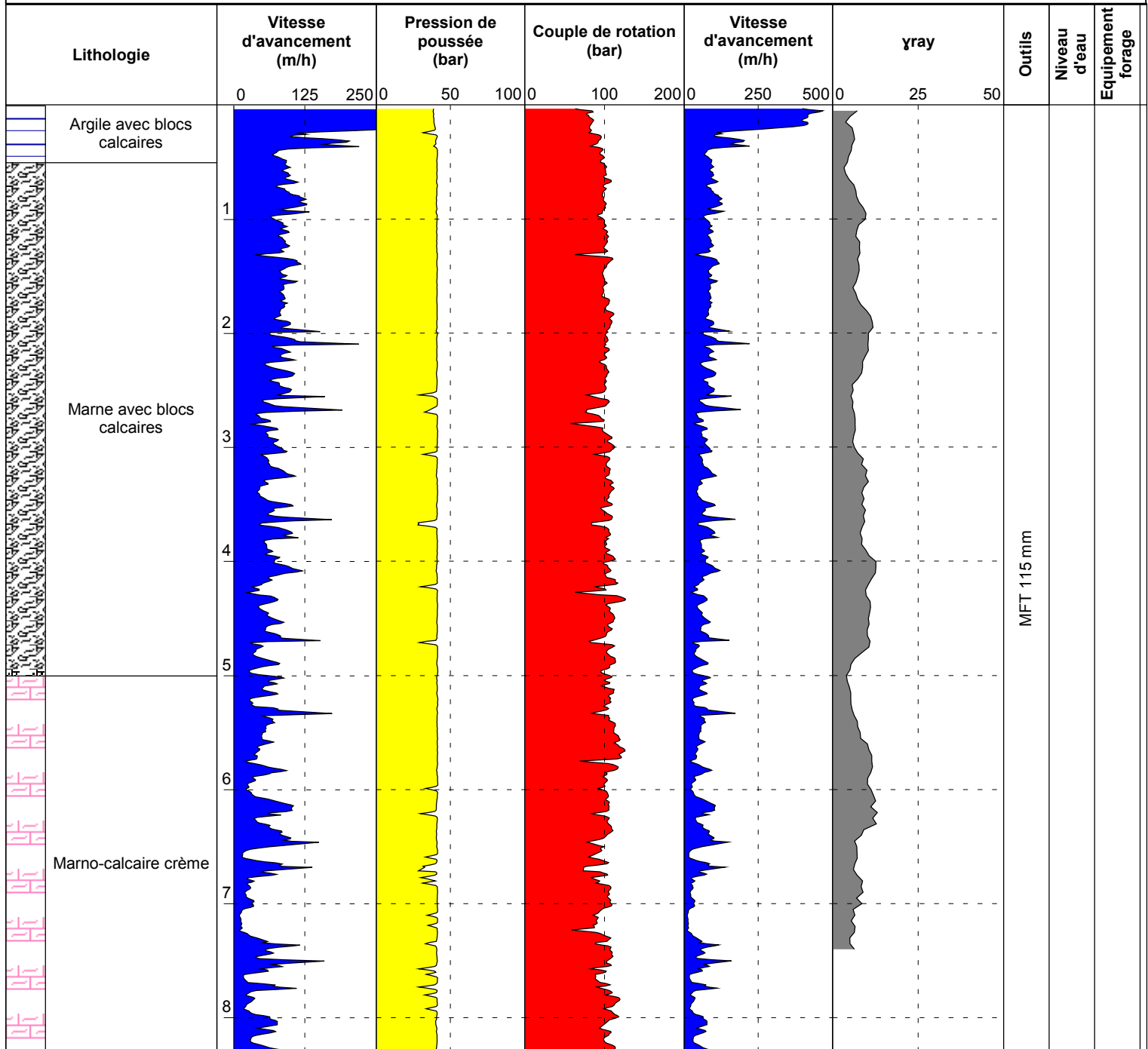
Etude : Villedieu sur Indre - Extension carrière

Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : 141.28 mNGF



MFT 115 mm

EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD18

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO 450 RP

Date : 07/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 11,26 m

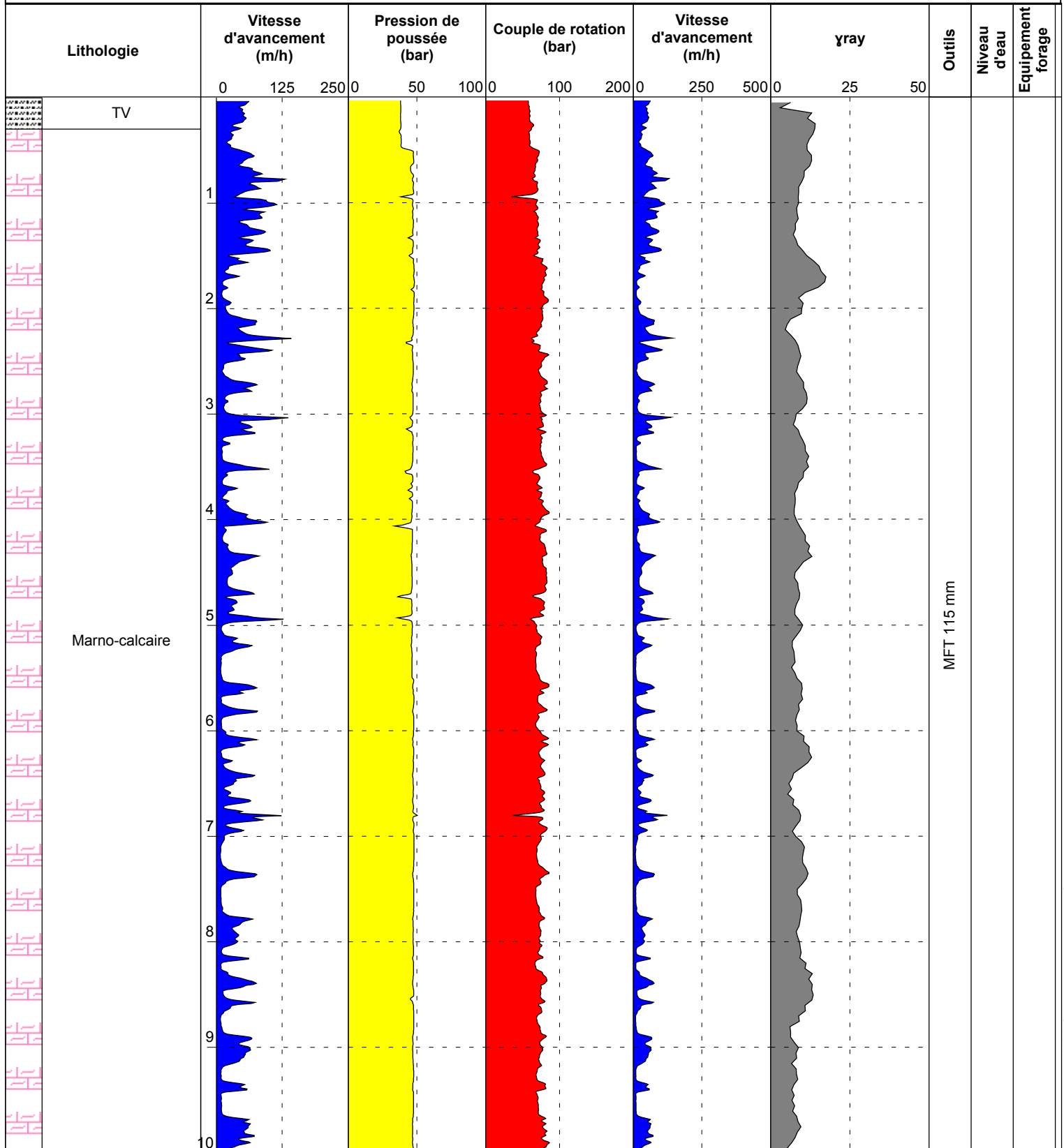
Etude : Extension carrière

Y :




