



## Localisation

**Département :** 76 - Seine-Maritime

**Commune :** Auppegard

### Repères locaux

Hameau/Lieu-dit :

Autre (route, chemin...) :

## Coordonnées

**Système :**

**Orig. report carto :** GPS

**x :**

**y :**

**Précision :**

**Type de Report :** Aire limitée

## Contexte

Geomorphologique : Plateau

## Source(s) de l'information

Nouvel indice / RICS initial : Ingetec / 1860/2 / octobre 2006

### Archives (Cf. fiche(s) détaillée(s) page(s) suivante(s))

Récentes | | Auteur: BRGM | Réf.: rapport BRGM/RP-61672-FR | | Date: 11/2012 |  
 Récentes | | Auteur: Explor-e | Réf.: Rapport 76036-07 | | Date: 28/12/2012 |  
 Récentes | | Auteur: Explor-e | Réf.: Rapport 76036-08 | | Date: 31/01/2013 |  
 Récentes | | Auteur: Explor-e | Réf.: Rapport 76036-09 | | Date: 07/05/2013 |  
 Récentes | | Auteur: Explor-e | Réf.: Rapport 76036-10 | | Date: 27/01/2014 |  
 Récentes | | Auteur: Mairie | Réf.: Décision du maire | | Date: 08/07/2014 |  
 Récentes | | Auteur: Courrier Cauchois | Réf.: Article presse | |

## Témoignages

## Photo aérienne

## Terrain

- Effondrement
- Affaissement-dépression
- Zone remblayée
- Puits
- Entrée à flanc de coteaux (cavage)
- Arbre isolé
- Autre :
- Aucun

### Géométrie :

- Circulaire Diamètre (m) # Profondeur max (m) #
- Quelconque Longueur min (m) # Longueur max (m) #

### Observations

## Origine probable de l'indice

### Type

- Carrière souterraine
- Carrière à ciel ouvert
- Carrière type inconnu
- Karstique (Naturel)
- Indéterminé
- Puits à eau

### Matière extraite

- Marne
- Cailloux
- Sable
- Pierre de taille
- Argile

### Commentaires

Explor-e 2023 : marnière comblée mais mainten d'une zone non-aedificandi à son droit

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	Auteur :	BRGM
	Référence :	rapport BRGM/RP-61672-FR
	Date :	11/2012
<b>Informations extraites</b>	Commune d'Auppegard (76) / Effondrement à proximité d'une maison d'habitation - Avis du BRGM // Le phénomène est la conséquence de la ruine d'une cavité souterraine, dont l'origine ne peut être définie avec certitude à ce stade des investigations. Il s'agit toutefois très probablement d'un effondrement lié à une marnière et plus précisément de la ruine, au moins partielle d'une chambre (ou galerie ?) d'exploitation à faible profondeur (< 15 m).	
<b>Elements de localisation</b>	Plan de localisation :	Echelle :
	Lieu-dit :	
	Autre information :	
<b>Elements de dimensionnement</b>	Plan d'extension :	Echelle :
<b>Remarques</b>		

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	Auteur :	Explor-e
	Référence :	Rapport 76036-07
	Date :	28/12/2012
<b>Informations extraites</b>	Mise en œuvre d'un programme de reconnaissance par sondages destructifs entre l'effondrement et une habitation // Aucun vide en relation avec une cavité souterraine observé / proposition adaptation locale du périmètre de sécurisé	
<b>Elements de localisation</b>	Plan de localisation :	Echelle :
	Lieu-dit :	
	Autre information :	
<b>Elements de dimensionnement</b>	Plan d'extension :	Echelle :
<b>Remarques</b>		

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	Auteur :	Explor-e
	Référence :	Rapport 76036-08
	Date :	31/01/2013
<b>Informations extraites</b>	Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement (poursuite du programme) // 12 sondages destructifs // mise en évidence de vides francs sur les sondages SD5, SD7 et SD8 // Inspection vidéo // caractérisation d'une marnière // Proposition d'ouverture d'un puits	
<b>Elements de localisation</b>	Plan de localisation :	Echelle :
	Lieu-dit :	
	Autre information :	
<b>Elements de dimensionnement</b>	Plan d'extension :	Echelle :
<b>Remarques</b>		

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	<i>Auteur :</i>	<b>Explor-e</b>
	<i>Référence :</i>	<b>Rapport 76036-09</b>
	<i>Date :</i>	<b>07/05/2013</b>
<b>Informations extraites</b>	<b>Réalisation d'un puits d'accès et expertise d'une cavité souterraine // Cavité pentalobée se développant sur une surface d'environ 65m<sup>2</sup> / hauteur sous plafond entre 0,7 et 3,8m / volume de vide compris entre 110 et 140 m<sup>3</sup> // Proposition d'adaptation périmètre de sécurité en attente comblement</b>	
<b>Elements de localisation</b>	<i>Plan de localisation :</i>	<i>Echelle :</i>
	<i>Lieu-dit :</i>	
	<i>Autre information :</i>	
<b>Elements de dimensionnement</b>	<i>Plan d'extension :</i>	<i>Echelle :</i>
<b>Remarques</b>		

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	<i>Auteur :</i>	<b>Explor-e</b>
	<i>Référence :</i>	<b>Rapport 76036-10</b>
	<i>Date :</i>	<b>27/01/2014</b>
<b>Informations extraites</b>	<b>Comblement d'une marnière impasse des Mottes // 124,5 m<sup>3</sup> de coulis mis en œuvre // Propositions : 1, requalification de la cavité découverte en indice « traité » 2. Suppression du périmètre de sécurité de 60m de rayon établi initialement en périphérie de l'indice ; la suppression des restrictions liées à la circulation impasse des Mottes 3. Compte tenu de l'état de vétusté de la marnière constaté lors de la visite ainsi que l'existence de zone(s) effondrée(s) nous proposons toutefois de maintenir une zone « non aedificandi » (l'actuel bâtiment pourra cependant être maintenu) dans l'angle nord-est de la parcelle de la succession Messaser avec débordement sur la parcelle voisine (SCI TLS).</b>	
<b>Elements de localisation</b>	<i>Plan de localisation :</i>	<i>Echelle :</i>
	<i>Lieu-dit :</i>	
	<i>Autre information :</i>	
<b>Elements de dimensionnement</b>	<i>Plan d'extension :</i>	<i>Echelle :</i>
<b>Remarques</b>		

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	<i>Auteur :</i>	<b>Mairie</b>
	<i>Référence :</i>	<b>Décision du maire</b>
	<i>Date :</i>	<b>08/07/2014</b>
<b>Informations extraites</b>	<b>Suit les préconisations d'explor-e : 1 - Requalification de la cavité en indice traité, 2 - Suppression du périmètre de sécurité de 60 mètres. 3 - Suppression des restrictions de circulation sur l'impasse des Mottes. 4 - Maintien d'une zone non aedificandi selon le plan joint en annexe 3</b>	
<b>Elements de localisation</b>	<i>Plan de localisation :</i>	<i>Echelle :</i>
	<i>Lieu-dit :</i>	
	<i>Autre information :</i>	
<b>Elements de dimensionnement</b>	<i>Plan d'extension :</i>	<i>Echelle :</i>
<b>Remarques</b>		

## Indice 76036-167 / Détail document d'archives récentes

<b>Origine du document</b>	<i>Auteur :</i>	<b>Courrier Cauchois</b>
	<i>Référence :</i>	<b>Article presse</b>
	<i>Date :</i>	
<b>Informations extraites</b>		
<b>Elements de localisation</b>	<i>Plan de localisation :</i>	<i>Echelle :</i>
	<i>Lieu-dit :</i>	
	<i>Autre information :</i>	
<b>Elements de dimensionnement</b>	<i>Plan d'extension :</i>	<i>Echelle :</i>
<b>Remarques</b>		



Document public

REÇU LE

14 NOV. 2012

SRMT/BRN

# Rapport d'expertise :

## Commune d'Auppegard (76). Effondrement à proximité d'une maison d'habitation. Avis du BRGM.

**SAT/ENV**

Fourni par ..... BRGM ..... le 14.11.12

Enregistré par ..... KL ..... le 22.11.12

Copie : - déjà faite  à.....

- faite le 22.11. à BAU/DIE

**BRGM/RP-61672-FR**

Novembre 2012

### Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations

Appuis à la police de l'eau

Date de réalisation de l'expertise : 4 novembre 2012

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Jardin privé,  
parcelle cadastrale AE 11

Auteur BRGM : P. Pannet

Demandeur : Préfecture de Seine-Maritime

1.89 3740.46 -625.5





## Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

L'original du rapport muni des signatures des Vérificateurs et Approbateurs est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

<b>Approbateur :</b>	
Nom : D. Pennequin	Date : 13/11/2012
<b>Vérificateur :</b>	
Nom : C. Mathon	Date : 12/11/2012

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

**Mots clés :** expertise – appuis aux administrations – Cavité, effondrement, craie, argiles à silex, limons, marnière – Auppegard, Seine-Maritime, Haute-Normandie

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

Pannet P. (2012) – Commune d'Auppegard (76). Effondrement dans un jardin à proximité d'une maison d'habitation. Avis du BRGM. Rapport final. Rapport BRGM/RP-61672-FR. 28 p., 4 ill., 7 ph, 2 ann.

© BRGM, 2012, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

### Contexte :

Date de la formulation de la demande d'expertise au BRGM : 3 novembre 2012

Demandeur : Préfecture de Seine-Maritime

Nature de l'expertise / question posée : « demande d'expertise d'un effondrement de terrain à Auppegard »

Situation du sujet : Commune d'Auppegard, impasse des Mottes, parcelle cadastrée AE 11.

Date d'occurrence ou de constat : survenu le 2 novembre 2012

Nature de l'intervention du BRGM : visite de terrain et consultation de l'inventaire communal des cavités en mairie le 4 novembre 2012

### Faits constatés / dossier examiné :

Un effondrement s'est produit le vendredi 2 novembre 2012 dans un jardin privé, à proximité d'une maison d'habitation, impasse des Mottes, commune d'Auppegard.

A la demande du SIRACEDPC, le BRGM est intervenu le 4 novembre 2012, dans le cadre de ses opérations d'« appui aux administrations », afin de donner un avis sur l'origine du phénomène et d'évaluer les risques encourus sur le site

### Diagnostic du BRGM :

Le phénomène est la conséquence de la ruine d'une cavité souterraine, dont l'origine ne peut être définie avec certitude à ce stade des investigations. Il s'agit toutefois très probablement d'un effondrement lié à une marnière et plus précisément de la ruine, au moins partielle d'une chambre (ou galerie ?) d'exploitation à faible profondeur (< 15 m).

Les fortes pluies précédant le phénomène (> 300 mm durant les 40 derniers jours) en ont été l'élément déclencheur. Le sol gorgé d'eau à proximité lors de notre visite en témoigne.

Il faut noter que les dimensions surfaciques de l'effondrement sont amenées à évoluer, pouvant augmenter de plusieurs mètres le diamètre de l'excavation (la faible cohésion des limons argileux combinée aux intempéries actuelles et l'état d'imbibition des sols déstabiliseront les parois de l'excavation).

### Recommandations du BRGM :

La maison à proximité et l'impasse des Mottes ne sont pas à considérer comme présentant un péril grave et imminent. Toutefois, une absence de travaux d'investigations et, le cas échéant, de confortement des terrains dans de brefs délais engendrerait une mise en danger des enjeux à très court terme.

C'est pourquoi, compte-tenu de la proximité des enjeux, le BRGM recommande :

## Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

- L'intervention dans les délais les plus brefs (avant la fin de l'année) d'un Bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs avec enregistrement des paramètres de foration, descendants au minimum à 15 m sous le toit de la craie). Le bureau d'études devra ensuite proposer des solutions de confortement adaptées (il pourra s'agir d'un comblement partiel ou total de la cavité) ;
- De ne pas approcher de l'excavation. Un périmètre de 5 m autour de l'effondrement devra être matérialisé par des barrières rigides, et les risques d'effondrement devront être clairement affichés ;
- De ne pas laisser emprunter la chaussée à proximité par des véhicules de plus de 3,5 t tant que des travaux complémentaires d'investigations n'auront pas exclu la présence de vides dangereux pour la chaussée, ou si des vides sont repérés, tant que des mesures correctives n'auront pas été mises en place ;
- Une surveillance régulière (au moins 1 fois par jour) de l'évolution du phénomène tant que les travaux d'investigations complémentaires et de confortement si nécessaire n'auront pas été réalisés. En cas d'extension significative de l'excavation vers la maison d'habitation ou la chaussée et/ou de fissures apparaissant sur les murs de la maison ou sur la chaussée, M. le Maire pourra considérer qu'il s'agit d'une situation de péril grave et imminent et prendre les décisions qui s'imposent.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Situation géographique / contexte géologique .....</b>	<b>11</b>
2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	11
2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	11
<b>3. Faits constatés / Eléments recueillis .....</b>	<b>13</b>
3.1 OBSERVATIONS .....	13
3.2 DOCUMENTS CONSULTES / ELEMENTS RECUEILLIS .....	15
<b>4. Diagnostic, conclusions et recommandations .....</b>	<b>17</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>19</b>
<b>6. Annexes .....</b>	<b>21</b>

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## 1. Introduction

Un effondrement s'est produit le 2 novembre 2012 dans un jardin privé, à proximité d'une maison d'habitation, impasse des Mottes, parcelle cadastrée AE 11, sur la commune d'Auppegard.

A la demande du SIRACEDPC, le BRGM est intervenu le 4 novembre 2012, dans le cadre de ses opérations d'« appui aux administrations », afin de donner un avis sur l'origine du phénomène et d'évaluer les risques encourus sur le site.

Ce rapport présente le contexte du site, les observations recueillies lors de la visite du 4 novembre 2012, l'avis du BRGM et les recommandations concernant la mise en sécurité du site.

Le présent rapport est public dès sa fourniture et peut être communiqué à toute personne qui le demande (un exemplaire est envoyé à la commune d'Auppegard, un à la Préfecture de Seine-Maritime, deux autres étant archivés au BRGM-SGR Haute-Normandie et à Orléans). La page de synthèse en début de rapport, comme le rapport lui-même, peuvent et pourront être accessibles à la consultation publique via les sites de consultation papier ou numérique du BRGM.

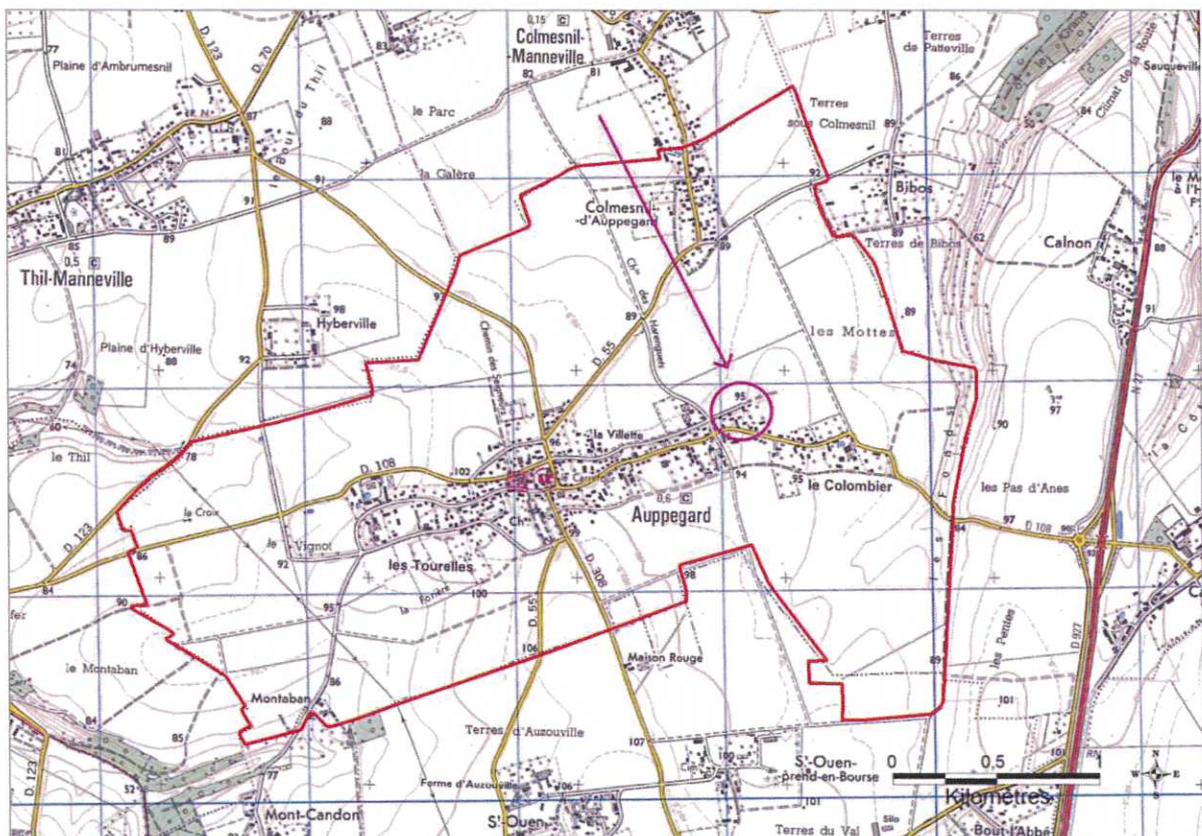


Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude (© IGN).

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## 2. Situation géographique / contexte géologique

### 2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune d'Auppegard est située au nord du département de la Seine-Maritime, à une dizaine de km au SW de Dieppe.

D'un point de vue géomorphologique, le paysage de la commune d'Auppegard est un paysage de plateau (plateau du Pays de Caux). A l'ouest et à l'est de la commune, le plateau est incisé profondément, respectivement par les vallées de la Saane et de la Scie qui se jettent dans la Manche quelques km au nord.

La zone d'étude, pseudo-plane, est située sur le plateau aux coordonnées suivantes (Lambert II étendu en mètres) : X = 506 630 ; Y = 2 538 105 ; Z = 94 m NGF.

### 2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'un point de vue géologique, d'après la carte géologique de France au 1/50 000, feuille de Doudeville (n°58, *Giot et al.* 1974), trois formations sont présentes à proximité de la surface au droit de la zone d'étude, avec, de la plus récente (la plus superficielle) à la plus ancienne (la plus profonde) :

- Des limons des plateaux (LP), amenés par les vents lors de la dernière période glaciaire et qui se sont déposés au-dessus de la série des Argiles à Silex. Leur épaisseur moyenne avoisine 5 m au niveau de la zone d'étude.
- Des formations argileuses résiduelles à Silex (RS), mélange d'argiles rouge ou brune très collantes, produits d'altération de la craie. D'une épaisseur fréquente n'excédant pas 3 à 6 m, elles pénètrent la craie en poches (racines d'altération) qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres de profondeur.
- La Craie à Micraster du Santonien (c4-5), craie blanche à nombreux lits de silex noirs. Cette craie a été exploitée en souterrain (marnières) pour l'amendement des limons acides de surface. Elle se situe à cet endroit en moyenne à une dizaine de mètres de profondeur.

D'un point de vue hydrogéologique, on notera que l'aquifère majeur est celui de la craie. La carte hydrogéologique de la nappe de la craie indique que le toit de la nappe est situé à environ 50 m sous la surface du sol au droit de l'effondrement.

On notera que l'incision à proximité des vallées de la Saane et de la Scie et le fait que le niveau de base (Manche) se situe à une altitude beaucoup plus basse que les terrains du plateau génèrent un fort gradient hydraulique. Ce sont autant d'éléments favorables à la mise en place de réseaux karstiques. Cinq (5) bétoires sont recensées actuellement sur la commune dans la base de données des bétoires, traçages et exutoires actuellement en cours de réalisation par le BRGM (*David*, 2011).

D'après la base de données nationale des cavités souterraines du MEDDTL, gérée par le BRGM (bdcavité), librement accessible au public sur internet, peu de cavités sont actuellement recensées sur la commune. Toutefois, un inventaire communal, pas encore bancarisé dans la base de données a été réalisé et y fait état de la présence de plusieurs dizaines de cavités (principalement des marnières). Aucune de ces cavités recensées ne se situe à proximité de l'effondrement faisant l'objet de ce rapport.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

La base nationale du recensement des mouvements de terrain du MEDDTL (bdmvt), gérée par le BRGM recense 7 phénomènes, tous des effondrements, sur la commune d'Auppegard.

### 3. Faits constatés / Eléments recueillis

#### 3.1 OBSERVATIONS

L'effondrement se situe dans un jardin privé attenant à la maison située impasse des Mottes (photos 1 et 3, en annexe) ; parcelle cadastrale AE 11 (illustrations 2 et 3). Il a été découvert par le locataire du terrain dans la journée du 2 novembre 2012.

Lors de notre arrivée, l'accès était restreint par la présence de barrières et de ruban de signalisation délimitant la zone (photos 1 à 3).

Les pompiers intervenus sur site après l'effondrement avaient dressé un périmètre de sécurité de 60 m duquel les habitants ont été évacués. L'accès à l'impasse des Mottes a aussi été interdit dans ce périmètre (photo 2).

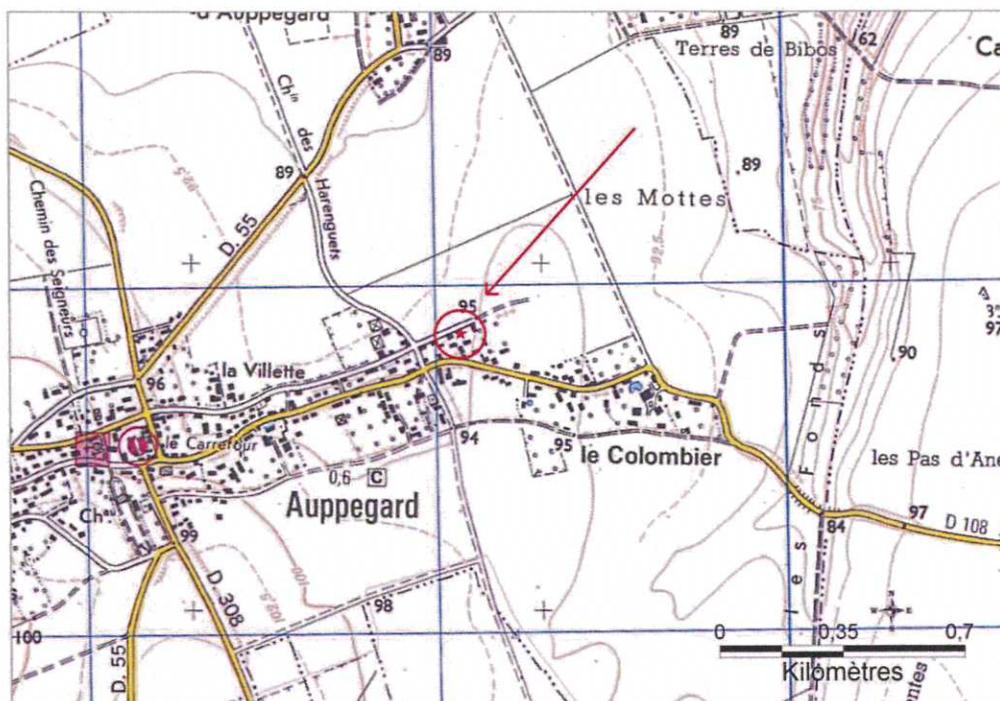


Illustration 2 : Localisation de l'effondrement (© IGN).

Il s'agit d'une excavation pseudo-circulaire, d'un diamètre variant de 3,7 m à 4 m. Sa profondeur varie entre 4 m à 4,5 m, soit un volume de vide d'une cinquantaine de m<sup>3</sup> (photos 4 et 5).

Les bords de l'effondrement sont francs et on distingue quelques fissures sur le sol à proximité, témoins d'une décompression en cours des terrains meubles à l'entour (limons argileux).

Il faut noter que lors de l'apparition du phénomène, d'après les propriétaires de la parcelle, l'effondrement avait une forme pseudo-circulaire de 2,5 à 3 m de diamètre et était profond de 6,5 m (la craie n'était a priori pas visible à cette profondeur).

Son diamètre a évolué entre vendredi 2 et samedi 3 et semble s'être stabilisé depuis.

## Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

La maison d'habitation la plus proche se trouve à 5,5 m à l'est de l'effondrement. Au nord, la chaussée de l'impasse de la Motte se trouve à 7 m.

Les terrains observés dans l'excavation sont de la terre végétale sur quelques décimètres, puis des limons jusqu'à 4 m de profondeur, puis les argiles à silex (photos 6 et 7).

Les terrains étaient gorgés d'eau le jour de notre visite.

Il faut noter que de part et d'autre de l'effondrement, on observe une tranchée remplie de gravelle, qui correspondait au drain d'évacuation des eaux pluviales du terrain passant à cet endroit et au sein duquel se trouvait la conduite d'évacuation des eaux pluviales issues du toit de la maison, que l'on peut observer, rompue, dans la cavité (photos 5 et 6). Des gaines acheminant les réseaux téléphoniques et électriques sont aussi visibles sur la paroi est de l'effondrement (photo 6).

Enfin, il faut noter la présence de quelques centimètres de craie (?), à une cinquantaine de centimètres de profondeur, dont l'origine est inconnue (photos 6 et 7).

Aux alentours, on constate un tassement des terrains de manière linéaire entre l'effondrement et le poste électrique situé au bord de la rue (visible sur la photo 1). Il s'agit probablement d'un tassement résiduel des matériaux de comblement des tranchées de drainage et de passage des réseaux électrique et téléphonique se trouvant à cet endroit.



Illustration 3 : localisation des cavités inventoriées par INGETEC sur fond cadastral à proximité de la zone d'étude et localisation de l'effondrement (étoile rouge).

### 3.2 DOCUMENTS CONSULTES / ELEMENTS RECUEILLIS

L'inventaire communal des cavités a pu être consulté lors de notre visite. Aucune cavité n'est recensée sur la parcelle concernée par l'effondrement. La cavité recensée la plus proche (indice de l'inventaire INGETEC n°76063-142, illustration 3 ; annexe 2) se situe à environ 150 m au sud, de l'autre côté de la RD108. Il s'agit d'un effondrement de date inconnue, remblayé par plusieurs bennes de terres selon un témoignage.

La mairie d'Auppegard, qui relève la pluviométrie de manière journalière nous a indiqué que les précipitations sur la communes ont atteint 300 mm durant les 40 jours précédant l'effondrement et nous a fourni ses relevés (illustration 4 - des informations provenant récemment de quelques communes aux alentours indiquent le même ordre de cumul de précipitations sur la même période).

Pluviométrie (en mm) à Auppegard du 23 septembre au 2 novembre 2012			
	01-oct		01-nov 11
	02-oct	1,5	02-nov 4,5
	03-oct	10	
	04-oct	34	Total nov. 15,5
	05-oct	1	
	06-oct	18	
	07-oct		
	08-oct	14	
	09-oct	1,5	
	10-oct		
	11-oct	6	
	12-oct	3	
	13-oct	16,5	
	14-oct		
	15-oct	1,5	
	16-oct	7,5	
	17-oct	9	TOTAL PERIODE 305
	18-oct	3,5	
	19-oct	20,5	
	20-oct	6	
	21-oct	30,5	
	22-oct		
23-sept	22	23-oct	0,5
24-sept	21	24-oct	
25-sept	0,5	25-oct	
26-sept	8	26-oct	
27-sept	3	27-oct	29
28-sept	3,5	28-oct	5
29-sept		29-oct	
30-sept		30-oct	13
		31-oct	
Total sept.	58	Total oct.	231,5

Illustration 4: Relevé pluviométrique fourni par la Mairie d'Auppegard pour la période du 23 septembre au 2 novembre 2012.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## 4. Diagnostic, conclusions et recommandations

Le phénomène est la conséquence de la ruine d'une cavité souterraine, dont l'origine ne peut être définie avec certitude à ce stade des investigations. Il s'agit toutefois très probablement d'un effondrement lié à une marnière et plus précisément de la ruine, au moins partielle d'une chambre (ou galerie ?) d'exploitation à faible profondeur (< 15 m).

Les fortes pluies précédant le phénomène (> 300 mm durant les 40 derniers jours) en ont été l'élément déclencheur. Le sol gorgé d'eau à proximité lors de notre visite en témoigne.

Il faut noter que les dimensions surfaciques de l'effondrement sont amenées à évoluer, pouvant augmenter de plusieurs mètres le diamètre de l'excavation (la faible cohésion des limons argileux combinée aux intempéries actuelles et l'état d'imbibition des sols déstabiliseront les parois de l'excavation).

La maison à proximité et l'impasse des Mottes ne sont pas à considérer comme présentant un péril grave et imminent. Toutefois, une absence de travaux d'investigations et, le cas échéant, de confortement des terrains dans de brefs délais engendrerait une mise en danger des enjeux à très court terme.

C'est pourquoi, compte-tenu de la proximité des enjeux, le BRGM recommande :

- L'intervention dans les délais les plus brefs (avant la fin de l'année) d'un Bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs avec enregistrement des paramètres de foration, descendants au minimum à 15 m sous le toit de la craie). Le bureau d'études devra ensuite proposer des solutions de confortement adaptées (il pourra s'agir d'un comblement partiel ou total de la cavité) ;
- De ne pas approcher de l'excavation. Un périmètre de 5 m autour de l'effondrement devra être matérialisé par des barrières rigides, et les risques d'effondrement devront être clairement affichés ;
- De ne pas laisser emprunter la chaussée à proximité par des véhicules de plus de 3,5 t tant que des travaux complémentaires d'investigations n'auront pas exclu la présence de vides dangereux pour la chaussée, ou si des vides sont repérés, tant que des mesures correctives n'auront pas été mises en place ;
- Une surveillance régulière (au moins 1 fois par jour) de l'évolution du phénomène tant que les travaux d'investigations complémentaires et de confortement si nécessaire n'auront pas été réalisés. En cas d'extension significative de l'excavation vers la maison d'habitation ou la chaussée et/ou de fissures apparaissant sur les murs de la maison ou sur la chaussée, M. le Maire pourra considérer qu'il s'agit d'une situation de péril grave et imminent et prendre les décisions qui s'imposent.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## 5. Bibliographie

David P-Y. (2011) – Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, itinéraires souterrains des eaux (traçages) et des exutoires – Rapport final Année 3. Rap. BRGM/RP-59933-FR, 95 p., 43 ill., 5 ann.

Giot D., Clozier L., Verron G. (1974) - Carte géologique de la France au 1/50000, feuille n°58 (Doudeville) ; Ed. BRGM.

Pannet P. (2012) – Commune d'Auppegard (76). Effondrement dans un jardin à proximité d'une maison d'habitation. Avis du BRGM. Rapport final. Rapport BRGM/RP-60719-FR. 27 p., 2 ill., 3 ph, 2 ann.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## 6. Annexes

### Annexe 1 : Planches Photographiques

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.



Photo 1 : Vue de l'effondrement et de la maison à proximité depuis l'impasse de la Motte.



Photo 2 : Interdiction de circulation dans l'impasse.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.



Photo 3 : Situation de l'effondrement par rapport à la maison la plus proche.



Photo 4 : Vue de l'effondrement, qui s'étend jusque sous la parcelle voisine.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.



Photo 5 : Effondrement : drain et fine bande de craie visible.



Photo 6 : Zoom sur le drain et la fine bande de craie visible. On note les gaines des réseaux d'électricité et de téléphone sur la droite de l'image.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.



Photo 7 : Zoom sur la zone effondrée ; limite limons / argiles à silex visible en profondeur.

Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

## **Annexe 2 : Fiche de l'inventaire communal de la cavité la plus proche de l'effondrement**

**CAVITES SOUTERRAINES**

**INDICE N° 76036-142**



LOCALISATION		
Département	76 - Seine-Maritime	<b>Coordonnées</b> Origine : GPS x : 506665 y : 2537981 précision :
Commune	AUPPEGARD	
<b>Repères locaux</b> Hameau/Lieu-dit : Le Colombier Autre (route, chemin...) : Parcelle(s) cadastrale(s) :		<b>Type de Report</b> Point
SOURCES		
Indices d'archives		
enquête Publique indice photo		
<b>Indice de terrain</b> <input type="checkbox"/> effondrement <input type="checkbox"/> affaissement-dépression <input type="checkbox"/> zone remblayée <input type="checkbox"/> puits <input type="checkbox"/> entrée à flanc de coteaux <input type="checkbox"/> arbre isolé <input type="checkbox"/> autre	<b>Géométrie</b> <input checked="" type="checkbox"/> circulaire diamètre : profondeur maxi : <input checked="" type="checkbox"/> quelconque longueur min : longueur max : type d'effondrement : <input type="checkbox"/> cylindrique <input type="checkbox"/> conique <input type="checkbox"/> en entonnoir	observations
<b>CONTEXTE MORPHOLOGIQUE</b> <input checked="" type="checkbox"/> plateau <input type="checkbox"/> talweg <input type="checkbox"/> flanc de coteau		<b>HYDROGEOLOGIE</b> profondeur de la nappe : d'après Atlas Hydrogéologique
ORIGINE PROBABLE DE L'INDICE		
<b>Type Probable Indice</b> <input type="radio"/> Carrière à ciel Ouvert <input type="radio"/> Carrière Souterraine <input checked="" type="radio"/> Indéterminée <input type="radio"/> Karstique <input type="radio"/> Puisard	<b>Matière Probablement Extraite</b> <input checked="" type="radio"/> Caillou <input checked="" type="radio"/> Pierres de taille <input checked="" type="radio"/> Marne <input checked="" type="radio"/> Argile <input checked="" type="radio"/> Sable <input checked="" type="radio"/> Autre	<b>Commentaires:</b> Ancien effondrement remblayé avec plusieurs benes de terre selon témoignage recueilli auprès de Mr Martin Albert

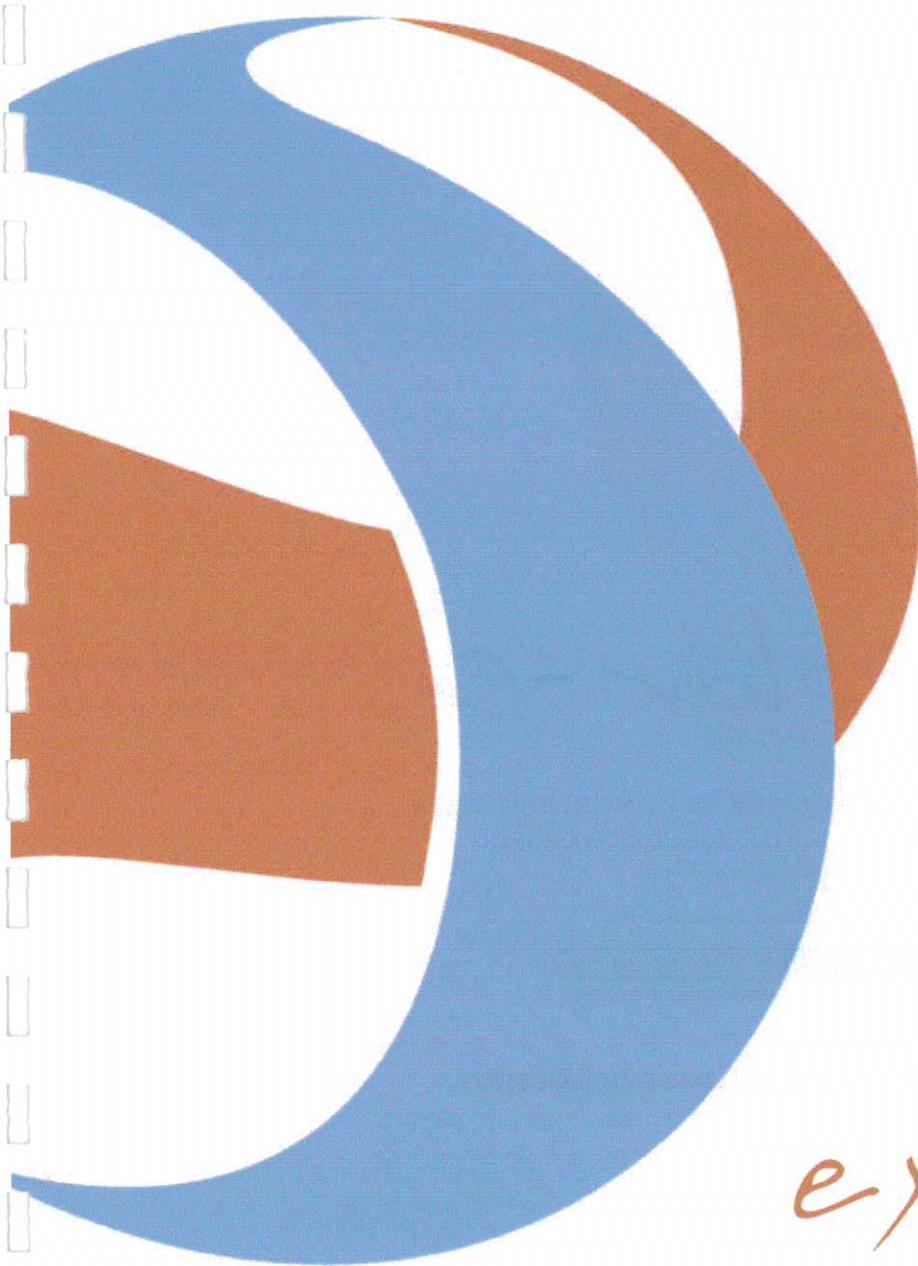
Effondrement à Auppegard (76). Avis du BRGM.