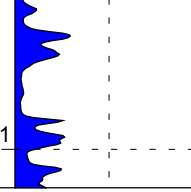
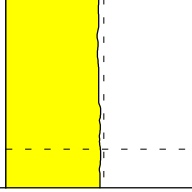
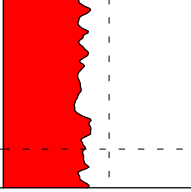
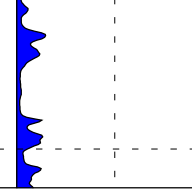
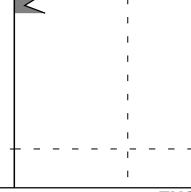
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : (146.00) m NGF



MFT 115 mm

Lithologie	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression de poussée (bar)			Couple de rotation (bar)			Vitesse d'avancement (m/h)			γray			Outils	Niveau d'eau	Equipement forage
	0	125	250	0	50	100	0	100	200	0	250	500	0	25	50			
   Marno-calcaire																MFT 115 mm		

EXGTE B3.17.16/LB2EPF547FR



Forage: SD19

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 07/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 12,60 m

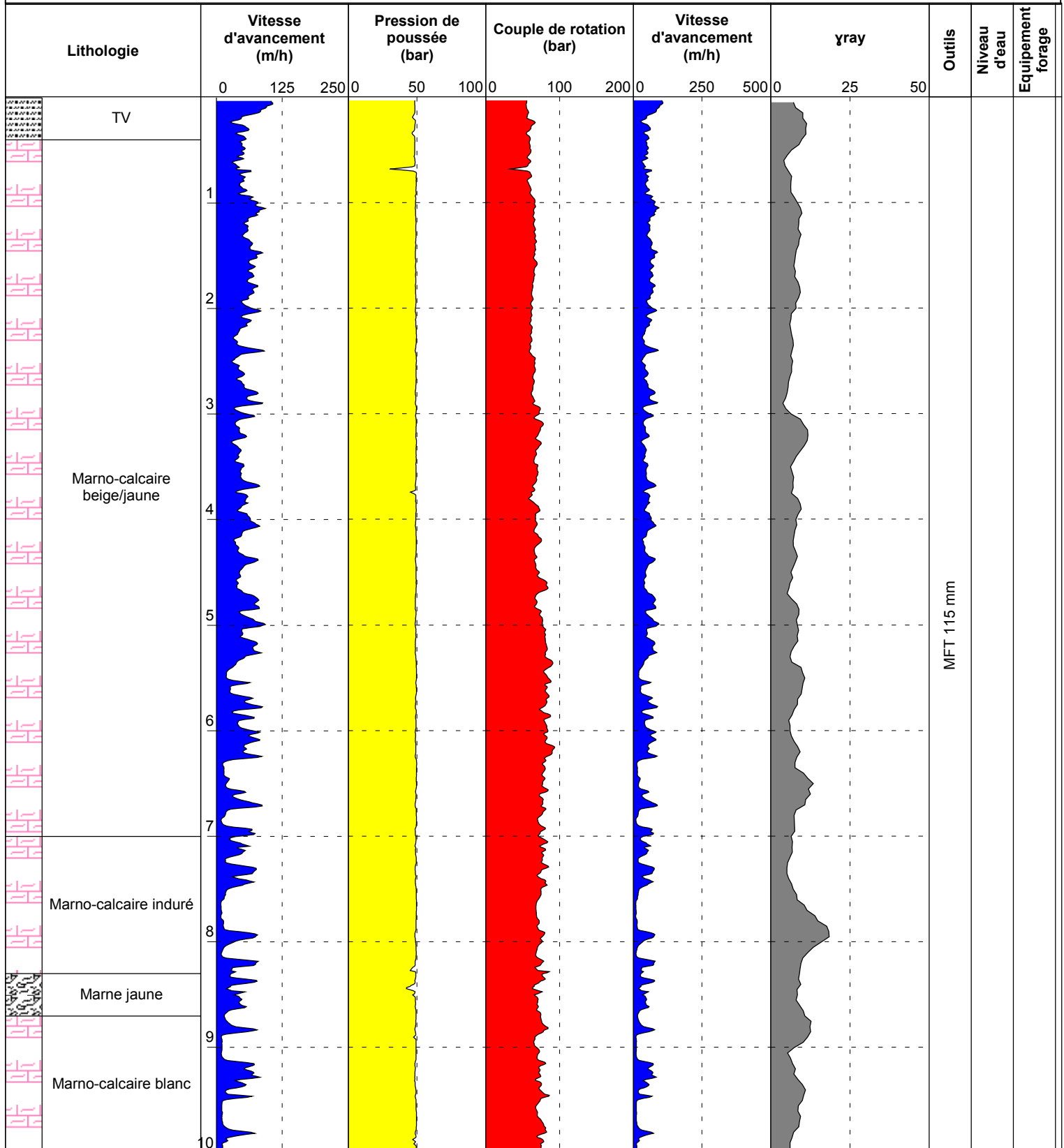
Etude : Extension carrière

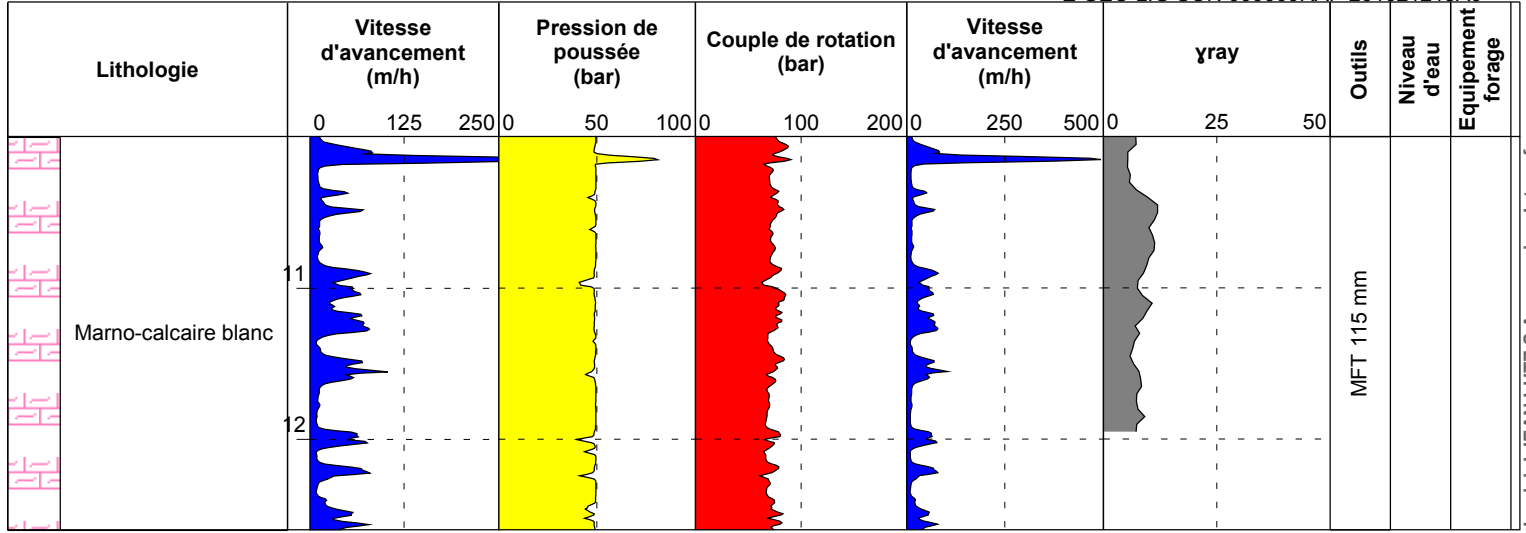
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : (147.50) m NGF





EXGTE B3.17.16/LB2EPF547FR



Forage: SD20

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 07/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 11,29 m

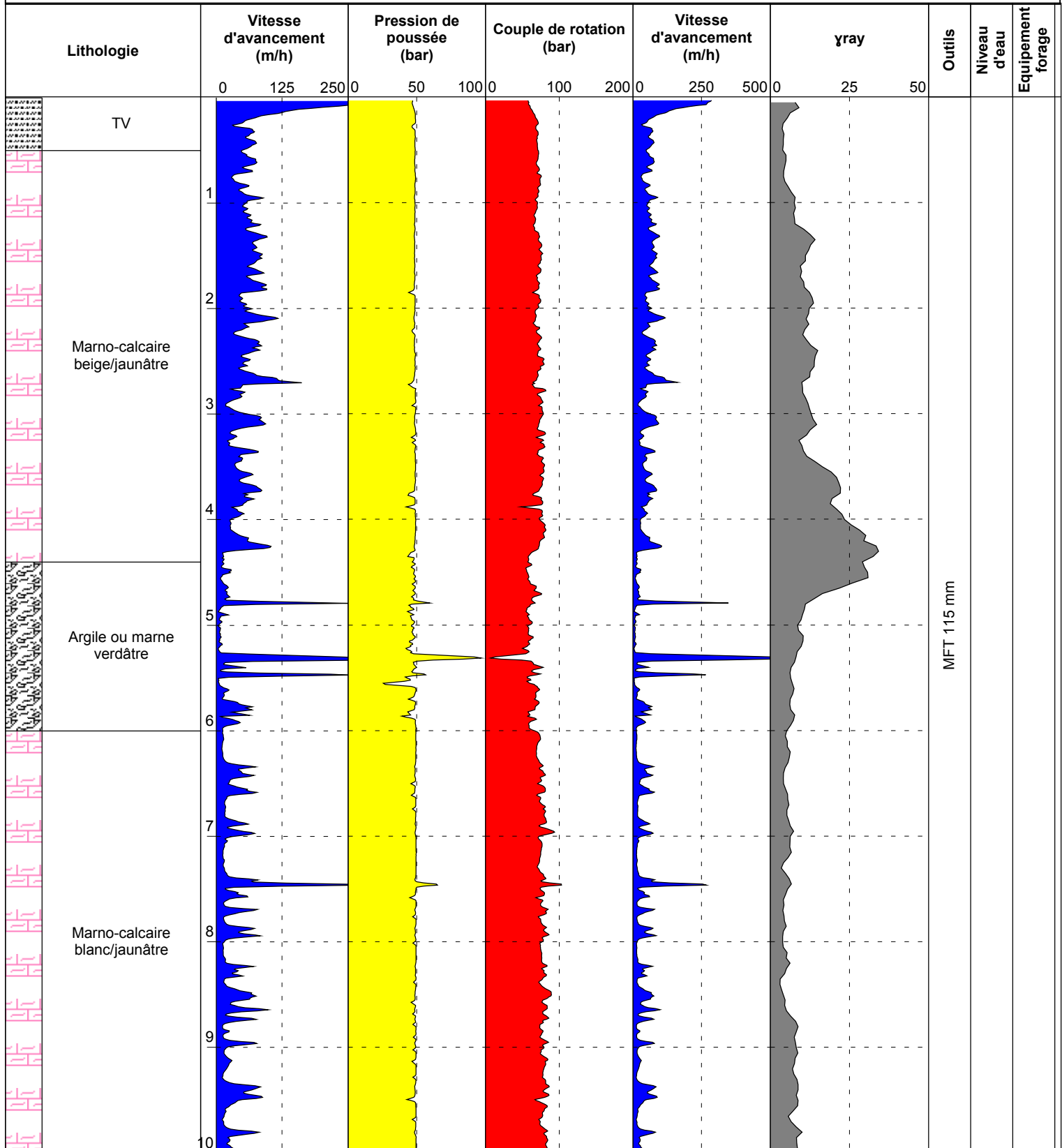
Etude : Extension carrière

Y :