76036-07

Commune d'Auppegard -  
Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Version A du 28 décembre 2012

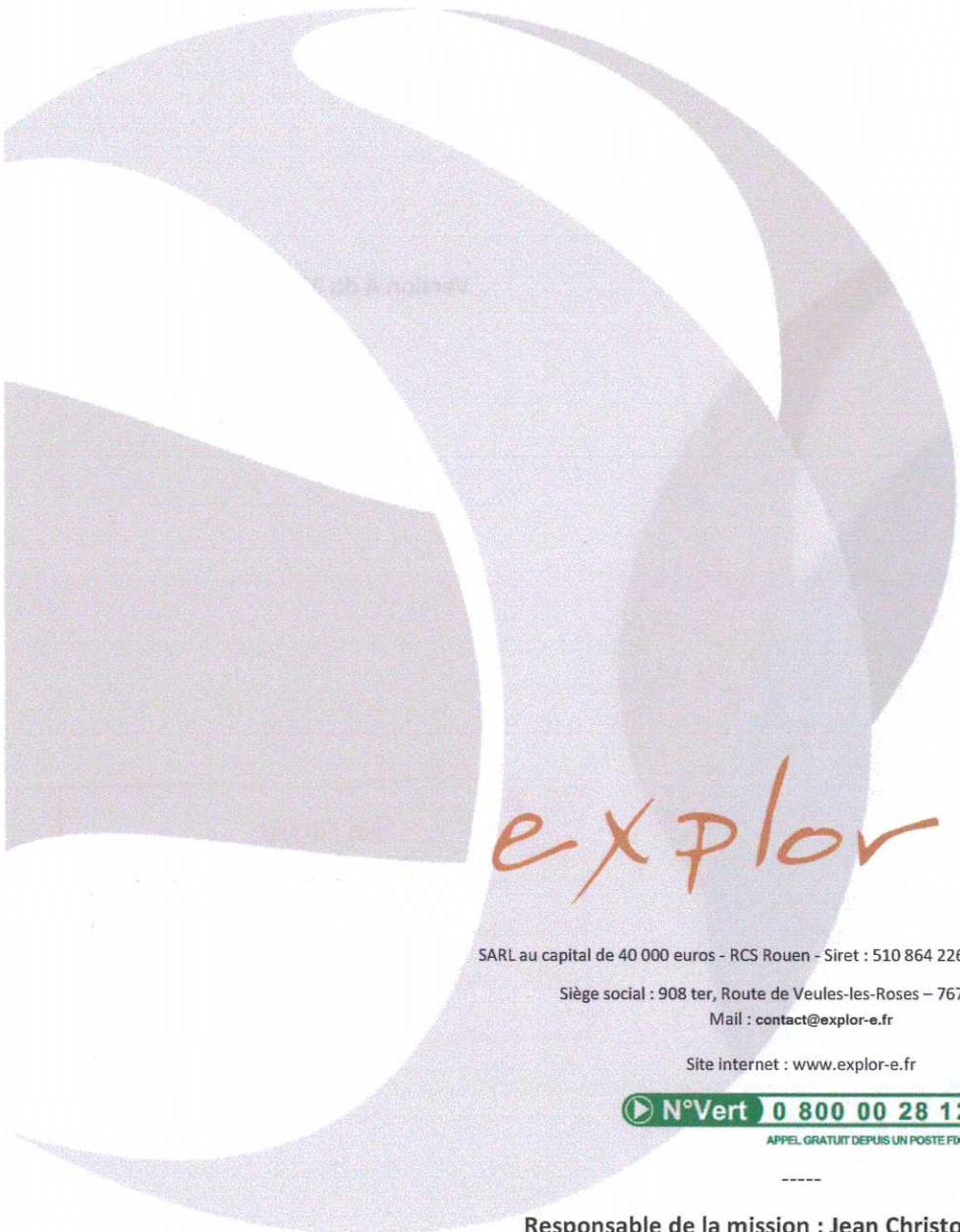


<b>SAT/ENV</b>	
Fourni par	Exploe le 2.1.13
Enregistré par	KL le 21.1.13
Copie - déjà faite <input type="checkbox"/> a	
- faite le	23.1 a BAU/DIE

STI/TERS

explor-e

Solutions risques naturels hydrogéologie et environnement



explor-e

SARL au capital de 40 000 euros - RCS Rouen - Siret : 510 864 226 000 20 - APE : 7112B

Siège social : 908 ter, Route de Veules-les-Roses – 76760 Yerville

Mail : [contact@explor-e.fr](mailto:contact@explor-e.fr)

Site internet : [www.explor-e.fr](http://www.explor-e.fr)

 **N°Vert 0 800 00 28 12**

APPEL GRATUIT DEPUIS UN POSTE FIXE

-----

Responsable de la mission : Jean Christophe SERVY



---

## Sommaire général

---

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION .....	3
2	MÉTHODOLOGIE .....	9
3	DESCRIPTIF OPÉRATIONNEL – RÉSULTATS.....	13
	3.1 Descriptif opérationnel	13
	3.2 Résultats	14
4	CONCLUSION.....	19

## Sommaire des illustrations

### Liste des schémas

Schéma 1.....	: Localisation de la propriété du Maître d'ouvrage Report sur fond IGN Geoportail ©	3
Schéma 2.....	: Localisation de la propriété du Maître d'ouvrage Report sur fond cadastral	4
Schéma 3.....	: Localisation de l'effondrement - Report sur fond cadastral	5
Schéma 4.....	: Illustration simplifiée de l'interprétation	12
Schéma 5.....	: Variation d'épaisseur des limons	14
Schéma 6.....	: Variation d'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex	14
Schéma 7.....	: Variation de l'altitude du toit de la craie par rapport au terrain naturel	15
Schéma 8.....	: Profondeur totale de craie traversée et localisation des zones plus tendres et/ou décomprimées	15
Schéma 9.....	: Récolement des sondages réalisés – report sur fond cadastral	17
Schéma 10.....	: Synthèse lithologique établie à partir des sondages destructifs profonds	18

## Contexte et objectifs de la mission

La SCI TLS est propriétaire d'une parcelle récemment bâtie sise impasse des Mottes sur la commune d'Auppegard (76) et cadastrée sous le numéro 11 section AE.

On se référera aux schémas ci-dessous et page suivante.

Schéma 1 : Localisation de la propriété du Maître d'ouvrage  
Report sur fond IGN Geoportail ©

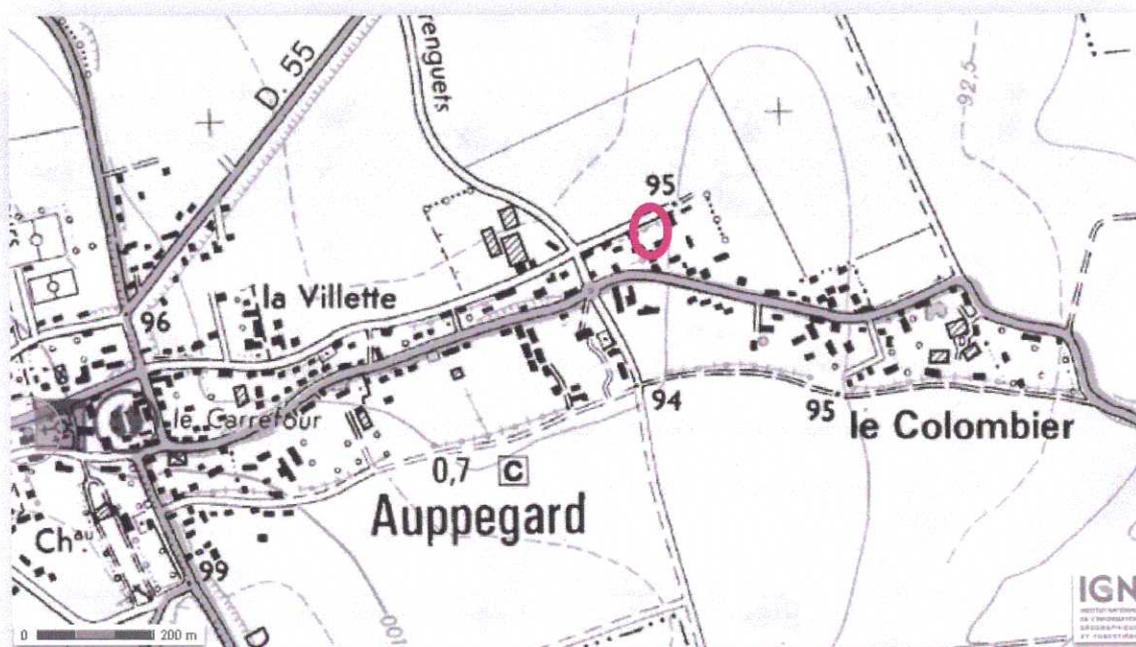
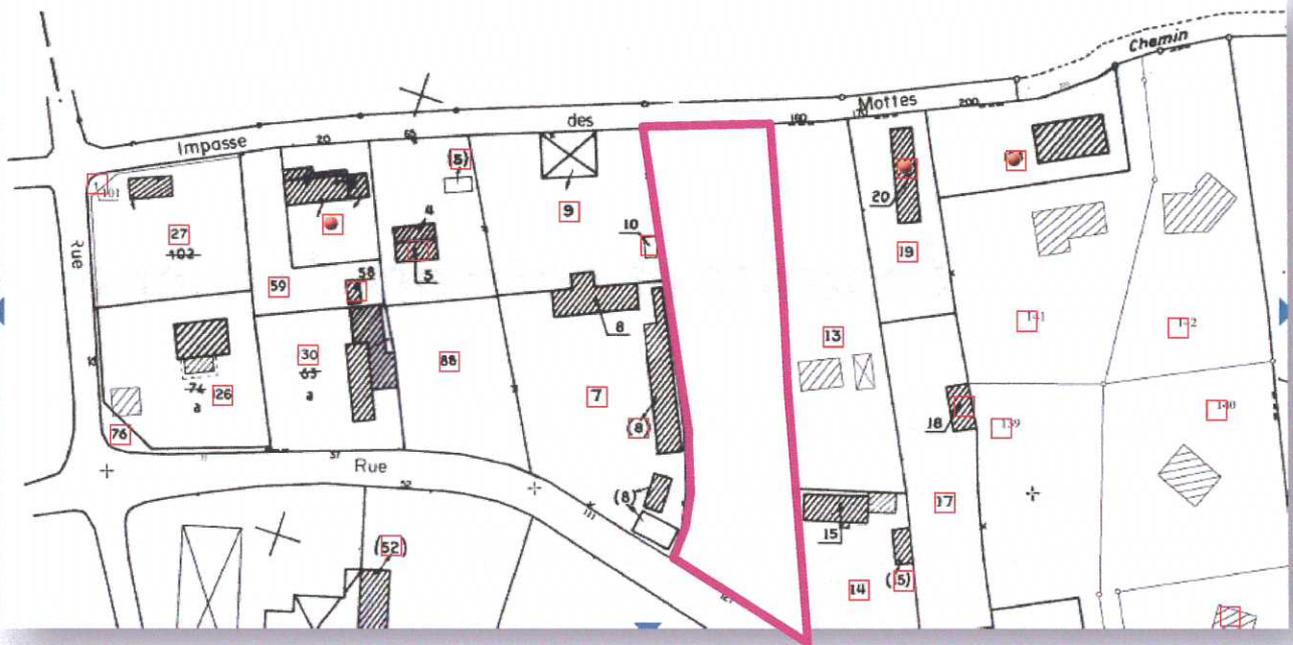


Schéma 2 : Localisation de la propriété du Maître d'ouvrage  
Report sur fond cadastral



Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012, le BRGM est intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.

On se référera :

- ✓ Aux clichés pris le jour de l'apparition de l'effondrement présentés page suivante ;
- ✓ Au schéma de localisation de l'effondrement présenté page suivante ;
- ✓ Au diagnostic du BRGM présenté en annexe 1.

Annexe 1 : Copie du rapport de primo-diagnostic du BRGM – mail du 4/11/2012

Clichés : Prises de vues de l'effondrement le jour de son apparition

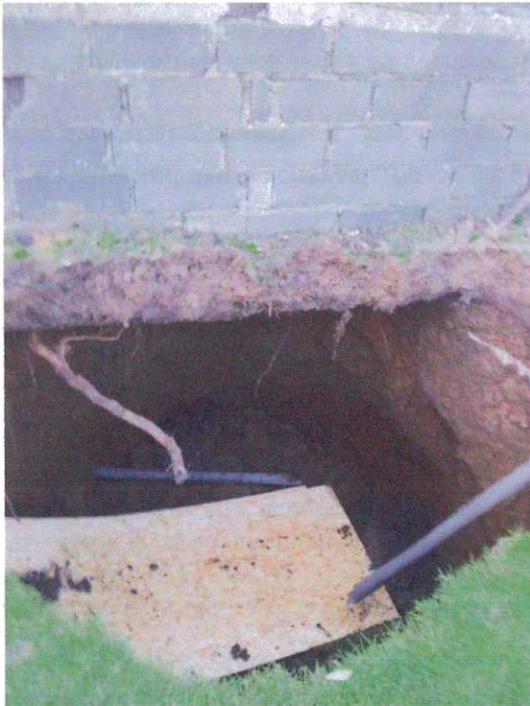
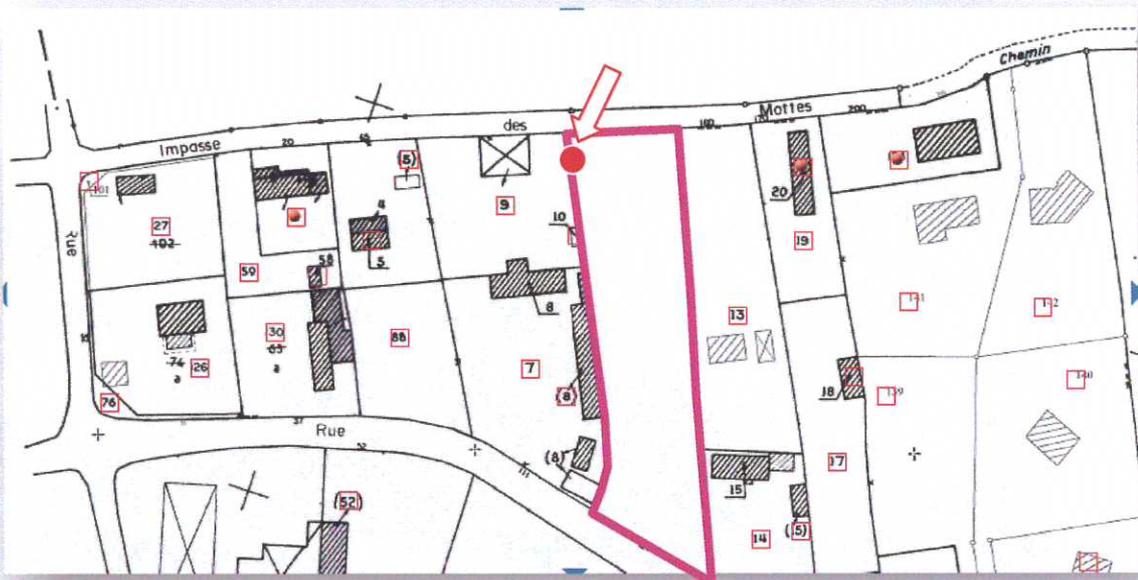


Schéma 3 : Localisation de l'effondrement - Report sur fond cadastral



Selon le diagnostic du BRGM, l'effondrement qui avait initialement une forme pseudocirculaire de 2.5 à 3.0m de diamètre pour une profondeur de 6.5m allait rapidement évoluer pour atteindre le 3 novembre un diamètre de 3.7 à 4.0m pour une profondeur variant entre 4.0 et 4.5m soit un volume de vide d'une cinquantaine de m3.

Toujours le 3 novembre, l'effondrement était situé à 5.7m de l'habitation la plus proche et 7m de la chaussée de l'impasse.

Cet effondrement allait alors être unanimement interprété comme la ruine d'une cavité en profondeur (dont l'origine reste à définir, mais très probablement une marnière) suite aux très fortes pluies de l'automne 2012. Le phénomène ayant pu être initié ou accentué par la présence d'un drain permettant l'infiltration des eaux pluviales au droit du secteur.

Au terme du diagnostic d'urgence, compte tenu de l'éloignement de la maison la plus proche et de la chaussée de l'impasse, le BRGM n'avait pas jugé opportun de considérer que la situation d'un état de péril grave et imminent. Toutefois, compte tenu de la proximité de l'effondrement et de l'enjeu, le BRGM allait recommander « l'intervention dans les plus brefs délais d'un bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs...)... ».

En date du 12 novembre 2012, la cavité avait été partiellement comblée (côté de la parcelle de la SCI TLS afin d'éviter l'extension de l'effondrement en direction de l'habitation du fait de la décompression des matériaux en bordure du vide.

Cliché : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis la parcelle de la SCI TLS



Cliché : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis l'impasse des Mottes





Toutefois, l'emplacement de l'effondrement (au droit d'un mur mitoyen, à proximité de la chaussée de l'impasse) induisait une intervention « multi maître d'ouvrages », difficilement organisable dans l'état.

Devant cette situation, la SCI TLS a décidé de mettre en œuvre sans attendre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche.

L'objectif de la présente mission a donc consisté à mettre en œuvre un programme de reconnaissance par sondages destructifs profonds (conformément aux prescriptions des services de la DDTM et du diagnostic d'urgence du BRGM) permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains entre l'effondrement et l'habitation.

## Méthodologie

La vérification de l'absence de vides ou de zones décomprimées a été réalisée par la mise en œuvre de forages destructifs par méthode rotopercussion dont le protocole est présenté ci-dessous.

Le principe de la rotopercussion fait appel à un dispositif associant la rotation et la frappe par un marteau hydraulique situé en surface, l'impact étant transmis à l'outil situé au fond du trou par l'intermédiaire du train de tiges.

Les sondages ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse sur chenillard EMCI Silea.



Les forages ont été réalisés en diamètre 102 mm. Nous rappellerons que le diamètre minimal à mettre en œuvre dans le cadre de la recherche de cavités souterraines afin de respecter les prérogatives des services de l'État est de 89 mm.

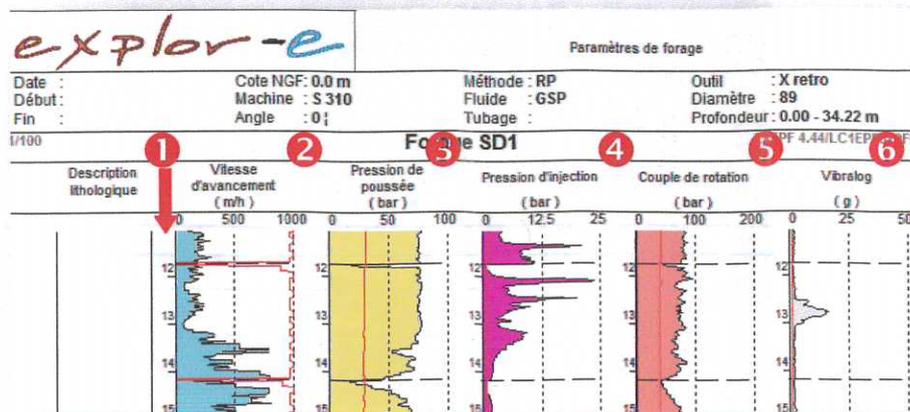
Le recours à un diamètre de sondage relativement important permet en effet de limiter les frottements du train de tige (38 mm) contre les parois du forage, favorisant ainsi des chutes d'outils franches au niveau d'éventuelles cavités.

- La rotation pure a été privilégiée, la percussion n'étant véritablement déclenchée qu'au niveau des bancs les plus durs (en particulier bancs de silex) ;
- Les pressions exercées sur l'outil, la vitesse de rotation et la pression d'injection ont été maintenues les plus faibles possible et constantes dans le temps afin de permettre une différenciation qualitative fine des formations traversées ;
- En complément, les observations réalisées sur les échantillons remontés en surface (« cuttings ») ont permis l'établissement d'une coupe de terrain (log géologique) détaillée ;
- Les paramètres de forage ont fait l'objet d'un enregistrement numérique ( doublé d'une impression de sauvegarde).

L'enregistrement des paramètres de forage consiste à mesurer et enregistrer, pendant le forage, des grandeurs physiques, dont les variations sont en corrélation avec les propriétés géomécaniques des terrains traversés.

La métrologie ainsi que l'enregistrement des paramètres de forage ont été assurés par des équipements Jean-Lutz et comprenaient les paramètres suivants :

1. Profondeur ;
2. Vitesse instantanée d'avancement (VIA) – figuré bleu clair ;
3. Pression de poussée et de retenue (PO) – figuré jaune ;
4. Pression d'injection du fluide de forage (eau + polymère biodégradable permettant d'augmenter la viscosité) – figuré magenta ;
5. Couple de rotation (CR) – figuré rouge ;
6. Vibralog (Percussion réfléchie) – figuré gris. On se référera au schéma ci-dessous.



Pour simplifier, la recherche de vides sur les enregistrements de paramètres de forage se résume généralement à rechercher les zones où les paramètres de forage se rapprocheront des valeurs qu'ils atteindraient lors de la traversée d'un vide (vitesse d'avancement de l'ordre de 1 000 m/h / perte d'injection / chute du couple de rotation...).