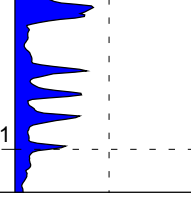
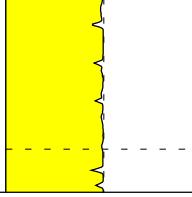
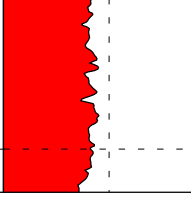
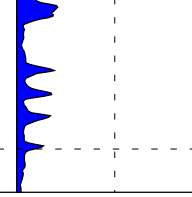
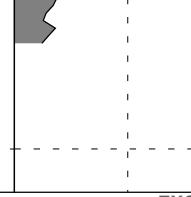
Echelle : 1/50

Remarques :

Z : (148.00) m NGF



MFT 115 mm

Lithologie	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression de poussée (bar)			Couple de rotation (bar)			Vitesse d'avancement (m/h)			γray			Outils	Niveau d'eau	Equipement forage
	0	125	250	0	50	100	0	100	200	0	250	500	0	25	50			
 Marno-calcaire blanc/jaunâtre																MFT 115 mm		

EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR



Forage: SD21

Dossier : 16/21215

Type : Destructif

Machine : GEO450 RP

Date : 07/09/2016

Ville : VILLEDIEU SUR INDRE (36)

Outils : MFT 115 mm

Début : 0,00 m

Client : Ligérienne granulats

X :

Fin : 12,65 m

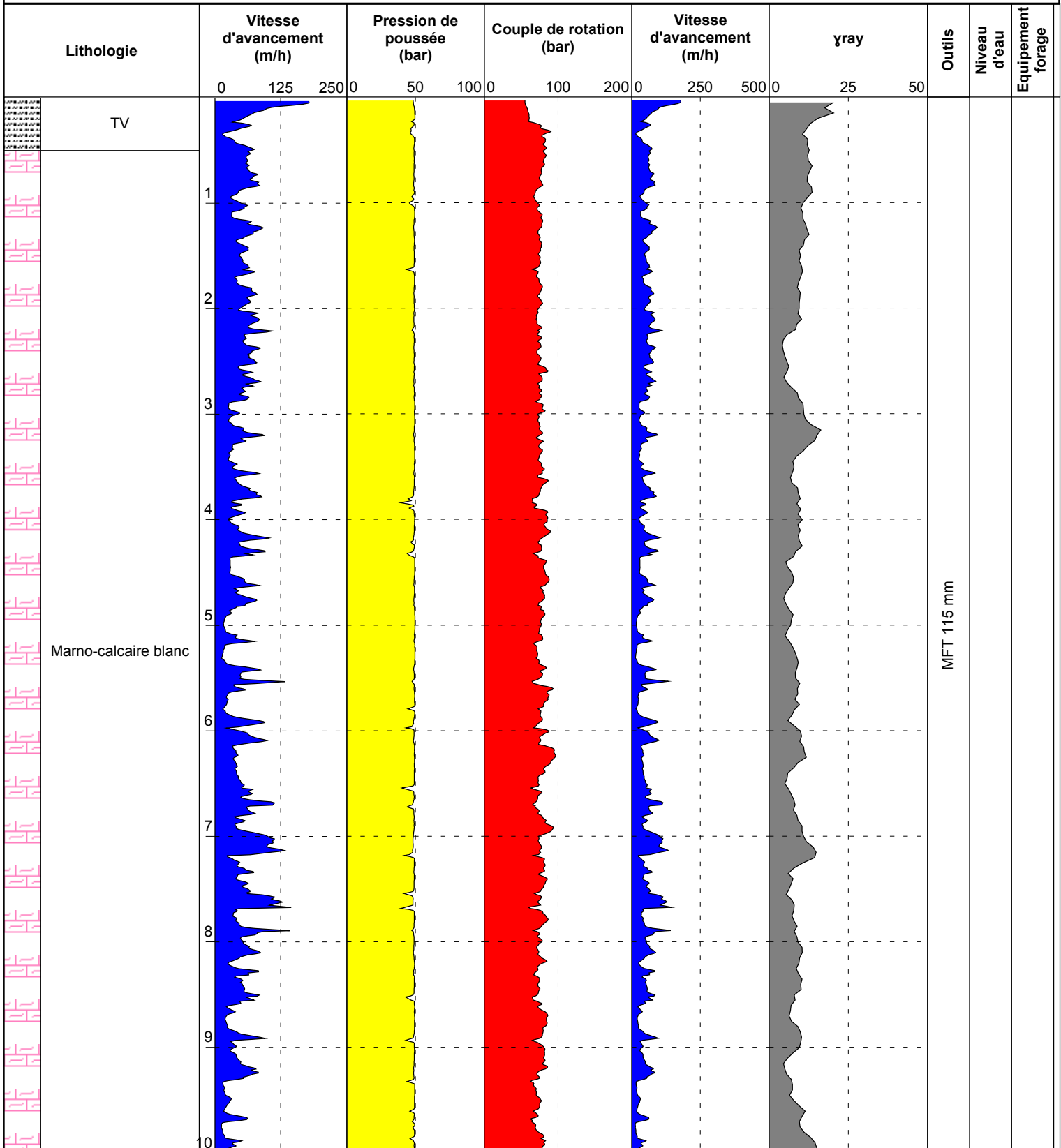
Etude : Extension carrière

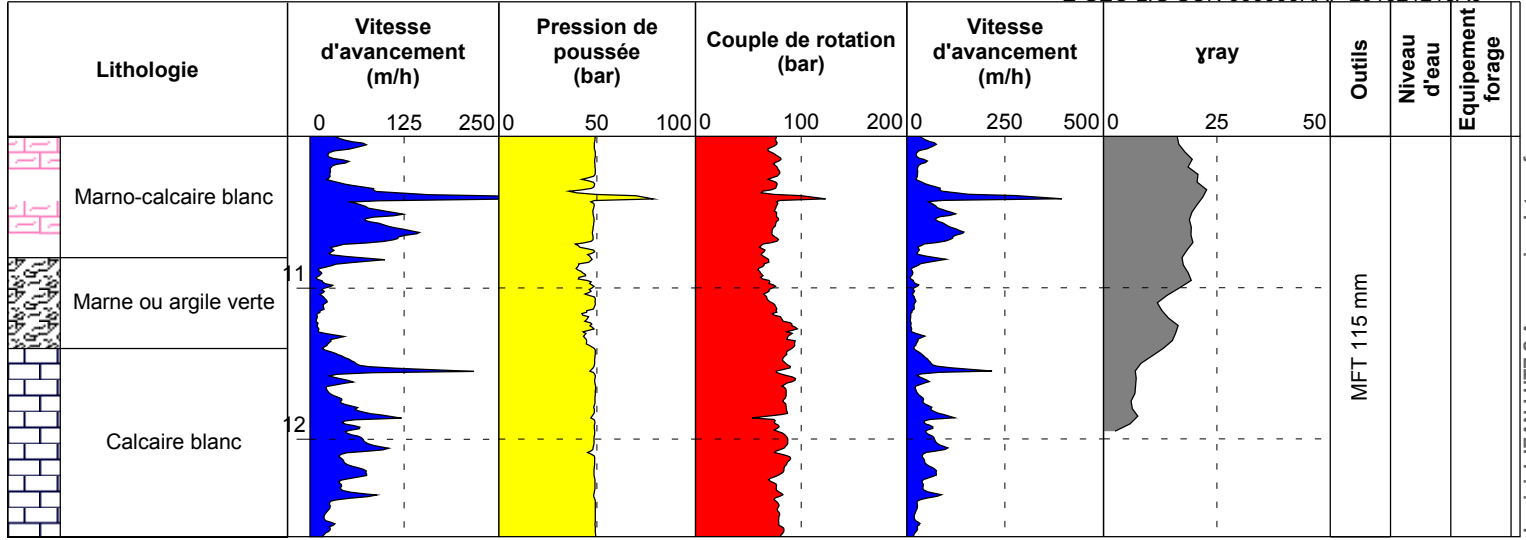
Y :