Afin de confirmer les éventuels vides et faciliter l'interprétation des données enregistrées, explor-e met en œuvre la procédure ECL développée spécifiquement par la société Jean Lutz dans le cadre de recherche de vides.

La procédure ECL permet de connaître, a priori, l'amplitude de chaque paramètre lorsque le forage traverse un vide. La présentation graphique de l'ECL met immédiatement en évidence la traversée d'un vide franc par simple examen des enregistrements. C'est une aide précieuse à l'interprétation facilitant la distinction entre vides francs et zones très décomprimées.

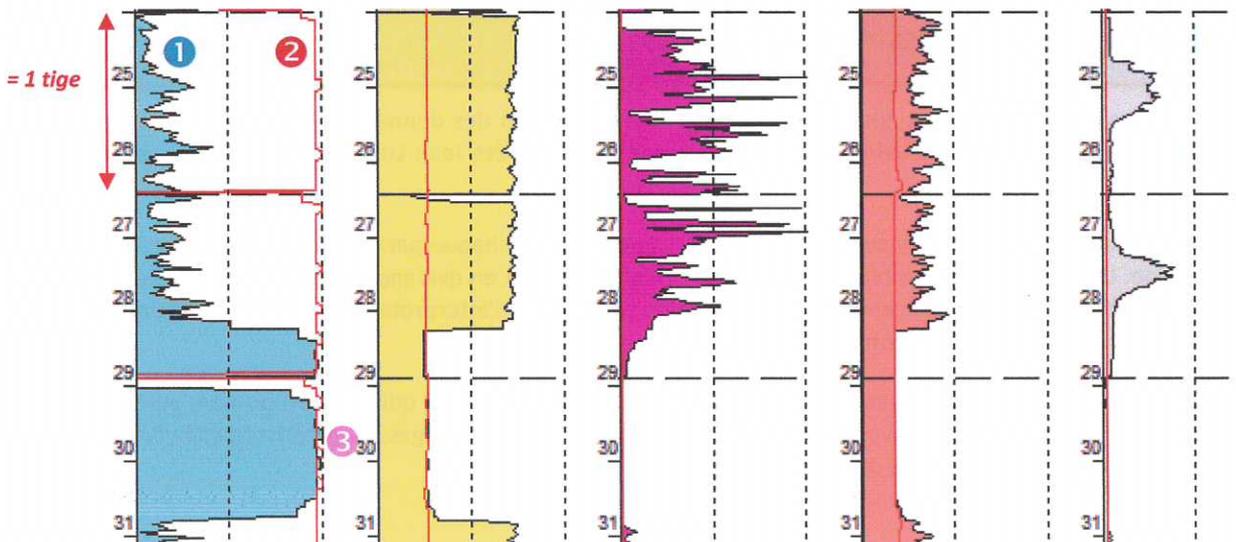
La procédure ECL prend automatiquement en compte tous les facteurs qui influent, ou non, sur l'amplitude des paramètres lors de la traversée d'un vide : profondeur, poids des tiges, caractéristiques hydrauliques de la machine, qualité des parois du trou, etc.

Après avoir foré la longueur d'une tige et réalisé le trou par des passages successifs, l'opérateur repositionne l'outil à la hauteur où il était initialement puis débloque le frein de la machine tout en enregistrant les paramètres comme lors de la foration initiale.

Ce second enregistrement qui correspond donc à un enregistrement « de vide » (car réalisé dans un trou déjà foré) est superposé sur le graphique initial ce qui permet, en lecture directe, la comparaison entre les paramètres enregistrés lors de la foration et les paramètres qui auraient été enregistrés si le forage avait traversé un vide souterrain.

On se référera au graphique présenté page suivante.

Schéma 4 : Illustration simplifiée de l'interprétation



Foration au niveau d'une zone ne présentant ni vide, ni zone décomprimée

- ① : Enregistrement de la vitesse d'avancement lors du forage ;
- ② : Enregistrement de la vitesse d'avancement dans le trou déjà foré - procédure ECL  
Tracé rouge

=

Tracés distincts

Foration au niveau d'une zone présentant un vide franc : ③

=

Tracés très proches, voire identiques

## Descriptif opérationnel – Résultats

### 3.1 Descriptif opérationnel

Neuf (9) sondages (dont 2 obliques) ont été réalisés avec un espacement de 2.0m entre l'habitation et l'effondrement entre le 19 et le 20 décembre 2012.

Conformément à la doctrine départementale relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, les sondages ont pénétré de plus de 15m dans la formation crayeuse.

La profondeur totale reconnue est ainsi comprise entre 21.5m et 25.2m, 22.6m en moyenne

On se référera au tableau ci-dessous ainsi qu'à l'annexe 2.

	SD1 oblique	SD2	SD3	SD4	SD5
Total	23.3	21.5	21.5	21.6	21.6
Total craie	18.1	16.3	15.9	16.1	16.6

	SD6 oblique	SD7	SD8	SD9
Total	23.4	25.2	23.3	21.6
Total craie	15.9	17.2	16.9	16.7

	Min	Max	Moy
Total	21.5	25.2	22.6
Total craie	15.9	18.1	16.6

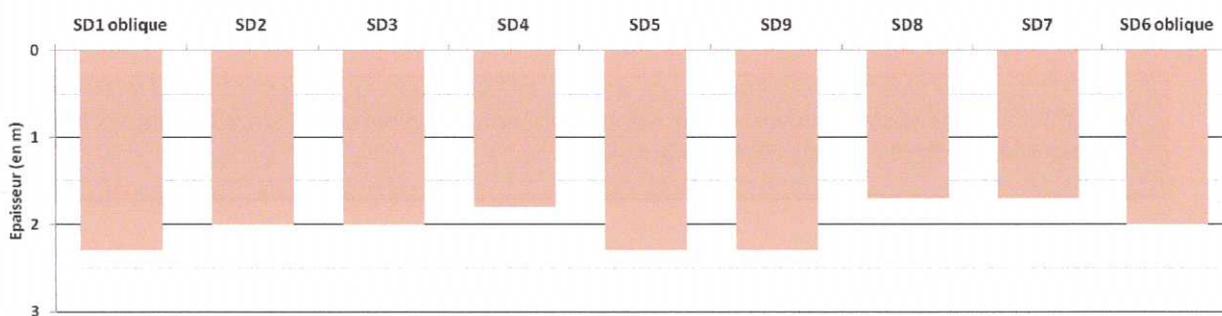
Annexe 2 : *Diagraphies interprétées (paramètres de forage)*

## 3.2 Résultats

Les différents sondages ont permis de reconnaître une coupe géologique « classique » de la région, à savoir une couverture limoneuse recouvrant la formation résiduelle des argiles à silex elle-même sus-jacente aux formations crayeuses qui constituent l'ossature du plateau.

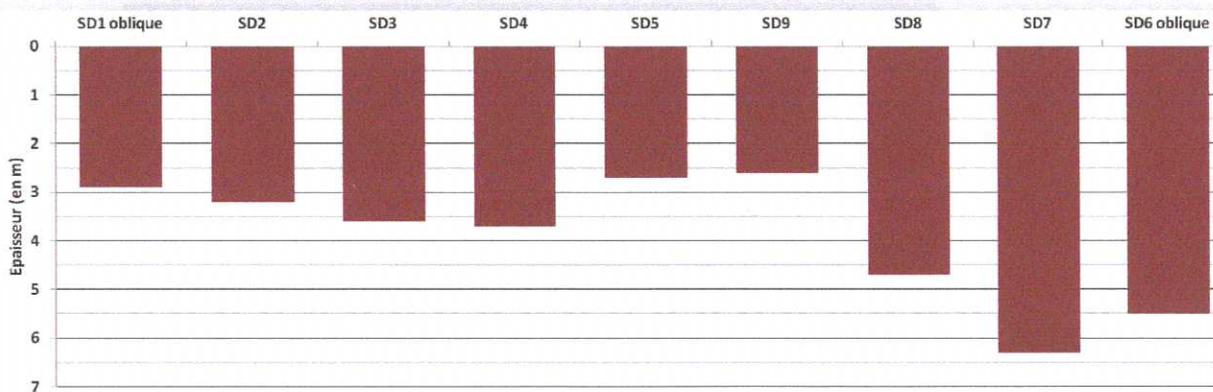
- ✓ **Limons** : Épaisseur comprise entre 1.7m (SD7, SD8) et 2.3m (SD1, SD5), 2.0m en moyenne.

Schéma 5 : Variation d'épaisseur des limons



- ✓ **Formation résiduelle des argiles à silex** : L'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex est comprise entre 2.6m (SD5) et 6.3 m (SD7), 3.9m en moyenne. Les variations de l'épaisseur totale de cette formation sont liées à la surface irrégulière de l'interface entre la formation résiduelle des argiles à silex et la craie sous-jacente.

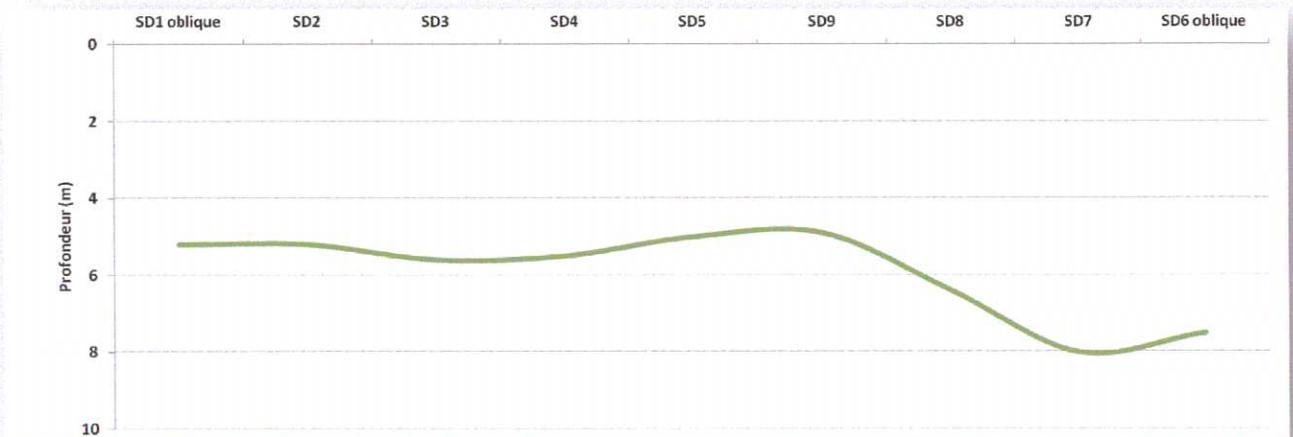
Schéma 6 : Variation d'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex



✓ **Formation crayeuse à silex :**

Concomitamment à la variation d'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex, le toit de la formation crayeuse a été rencontré entre -4.9/TN (SD9) et -8.0m/TN (SD7) -5.9m/TN en moyenne. Excepté au niveau de SD8/SD7/SD6 où l'on observe une légère surprofondeur, le toit de la craie est apparu relativement plan.

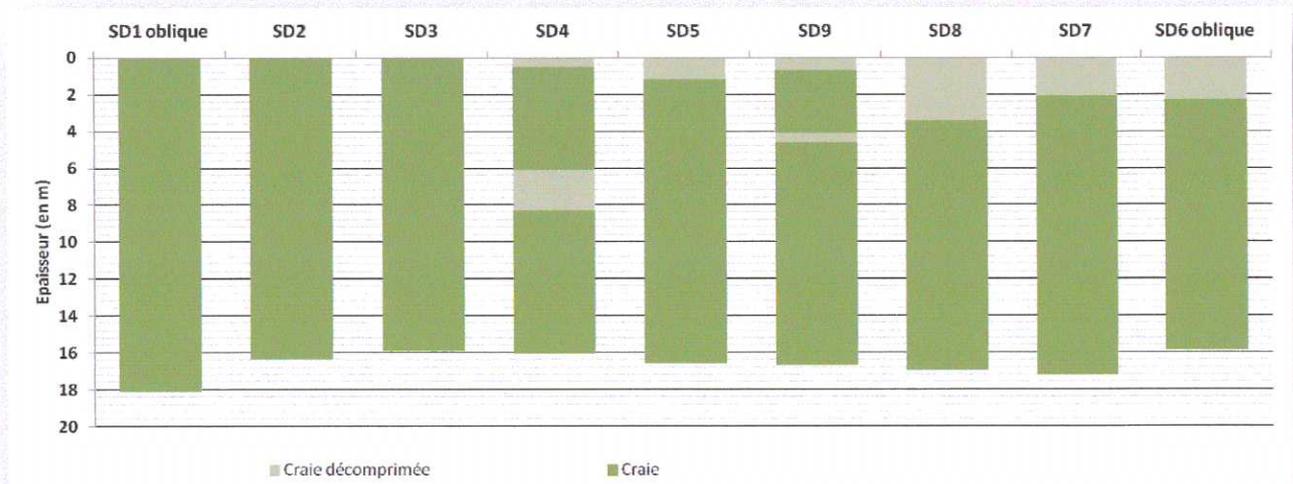
Schéma 7 : Variation de l'altitude du toit de la craie par rapport au terrain naturel



Dans l'ensemble, la formation crayeuse est apparue avec des caractéristiques relativement homogènes sur les différents sondages

Des niveaux plus tendres ou décomprimés ont toutefois été observés au niveau de l'interface avec la craie (SD4 à SD9) mais également plus en profondeur (SD4 et SD9).

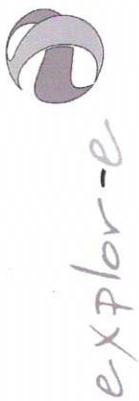
Schéma 8 : Profondeur totale de craie traversée et localisation des zones plus tendres et/ou décomprimées



✓ Vides

Aucun vide naturel ou anthropique n'a été observé lors de foration ou interprété sur les diagraphies.

Le plan de récolement ainsi que la synthèse lithologique des sondages réalisés sont présentés pages suivantes.



SCI TLS

Commune d'Appergard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines  
Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Schéma 9 : Récolement des sondages réalisés – report sur fond cadastral

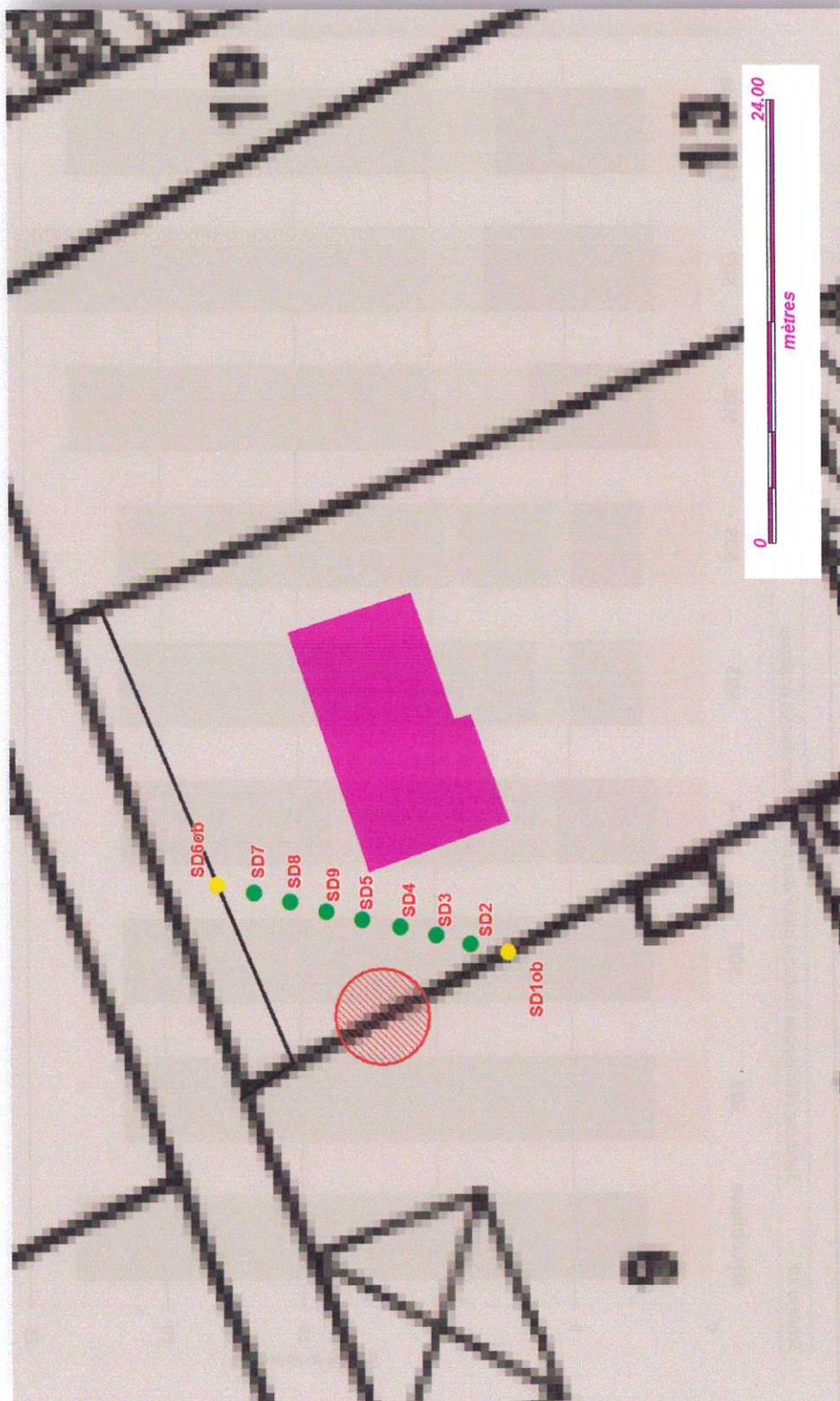
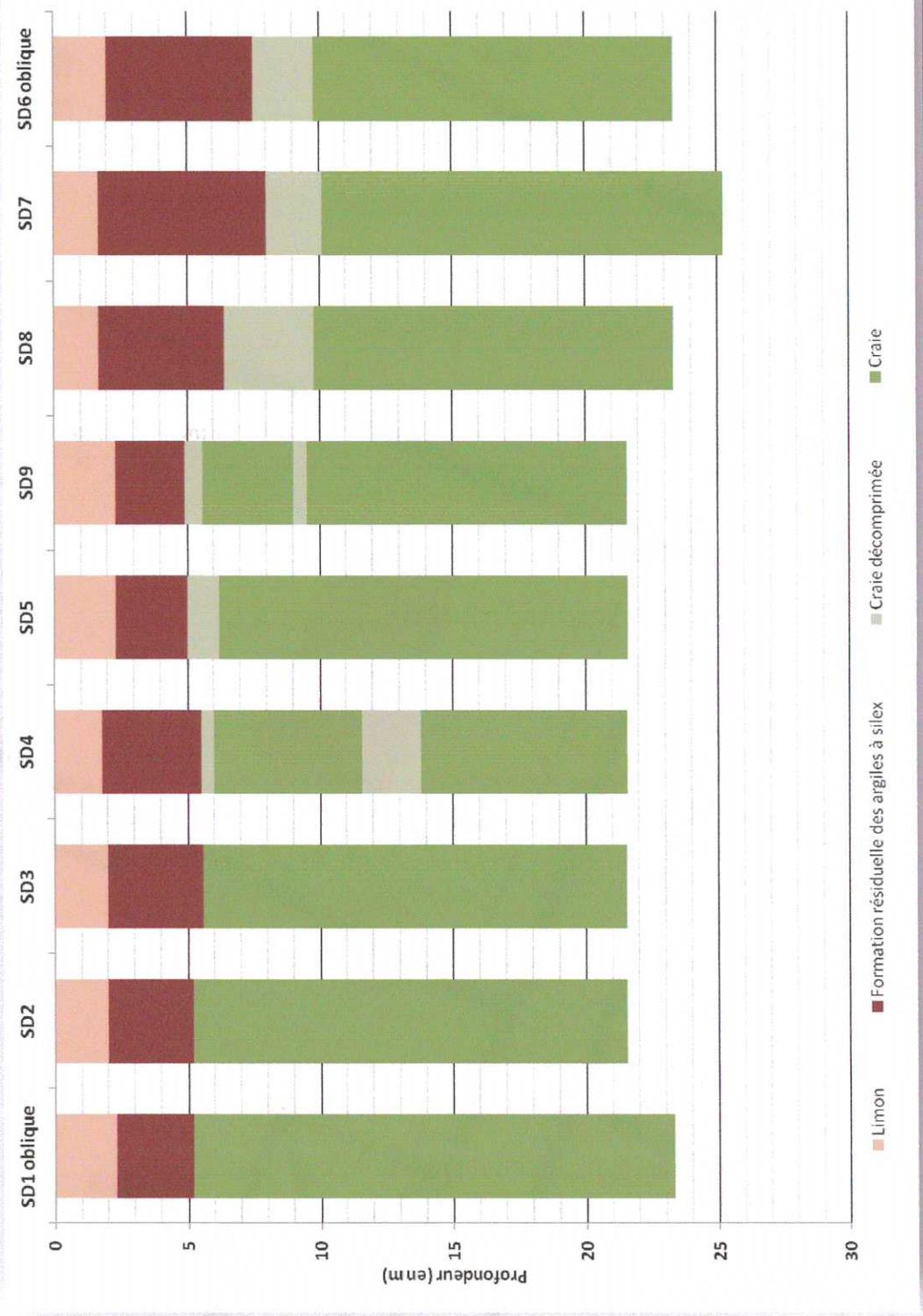


Schéma 10 : Synthèse lithologique établie à partir des sondages destructifs profonds





## 4

## Conclusion

La SCI TLS est propriétaire d'une parcelle récemment bâtie sise impasse des Mottes sur la commune d'Auppegard (76) et cadastrée sous le numéro 11 section AE.

Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012, le BRGM est intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.

Selon ce diagnostic, l'effondrement qui avait initialement une forme pseudocirculaire de 2.5 à 3.0m de diamètre pour une profondeur de 6.5m allait rapidement évoluer pour atteindre le 3 novembre un diamètre de 3.7 à 4.0m pour une profondeur variant entre 4.0 et 4.5m soit un volume de vide d'une cinquantaine de m<sup>3</sup>.

Toujours le 3 novembre, l'effondrement était situé à 5.7m de l'habitation la plus proche et 7m de la chaussée de l'impasse.

Cet effondrement allait alors être unanimement interprété comme la ruine d'une cavité en profondeur (dont l'origine reste à définir, mais très probablement une marnière) suite aux très fortes pluies de l'automne 2012. Le phénomène ayant pu être initié ou accentué par la présence d'un drain permettant l'infiltration des eaux pluviales au droit du secteur.

Au terme du diagnostic d'urgence, compte tenu de l'éloignement de la maison la plus proche et de la chaussée de l'impasse, le BRGM n'avait pas jugé opportun de considérer que la situation d'un état de péril grave et imminent. Toutefois, compte tenu de la proximité de l'effondrement et de l'enjeu, le BRGM allait recommander « l'intervention dans les plus brefs délais d'un bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs...)... ».

En date du 12 novembre 2012, la cavité avait été partiellement comblée (côté de la parcelle de la SCI TLS afin d'éviter l'extension de l'effondrement en direction de l'habitation du fait de la décompression des matériaux en bordure du vide.

Toutefois, l'emplacement de l'effondrement (au droit d'un mur mitoyen, à proximité de la chaussée de l'impasse) induisait une intervention « multi maître d'ouvrages », difficilement organisable dans l'état.

Devant cette situation, la SCI TLS a décidé de mettre en œuvre sans attendre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche.

L'objectif de la présente mission ca donc consisté à mettre en œuvre un programme de reconnaissance par sondages destructifs profonds (conformément aux prescriptions des services de la DDTM et du diagnostic d'urgence du BRGM) permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains entre l'effondrement et l'habitation.

Neuf (9) sondages dont 2 obliques (méthode rotoperçusion, diamètre 102 mm, espacement 2m, pénétration dans la craie supérieure à 15m) ont été réalisés entre l'habitation et l'indice entre le 19 et le 20 décembre 2012.

La coupe géologique relevée est « classique » à la région, à savoir :

- Limons : épaisseur moyenne 2,0m ;
- Formation résiduelle des argiles à silex : épaisseur moyenne 3.9m ;
- Craie rencontrée entre -4.9m/TN et -8.0 m/TN.

Dans l'ensemble, la formation crayeuse est apparue avec des caractéristiques relativement homogènes sur les différents sondages. Des niveaux plus tendres ou décomprimés ont toutefois été observés au niveau de l'interface avec la craie mais également plus en profondeur.

Toutefois, aucun vide naturel ou anthropique n'a été observé lors de foration ou interprété sur les diagraphies.

Compte tenu de l'absence de cavité souterraine au niveau de la zone investiguée, nous proposons :

- Une adaptation locale du périmètre de sécurité lié à l'indice - On se référera à la proposition présentée en annexe 3 ;
- La poursuite du comblement de l'indice avec des matériaux inertes (tout venant ou graves de mer) afin de limiter les risques de décompression des terrains périphériques.

Compte tenu du caractère locatif de cette habitation, il pourrait être judicieux de modifier le talus actuel et de le faire suivre la ligne de sondages réalisés afin d'exclure la zone effondrée et, par conséquent, de faciliter les éventuelles interventions de rechargement qui seront potentiellement nécessaires à l'avenir

*Annexe 3 : Proposition d'adaptation locale du périmètre de sécurité de l'indice de cavité souterraine*

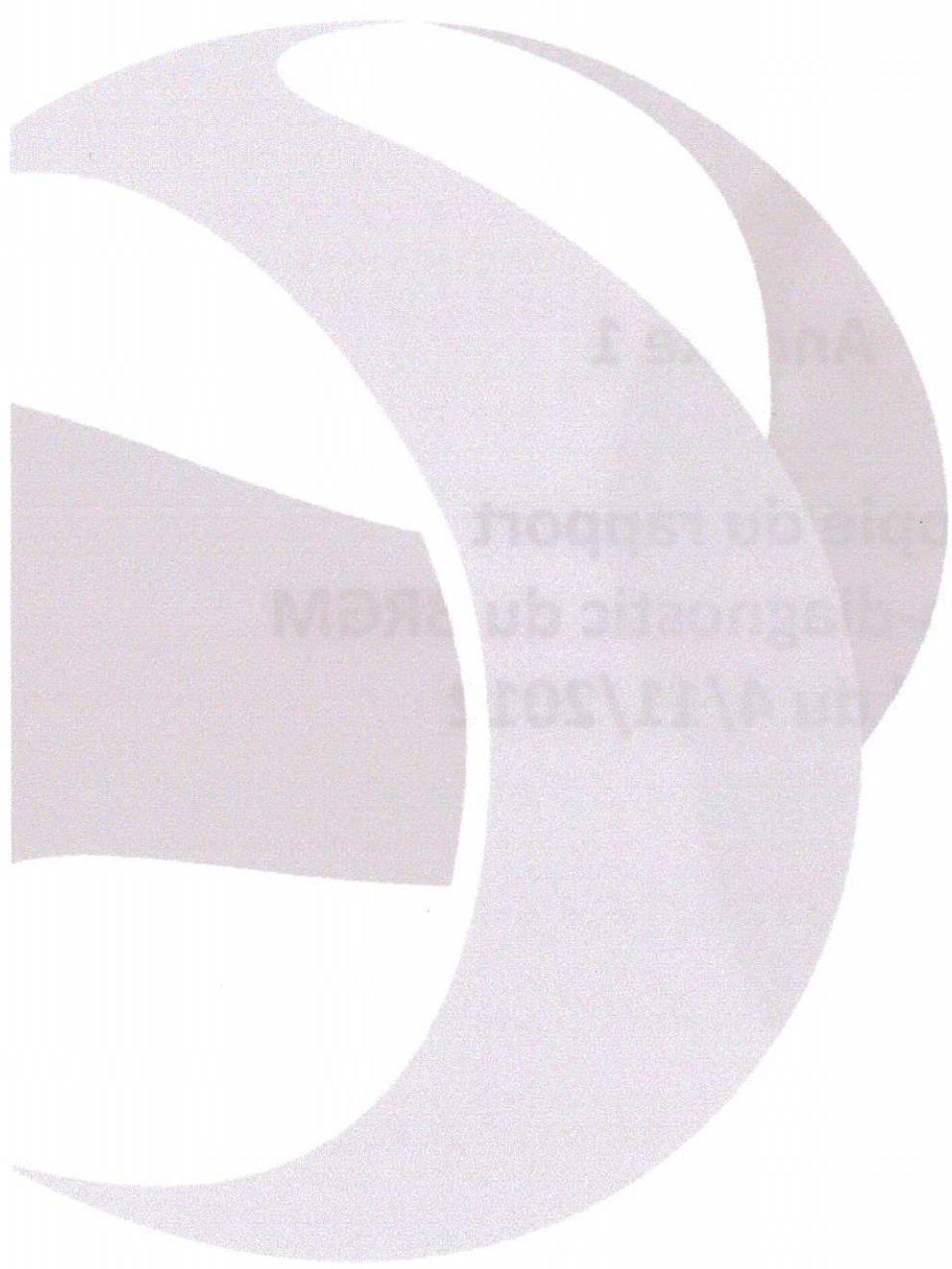
## Annexe 1

# Copie du rapport de primo-diagnostic du BRGM mail du 4/11/2012

SCI TLS

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement



DJSL BOIS

---

## Effondrement Auppegard

De : "Pannet Pierre" <p.pannet@brgm.fr>

Date : dim. 04/11/2012 16:58

À : "mairie-auppegard@wanadoo.fr" <mairie-auppegard@wanadoo.fr>

Cc : "d.pennequin@brgm.fr" <d.pennequin@brgm.fr>, "E.Gomez@brgm.fr" <E.Gomez@brgm.fr>, "djsl.bois@orange.fr" <djsl.bois@orange.fr>, "didier.depoortere@gendarmerie.interieur.gouv.fr" <didier.depoortere@gendarmerie.interieur.gouv.fr>, "catherine.degorre@seine-maritime.gouv.fr" <catherine.degorre@seine-maritime.gouv.fr>, "laurent.mabire@seine-maritime.gouv.fr" <laurent.mabire@seine-maritime.gouv.fr>

---

M. le Maire,

Suite à l'intervention du BRGM ce jour, vous trouverez ci-dessous un diagnostic succinct et les recommandations d'urgence. Le rapport complet d'intervention suivra très prochainement par courrier.

L'effondrement se situe dans un jardin privé attenant à une maison d'habitation située sur la parcelle cadastrale AE 11. Il est apparu le vendredi 2 novembre matin.

Il s'agit d'une excavation pseudo-circulaire, d'un diamètre variant de 3,7 m à 4 m. Sa profondeur varie entre 4 m et 4,5 m, soit un volume de vide d'une cinquantaine de m<sup>3</sup>.

Les bords de l'effondrement sont francs et on distingue quelques fissures sur le sol à proximité, témoins d'une décompression en cours des terrains meubles alentours (limons argileux jusqu'à 4 m de profondeur puis argiles à silex).

Il faut noter que lors de l'apparition du phénomène, d'après les propriétaires de la parcelle, l'effondrement avait une forme pseudo-circulaire de 2,5 à 3 m de diamètre et était profond de 6,5 m.

Son diamètre a évolué entre vendredi 2 et samedi 3 et semble s'être stabilisé depuis.

La maison d'habitation la plus proche se trouve à 5,7 m à l'est de l'effondrement. Au nord, la chaussée de l'impasse dans laquelle se trouve la parcelle concernée se trouve à 7 m.

Le phénomène est la conséquence de la ruine partielle d'une cavité en profondeur, dont l'origine ne peut être définie avec certitude à ce stade des investigations. Il s'agit toutefois très probablement d'un effondrement lié à une marnière, plus précisément à la ruine, au moins partielle d'une chambre (ou galerie ?) d'exploitation à faible profondeur.

Les fortes pluies précédant le phénomène (300 mm durant les 40 derniers jours d'après la mairie) ont été l'élément déclencheur. Le sol à proximité du phénomène était d'ailleurs gorgé d'eau. D'autre part le drain d'évacuation des eaux pluviales de la parcelle (tranchée remplie en gravelle) qui se passait juste au-dessus de la zone effondrée a probablement été un facteur aggravant.

Il faut noter que les dimensions surfaciques de l'effondrement sont amenées à évoluer faisant augmenter le diamètre de l'excavation jusqu'à plusieurs mètres (la faible cohésion des limons argileux combinée aux intempéries actuelles et l'état d'imbibition des sols fait que les limons alentours vont probablement fluer dans l'excavation).



Toutefois, compte-tenu de l'éloignement de la maison la plus proche (5,7 m) et de de l'éloignement de la chaussée de l'impasse (7 m), ces deux enjeux ne sont pas à considérer, en l'état actuel des choses, comme en état de péril grave et imminent.

Compte-tenu de la proximité de l'enjeu, le BRGM recommande :

- L'intervention dans les plus brefs délais d'un Bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs avec enregistrement des paramètres de foration, descendants au minimum à 15 m sous le toit de la craie). Le bureau d'études devra ensuite proposer des solutions de confortement adaptées (il pourra s'agir d'un comblement partiel ou total de la cavité) ;
- De ne pas approcher de l'excavation. Un périmètre de 5 m autour de l'effondrement devra être matérialisé par des barrières rigides, et les risques d'effondrement devront être clairement affichés;
- De ne pas laisser emprunter la chaussée à proximité par des véhicules de plus de 3,5 t tant que des travaux complémentaires d'investigation n'auront pas exclu la présence de vide à proximité directe de la chaussée ;
- Une surveillance régulière (au moins 1 fois par jour) de l'évolution du phénomène tant que les travaux d'investigation complémentaire et de confortement n'auront pas été réalisés. En cas de proximité trop proche entre l'excavation et la maison d'habitation ou la chaussée et/ou de fissures apparaissant sur les murs de la maison ou sur la chaussée, M. le Maire pourra considérer qu'il s'agit d'une situation de péril grave et imminent et prendre les décisions qui s'imposent ;

En espérant avoir répondu à votre demande.

Bien cordialement,  
Pierre Pannet



**Pensez à l'environnement avant d'imprimer ce message**  
**Think Environment before printing**

Le contenu de ce mél et de ses pièces jointes est destiné à l'usage exclusif du (des) destinataire(s) désigné(s) comme tel(s).  
En cas de réception par erreur, le signaler à son expéditeur et ne pas en divulguer le contenu.  
L'absence de virus a été vérifiée à l'émission, il convient néanmoins de s'assurer de l'absence de contamination à sa réception.

The contents of this email and any attachments are confidential. They are intended for the named recipient(s) only.  
If you have received this email in error please notify the system manager or the sender immediately and do not disclose the contents to anyone or make copies.  
This email was scanned for viruses, vandals and malicious content.



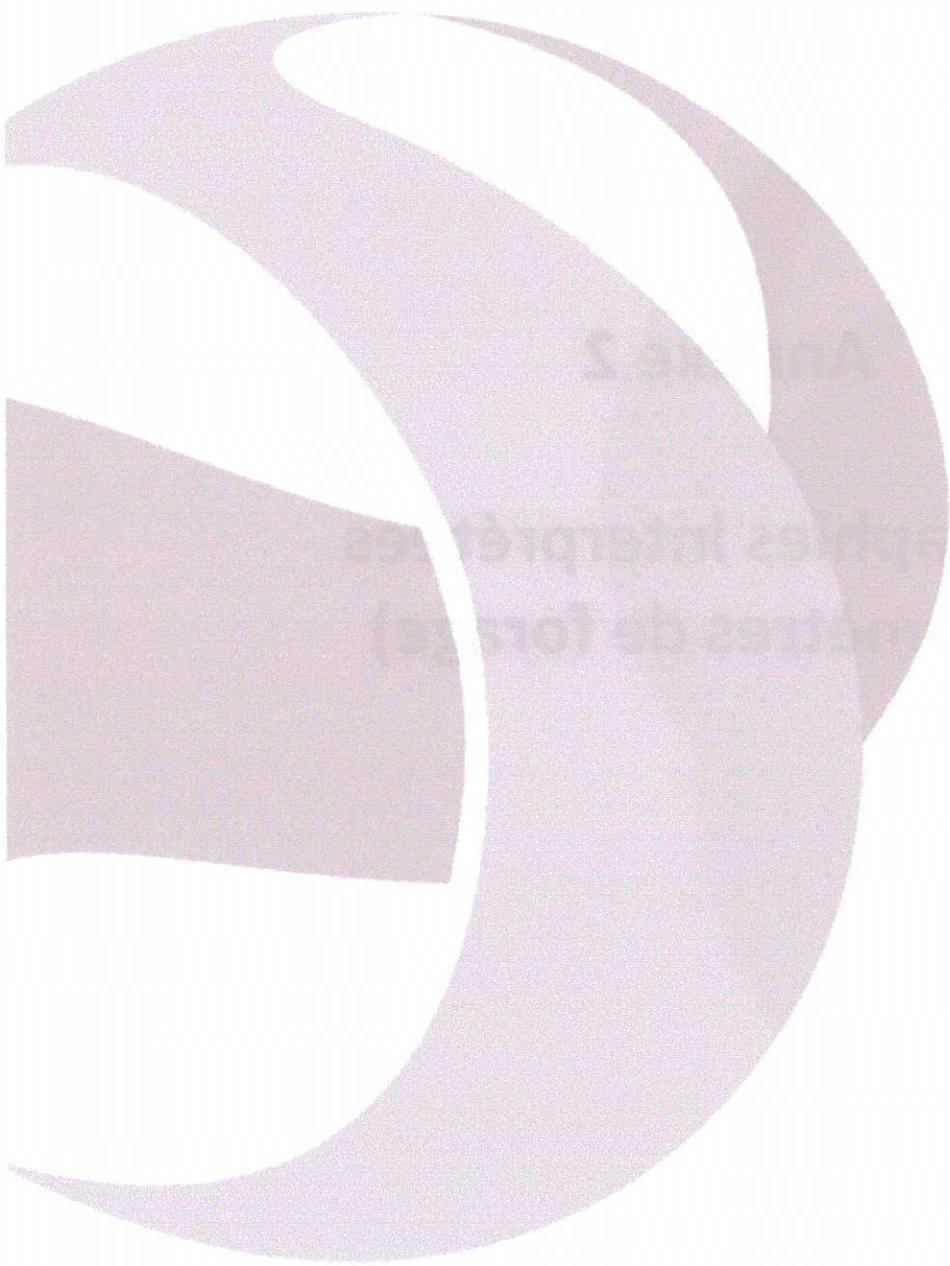
## Annexe 2

# Diagraphies interprétées (paramètres de forage)

SCI TLS

Commune d'Aupegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement



*explor-e*

**SCI TLS Auppegard**

(Contrat : 76036-07 )