Echelle : 1/50

Remarques :

Z : (145.00) m NGF





EXGTE B3.17.16/LB2EPF576FR

3.3. ANNEXE 3 : SONDAGES CAROTTES



Forage: CA06

Dossier : 16/21215

Type : CAROTTAGE

Machine : GEO450 RP

Date : 06/09/2016

Client : Ligérienne Granulats

Outils : Carottier T6116

Début : 0,00 m

Etude : Villedieu sur Indre - Extension carrière

X :

Fin : 12,00 m

Remarques :





Y :

Echelle : 1/50

Z : 144.64 m

Cote NGF	Profondeur	Description lithologique - Nature des terrains	Stratigraphie	Echantillons	RQD (%)			Carottage (%)			γray		Niveau d'eau	Outils	Equipement forage	Tubage
					0	50	100	0	50	100	0	250				
144	0,20 m	TV argileuse marron à cailloutis calcaires														
	0,65 m	Frange d'altération : marno-calcaire beige/crème avec passées d'argile marron/rougeâtre														
	1,35 m	Calcaire fin micritique beige/crème/rosé très fracturé avec quelques joints marneux infradécimétrique														
143	1,80 m	Marne beige/crème à cailloutis et blocs calcaires														
142																
141		Marno-calcaire : alternance irrégulière de calcaire fin micritique blanc/crème diaclasé et fracturé et de de marne blanche/crème à cailloutis calcaires (joint infra à pluridécimétriques)		13,00												
140				20,00												
139	5,00 m	Calcaire fin micritique blanc/crème avec de rares joints marneux gris infradécimétriques														
	5,78 m			50,00												
138																
137		Calcaire fin micritique blanc/crème avec de rares joints marneux gris infradécimétriques. Horizon avec de nombreuses fractures subverticales		48,00												
136	8,55 m	Calcaire fin micritique blanc/crème à rares joints marneux crème														
	9,00 m			52,00												
	9,40 m	Calcaire marneux crème														
135		Marno-calcaire : banc de calcaire fin micritique blanc/crème avec des joints marneux crème infradécimétriques		74,00												

EXGTE B3.17.16

Cote NGF	Profondeur	Description lithologique - Nature des terrains	Stratigraphie	Echantillons	RQD (%)			Carottage (%)			γray		Niveau d'eau	Outils	Equipement forage	Tubage
					0	50	100	0	50	100	0	250				
134	10,60 m	 Marno-calcaire : banc de calcaire fin micritique blanc/crème avec des joints marneux crème infradécimétriques			74,00			100,00								
	11,15 m	 Marno-calcaire : banc de calcaire fin micritique blanc/crème avec des joints marneux crème infradécimétriques. Horizon fracturé											T6116			
133	11,50 m	 Marno-calcaire : banc de calcaire fin micritique blanc/crème avec des joints marneux crème infradécimétriques			41,00			100,00								
	11,73 m	 Calcaire marneux crème														
	12,00 m	Calcaire fin micritique beige/crème fracturé														

EXGTE B3.17.16