Paramètres de forage

Date : 19/12/2012  
 Début : 14 h 17  
 Fin : 14 h 57

Cote NGF : 0.0 m  
 Machine : Silea  
 Angle : 5°

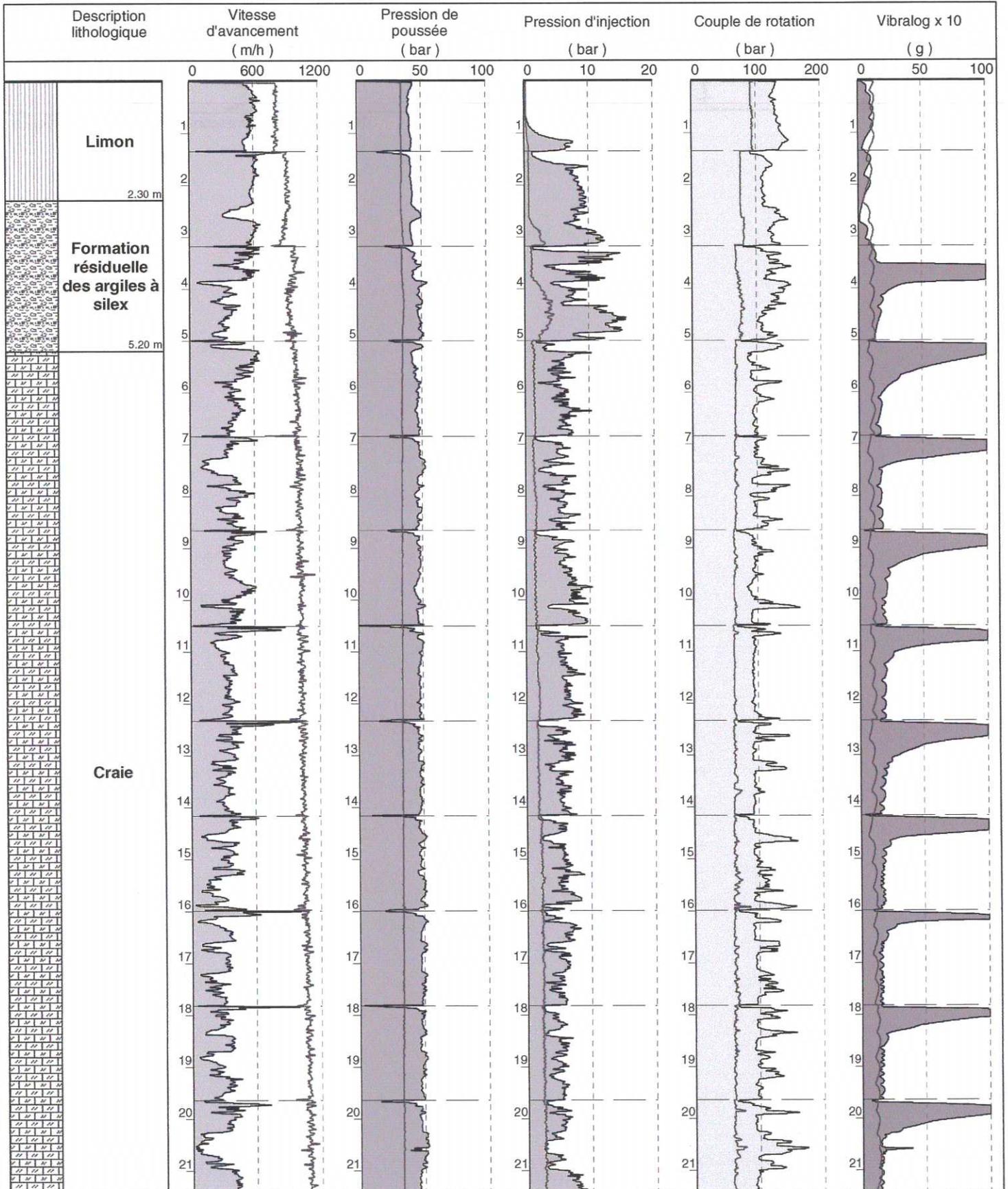
Méthode : Rotoperc  
 Fluide : GSP  
 Tubage : Non

Outil : X retro  
 Diamètre : 102 mm  
 Profondeur : 0.00 - 23.33 m

1/100

**Forage SD010B**

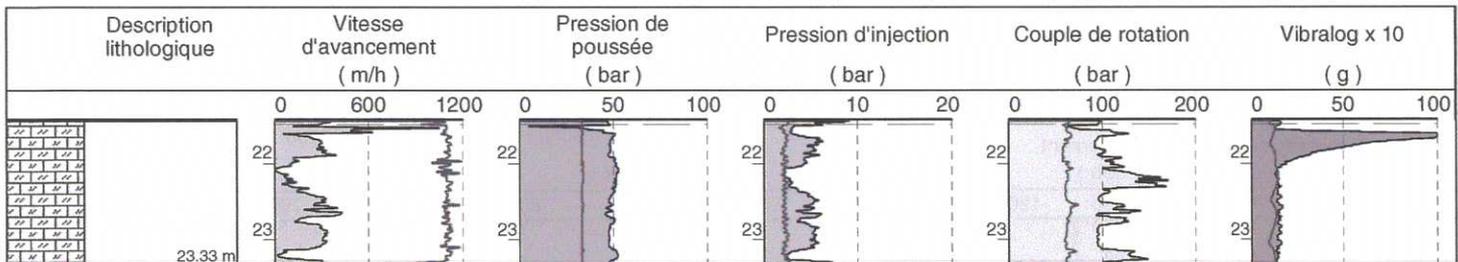
EXEFP 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**SCI TLS Aupegard**

(Contrat : 76036-07 )

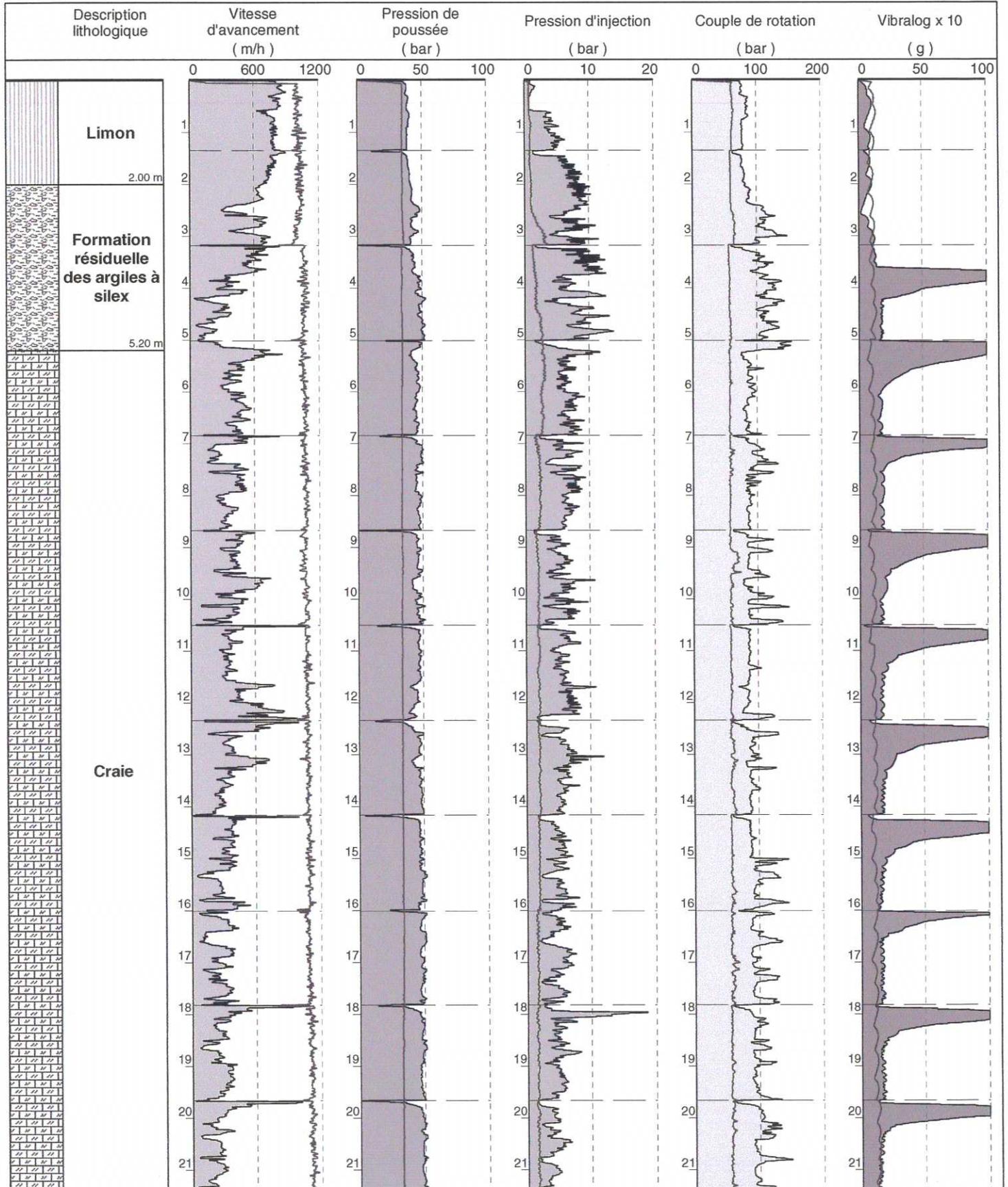
Paramètres de forage

Date : 19/12/2012	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : X retro
Début : 15 h 06	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm
Fin : 15 h 37	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 21.52 m

1/100

**Forage SD02**

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR

Description lithologique	Vitesse d'avancement ( m/h )			Pression de poussée ( bar )			Pression d'injection ( bar )			Couple de rotation ( bar )			Vibralog x 10 ( g )		
	0	600	1200	0	50	100	0	10	20	0	100	200	0	50	100
21.52 m															

JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**SCI TLS Auppegard**

( Contrat : 76036-07 )

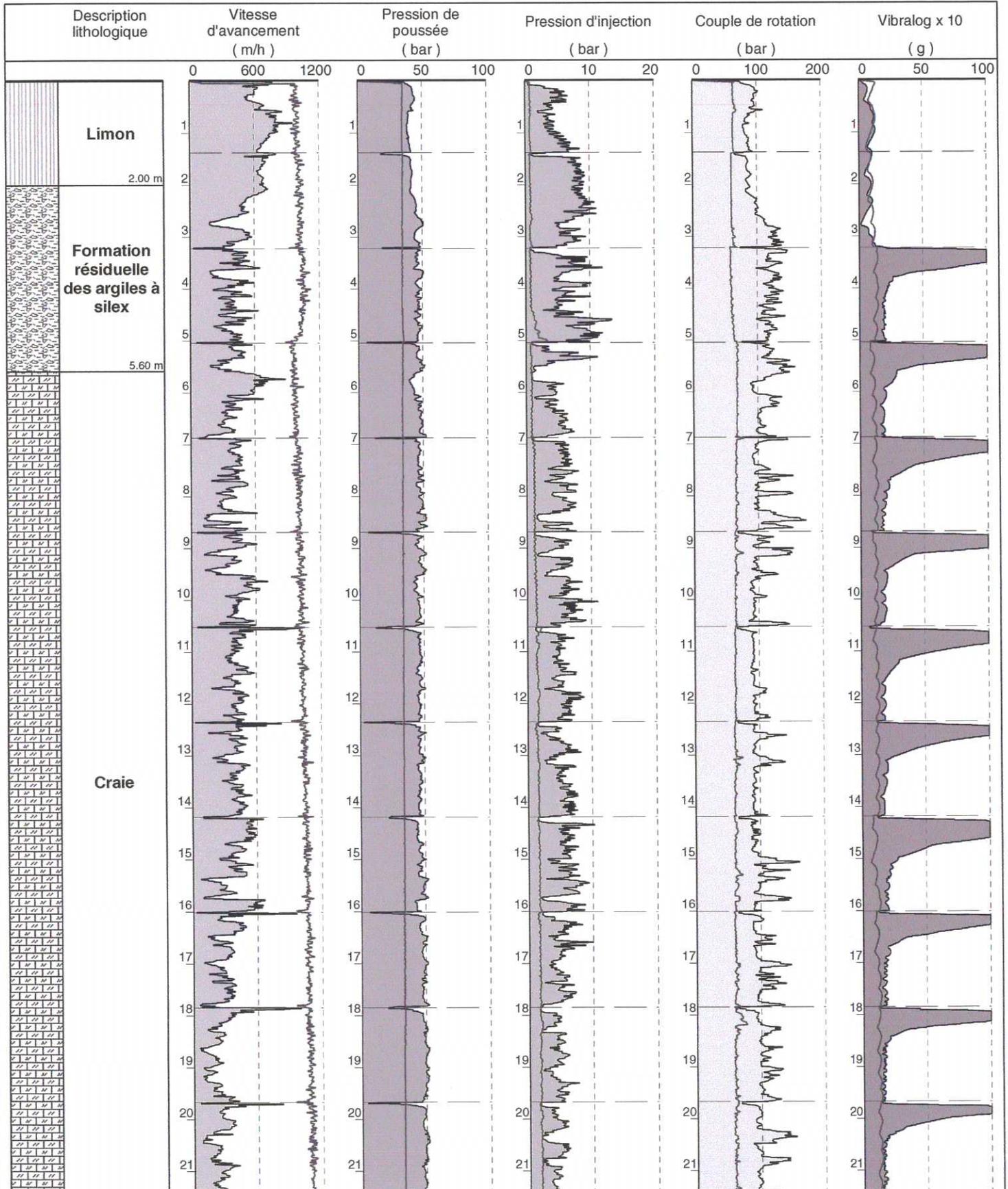
Paramètres de forage

Date : 19/12/2012	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : X retro
Début : 15 h 47	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm
Fin : 16 h 34	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 21.53 m

1/100

**Forage SD03**

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR

Description lithologique	Vitesse d'avancement ( m/h )			Pression de poussée ( bar )			Pression d'injection ( bar )			Couple de rotation ( bar )			Vibralog x 10 ( g )		
	0	600	1200	0	50	100	0	10	20	0	100	200	0	50	100
21.60 m															

JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**SCI TLS Auppegard**

( Contrat : 76036-07 )

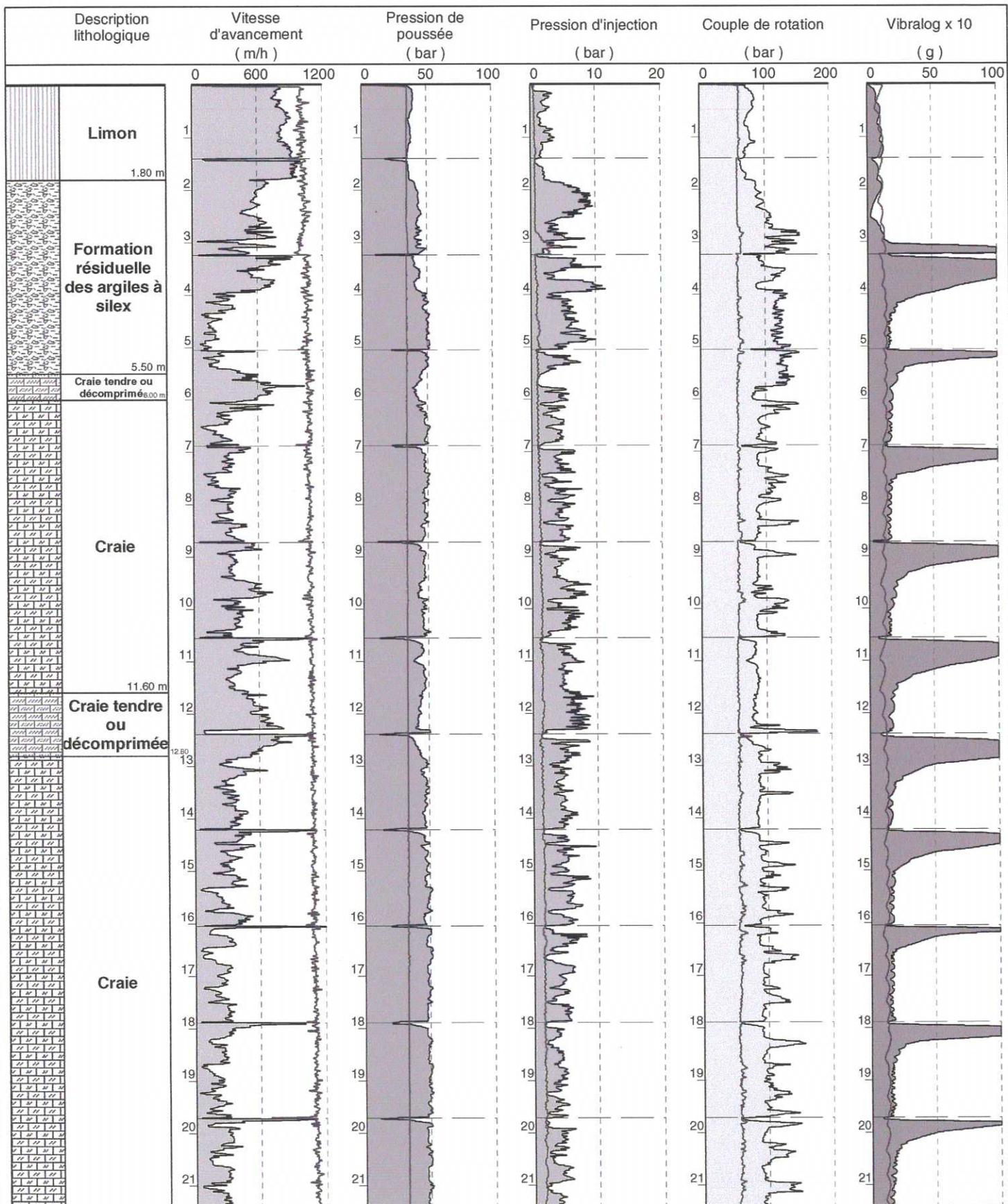
Paramètres de forage

Date : 19/12/2012	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : X retro
Début : 16 h 43	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm
Fin : 17 h 12	Angle : 0°	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 21.57 m

1/100

**Forage SD04**

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR

Description lithologique	Vitesse d'avancement ( m/h )			Pression de poussée ( bar )			Pression d'injection ( bar )			Couple de rotation ( bar )			Vibralog x 10 ( g )		
	0	600	1200	0	50	100	0	10	20	0	100	200	0	50	100
21.97 m															

JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanelutzsa.fr

*explor-e*

**SCI TLS Auppegard**

(Contrat : 76036-07 )

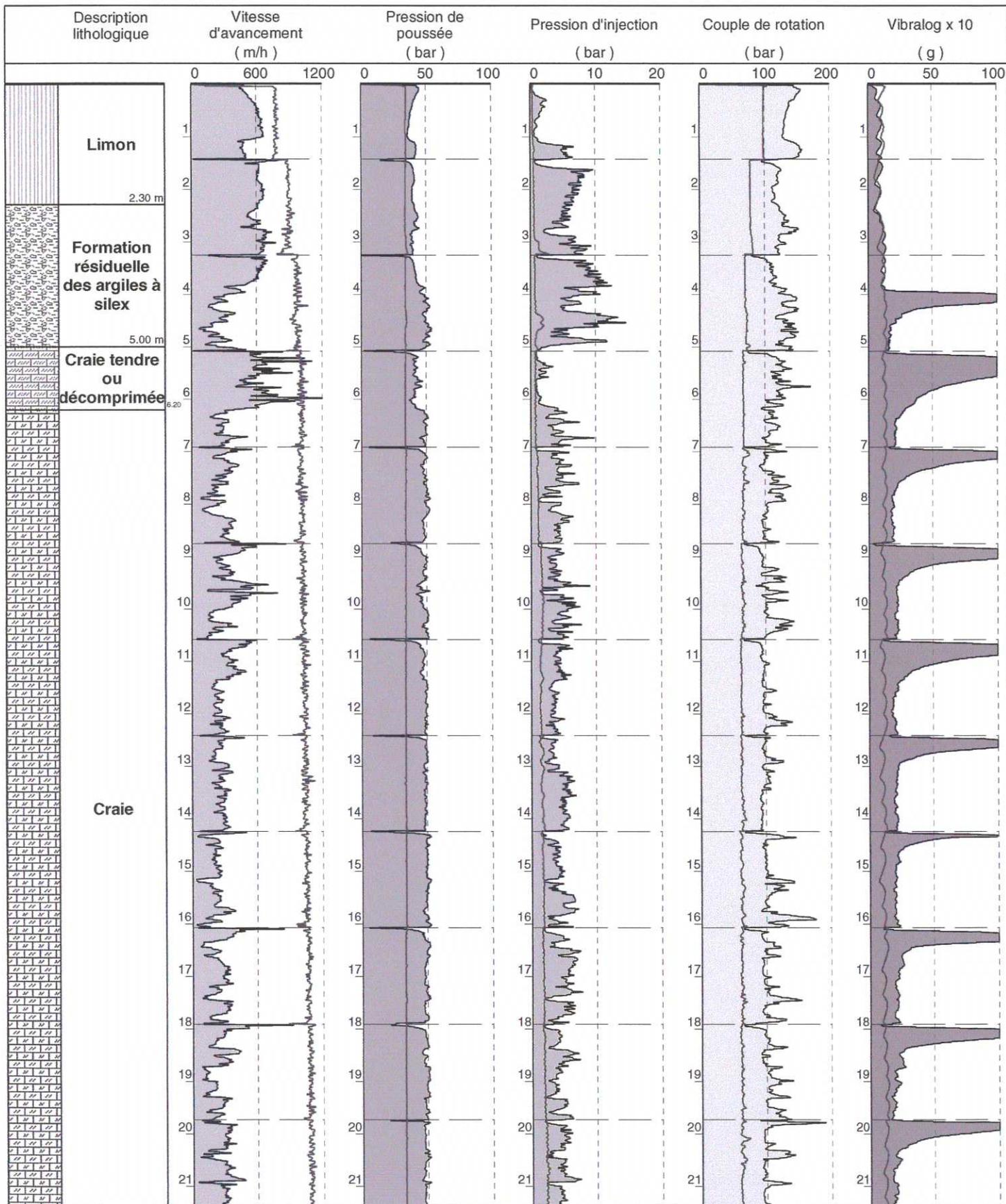
Paramètres de forage

Date : 20/12/2012 Cote NGF : 0.0 m Méthode : Rotoperc Outil : X retro  
 Début : 09 h 42 Machine : Silea Fluide : GSP Diamètre : 102 mm  
 Fin : 10 h 15 Angle : 0 ; Tubage : Non Profondeur : 0.00 - 21.59 m

1/100

**Forage SD05**

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

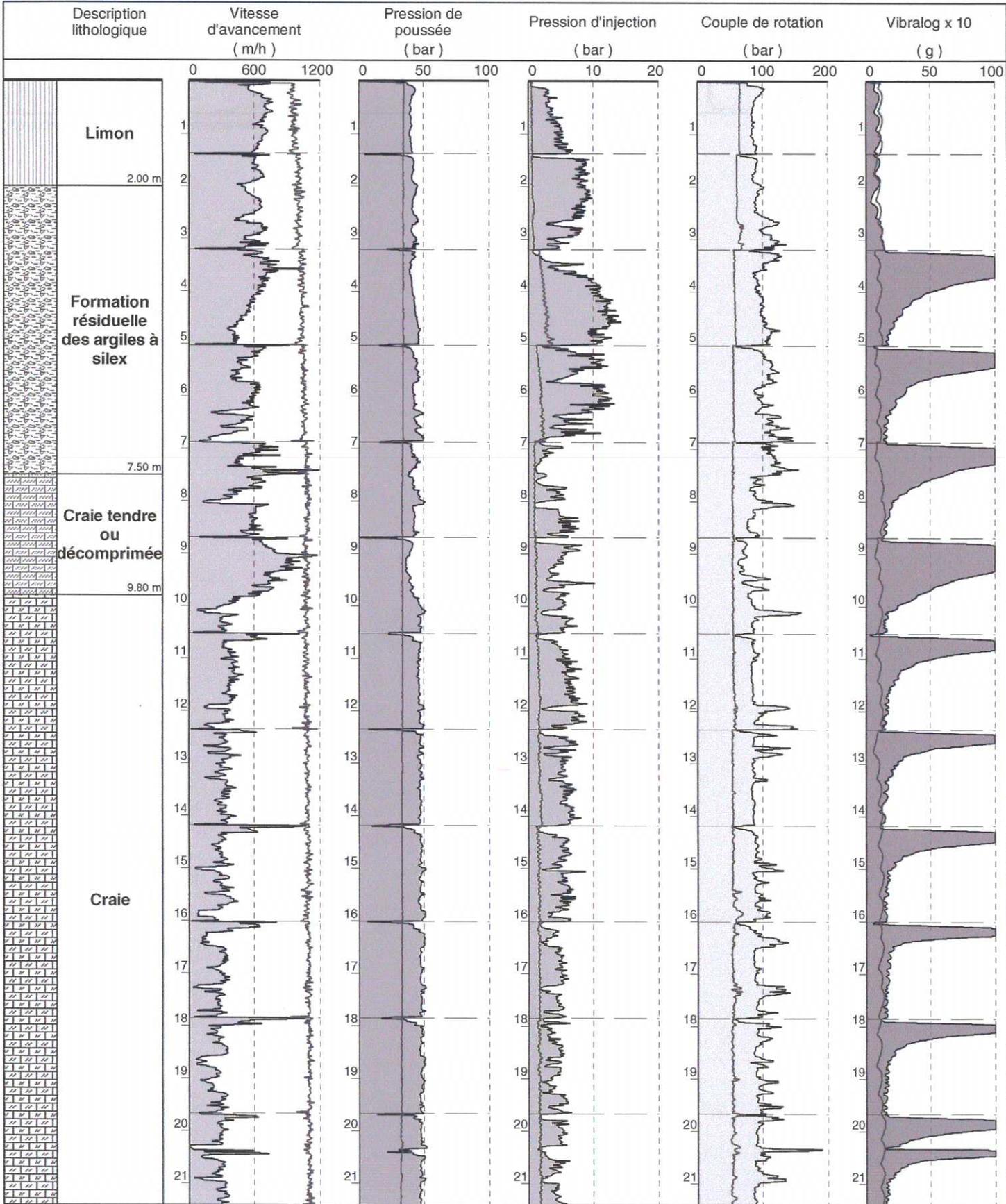
EXEPF 4.44/LB1EPF460FR

Description lithologique	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression de poussée (bar)	Pression d'injection (bar)	Couple de rotation (bar)	Vibralog x 10 (g)
21.59 m	0 600 1200	0 50 100	0 10 20	0 100 200	0 50 100

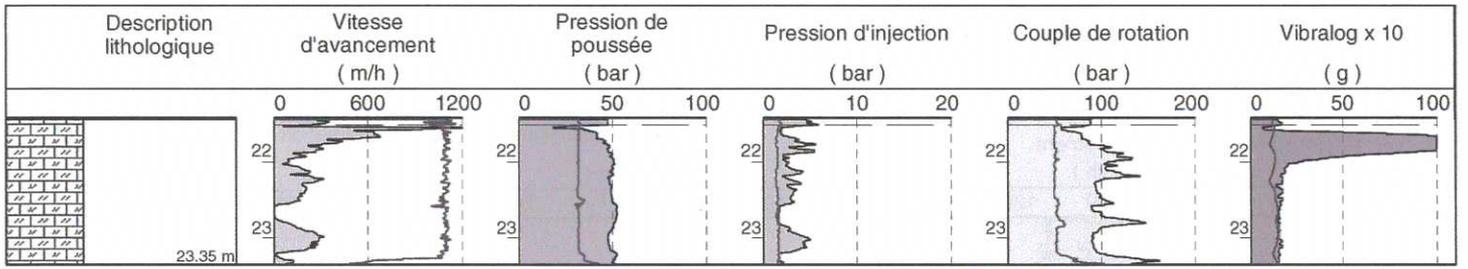
... JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

explor-e	<b>SCI TLS Auppegard</b> Paramètres de forage	( Contrat : 76036-07 )
Date : 20/12/2012 Début : 10 h 31 Fin : 11 h 15	Cote NGF : 0.0 m Machine : Silea Angle : 4°	Méthode : Rotoperc Fluide : GSP Tubage : Non
		Outil : X retro Diamètre : 102 mm Profondeur : 0.00 - 23.35 m

1/100 **Forage SD060B** EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



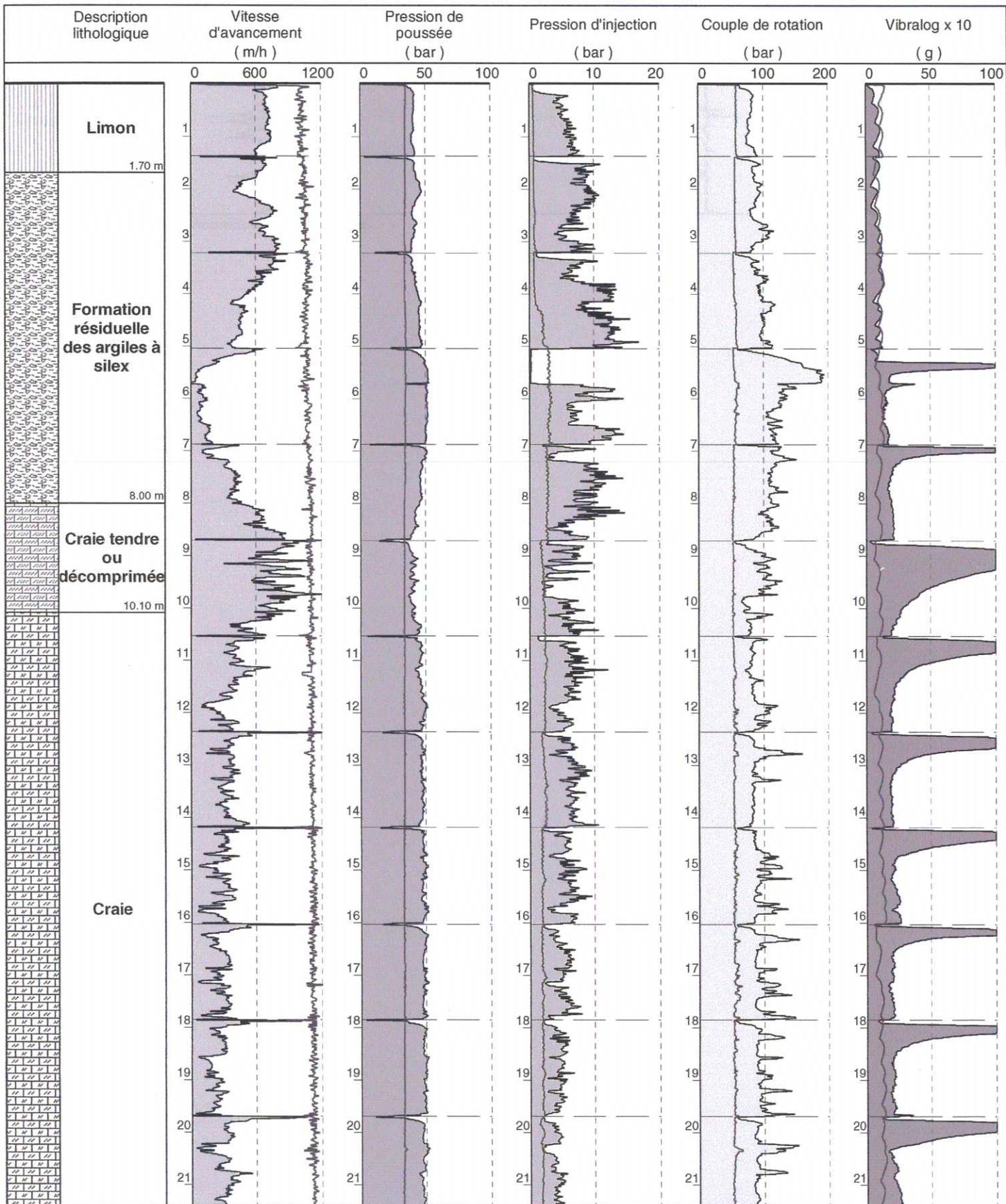
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

explor-e	<b>SCI TLS Auppegard</b> Paramètres de forage	( Contrat : 76036-07 )
Date : 20/12/2012	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc
Début : 11 h 28	Machine : Silea	Fluide : GSP
Fin : 12 h 09	Angle : 0 ;	Tubage : Non
		Outil : X retro
		Diamètre : 102 mm
		Profondeur : 0.00 - 25.20 m

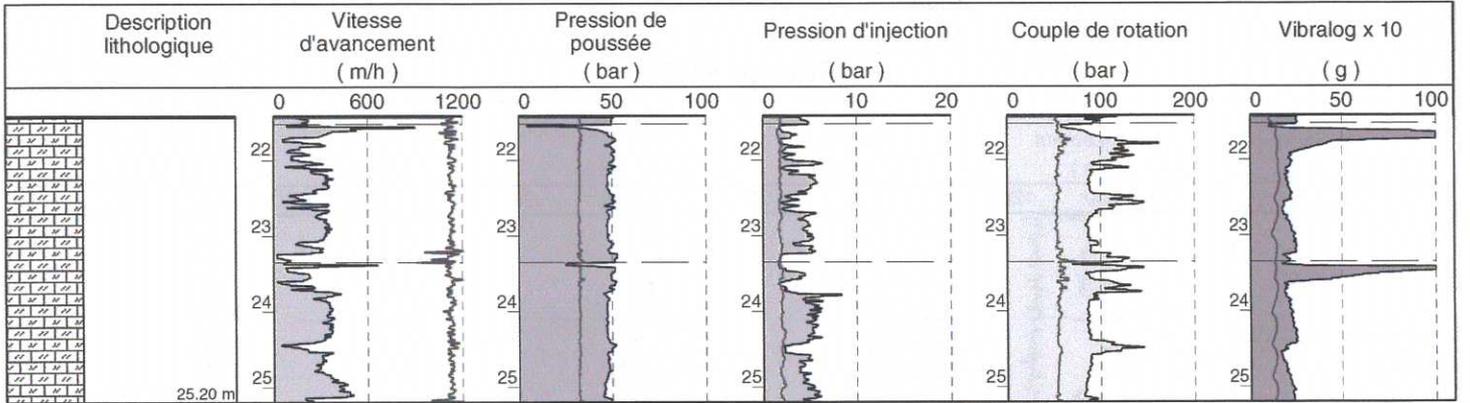
1/100 **Forage SD07** EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Juraçon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**SCI TLS Auppegard**

(Contrat : 76036-07 )

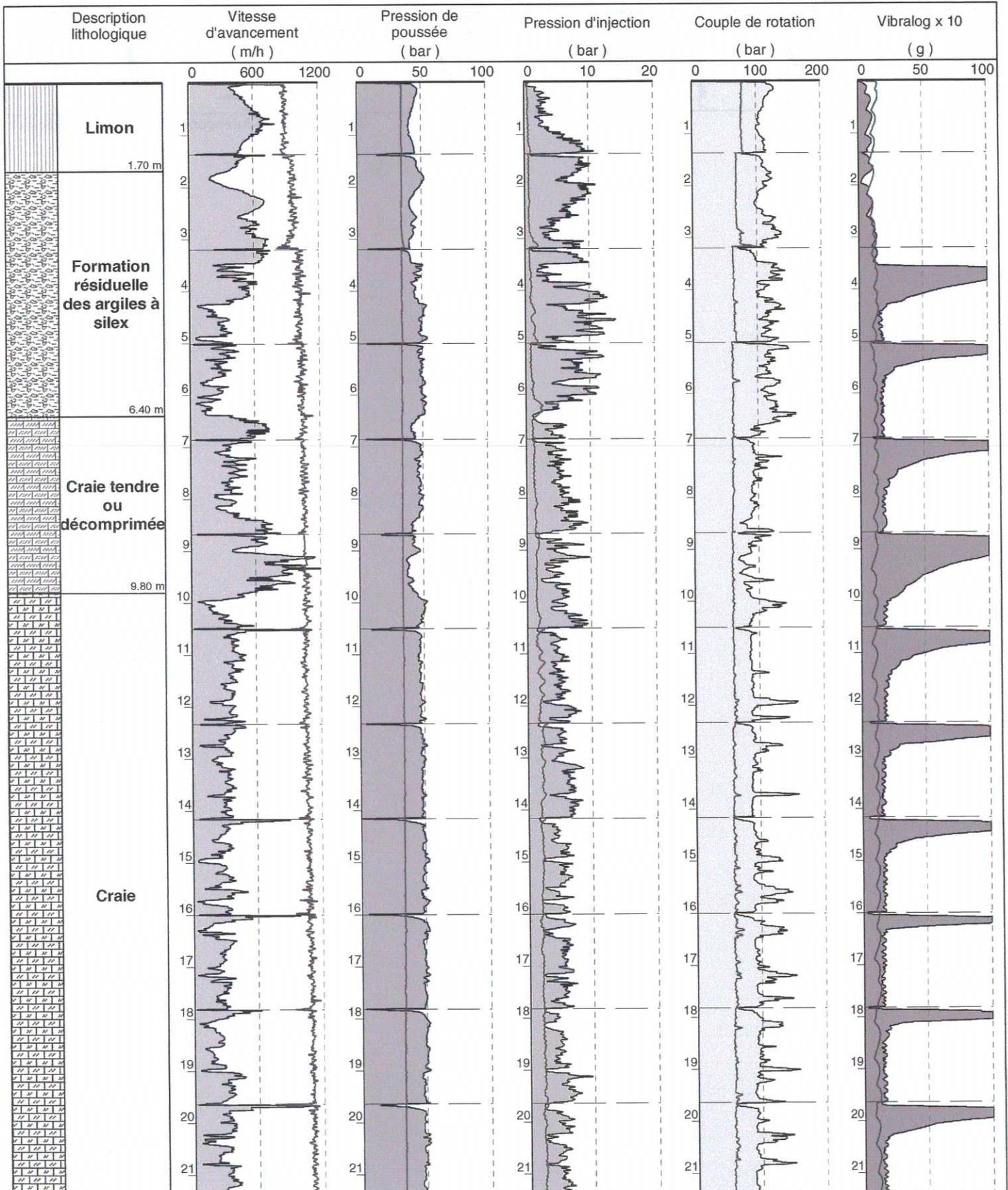
Paramètres de forage

Date : 20/12/2012	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : X retro
Début : 13 h 29	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm
Fin : 14 h 05	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.34 m

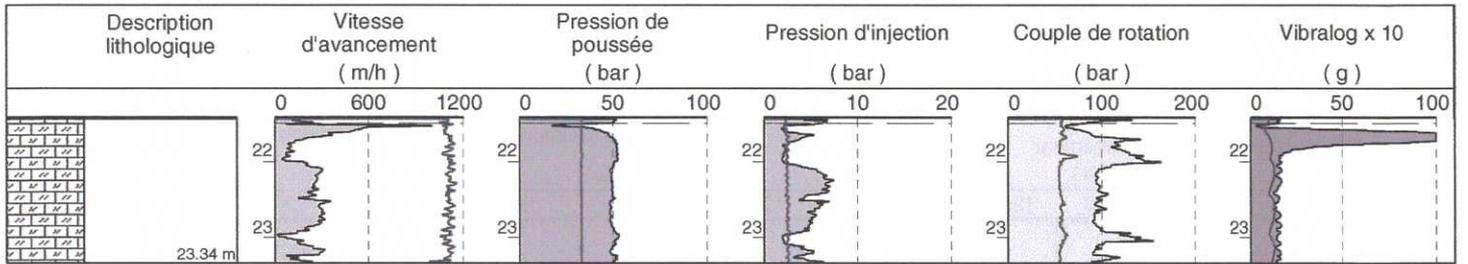
1/100

**Forage SD08**

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Juraçon-France-www.jeanlutzsa.fr



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**SCI TLS Aupegard**

( Contrat : 76036-07 )

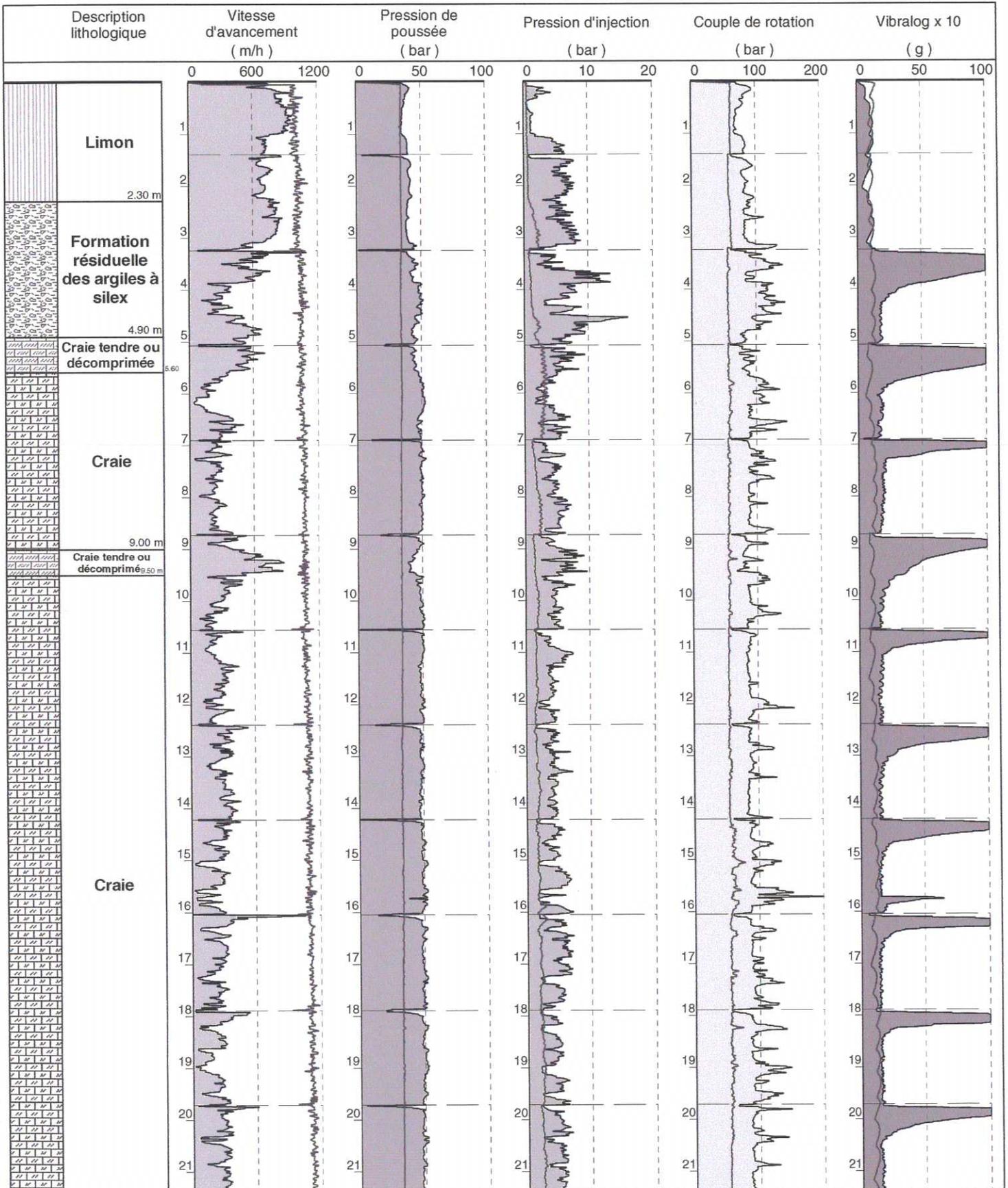
Paramètres de forage

Date : 20/12/2012	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : X retro
Début : 14 h 11	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm
Fin : 14 h 50	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 21.57 m

1/100

**Forage SD09**

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB1EPF460FR

Description lithologique	Vitesse d'avancement ( m/h )	Pression de poussée ( bar )	Pression d'injection ( bar )	Couple de rotation ( bar )	Vibralog x 10 ( g )
21.97 m	0 600 1200	0 50 100	0 10 20	0 100 200	0 50 100

JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

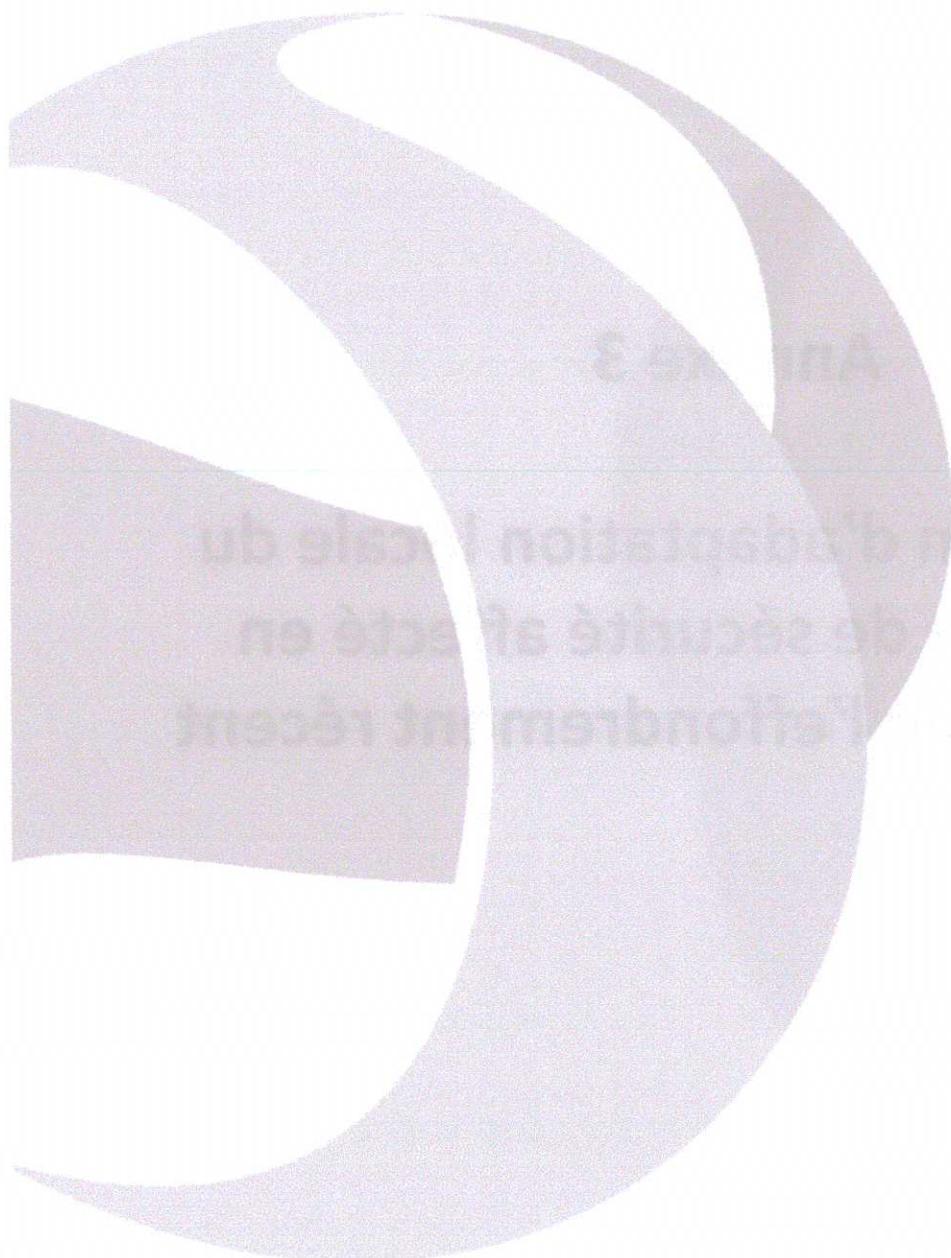
## Annexe 3

# Proposition d'adaptation locale du périmètre de sécurité affecté en périphérie de l'effondrement récent

SCI TLS

Commune d'Aupegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement



**Maître d'ouvrage :** SCI TLS  
**Opération :** Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines  
**Mission :** Vérification de l'absence de vides souterrains à proximité d'un effondrement  
**Référence :** 76036-07 - Décembre 2012



Echelle : 1/600

Proposition d'adaptation du périmètre de sécurité de l'indice



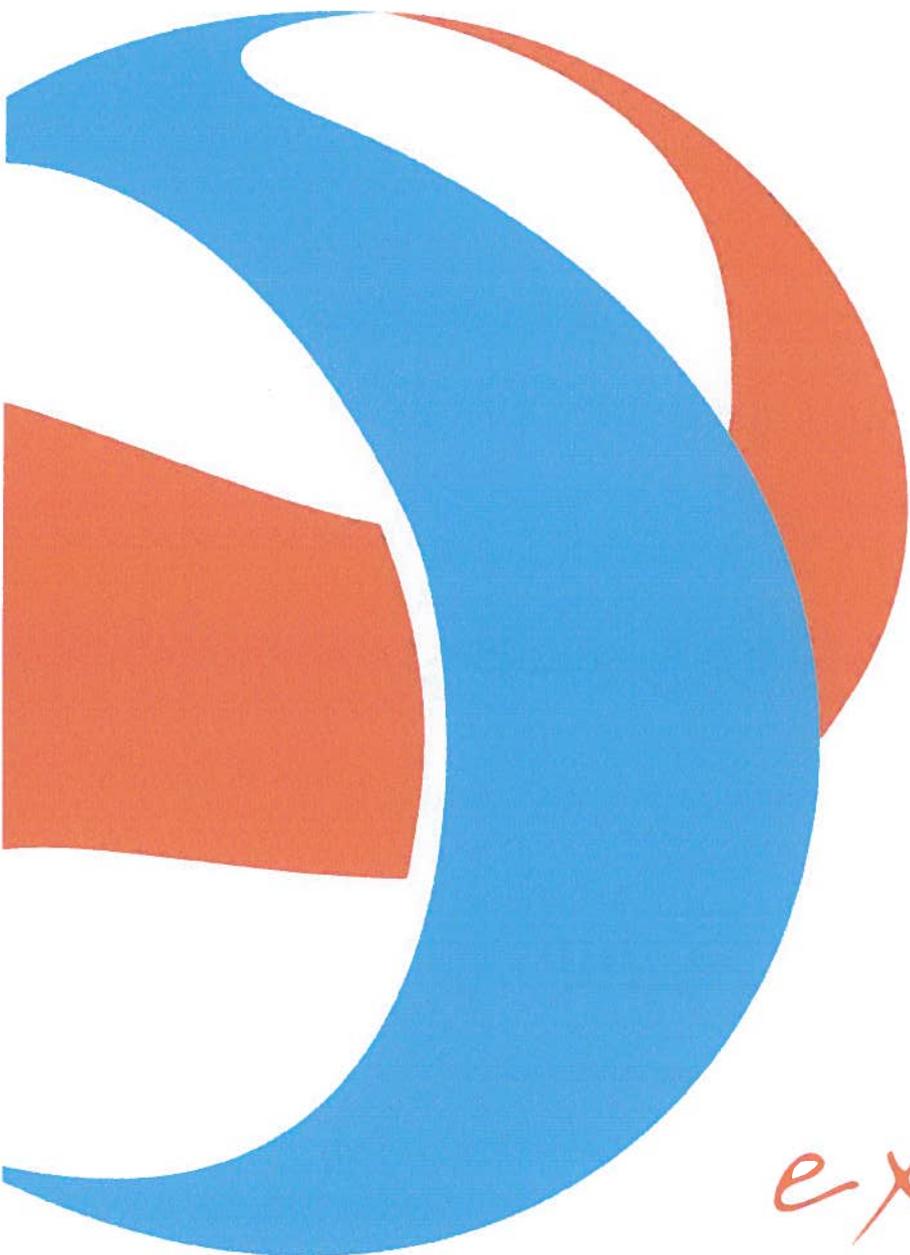
76036-08

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard -  
Gestion des risques liés aux cavités souterraines

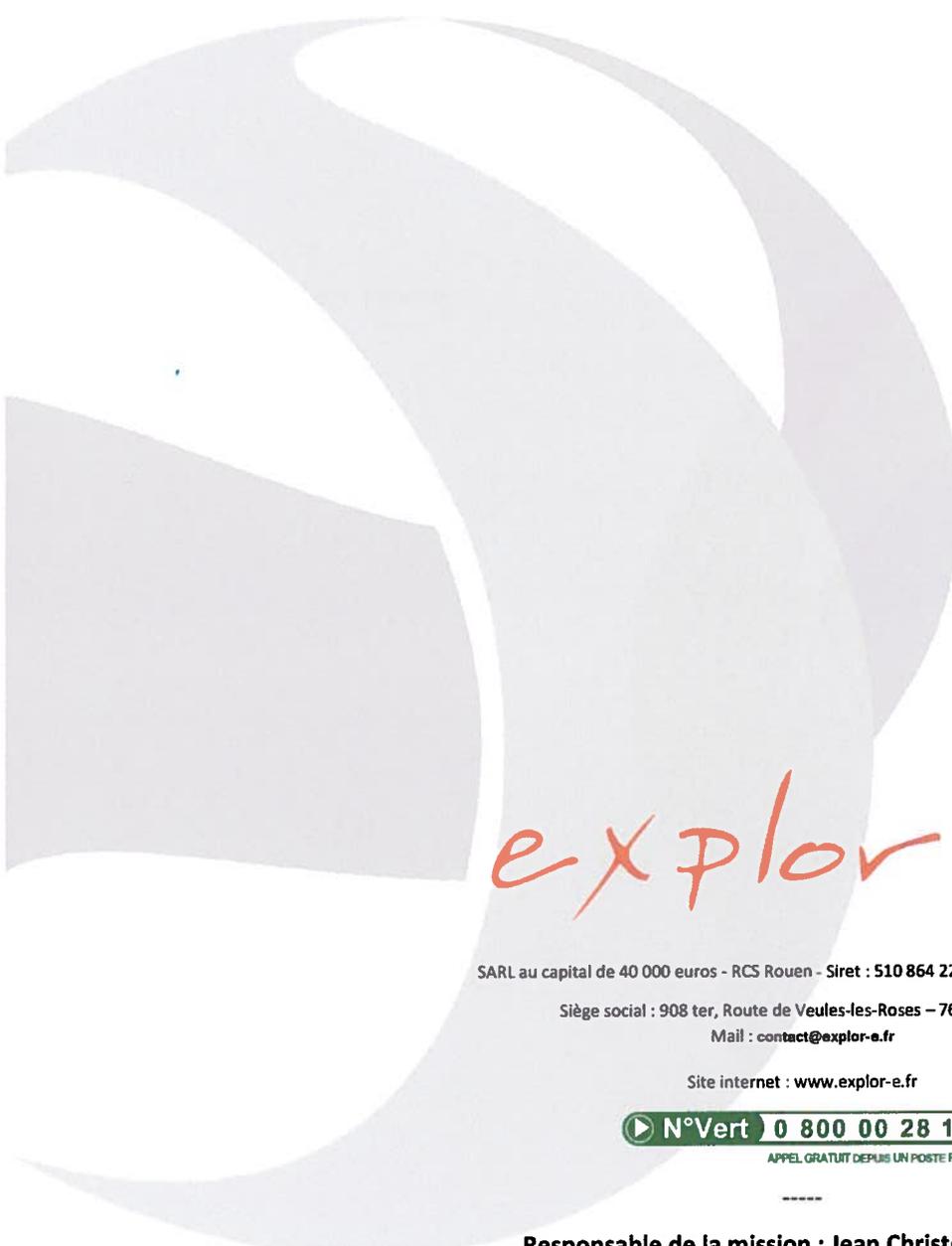
Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Version A du 31 janvier 2013



explor-e

*Solutions risques naturels hydrogéologie et environnement*



explor-e

SARL au capital de 40 000 euros - RCS Rouen - Siret : 510 864 226 000 20 - APE : 7112B

Siège social : 908 ter, Route de Veules-les-Roses – 76760 Yerville

Mail : [contact@explor-e.fr](mailto:contact@explor-e.fr)

Site internet : [www.explor-e.fr](http://www.explor-e.fr)

▶ N°Vert 0 800 00 28 12

APPEL GRATUIT DEPUIS UN POSTE FIXE

-----

**Responsable de la mission : Jean Christophe SERVY**



---

## Sommaire général

---

<b>1</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPTIF OPÉRATIONNEL – RÉSULTATS.....</b>	<b>13</b>
	<b>3.1 Descriptif opérationnel</b>	<b>13</b>
	<b>3.2 Résultats</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>INSPECTIONS VIDÉO.....</b>	<b>23</b>
	<b>4.1 Inspection vidéo sur SD5</b>	<b>23</b>
	<b>4.2 Inspection vidéo sur SD8</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>29</b>

## Sommaire des illustrations

### Liste des schémas

Schéma 1.....	: Localisation de l'impasse de Mottes Report sur fond IGN Geoportail ©	1
Schéma 2.....	: Localisation de l'impasse de Mottes Report sur fond cadastral	2
Schéma 3.....	: Localisation de l'effondrement - Report sur fond cadastral	3
Schéma 3.....	: Extension du périmètre de sécurité lié au nouvel indice - Report sur fond cadastral	6
Schéma 9.....	: Récolement des sondages réalisés par explor-e pour le compte de la SDI TLS Report sur fond cadastral	7
Schéma 9.....	: Implantation prévisionnelle des sondages prévus par explor-e pour le compte de la commune d'Auppegard au démarrage de la mission (ligne magenta / les symboles verts représentant les sondages réalisés pour le compte de la SCI TLS - Report sur fond cadastral)	8
Schéma 4.....	: Illustration simplifiée de l'interprétation	12
Schéma 5.....	: Variation d'épaisseur des limons	14
Schéma 6.....	: Variation d'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex	14
Schéma 7.....	: Variation de l'altitude du toit de la craie par rapport au terrain naturel	15
Schéma 8.....	: Profondeur totale de craie traversée et localisation des zones plus tendres et/ou décomprimées	15
Schéma 8.....	: Coupe lithologique au niveau des sondages ayant traversé des vides francs	16
Schéma 8.....	: Extrait de l'enregistrement des paramètres sur SD5	17
Schéma 8.....	: Extrait de l'enregistrement des paramètres sur SD7	18
Schéma 8.....	: Extrait de l'enregistrement des paramètres sur SD5	19
Schéma 9.....	: Récolement des sondages réalisés – report sur fond cadastral	20
Schéma 10.....	: Synthèse lithologique établie à partir des sondages destructifs profonds	21
Schéma 10.....	: Report des mesures télémétriques réalisées sur SD5 – caractérisation de la partie visible de la carrière souterraine	25
Schéma 10.....	: Synthèse de la connaissance relative à la carrière souterraine sise partiellement impasse de Mottes	28

## Contexte et objectifs de la mission

L'impasse des Mottes est située au nord-est du bourg de la commune d'Auppegard (76). Il s'agit d'une voie permettant la desserte de plusieurs habitations sous compétence communale. **On notera qu'elle constitue l'unique possibilité d'accès aux habitations situées dans ce secteur.**

On se référera aux schémas ci-dessous et page suivante.

Schéma 1 : Localisation de l'impasse de Mottes  
Report sur fond IGN Geoportail ©

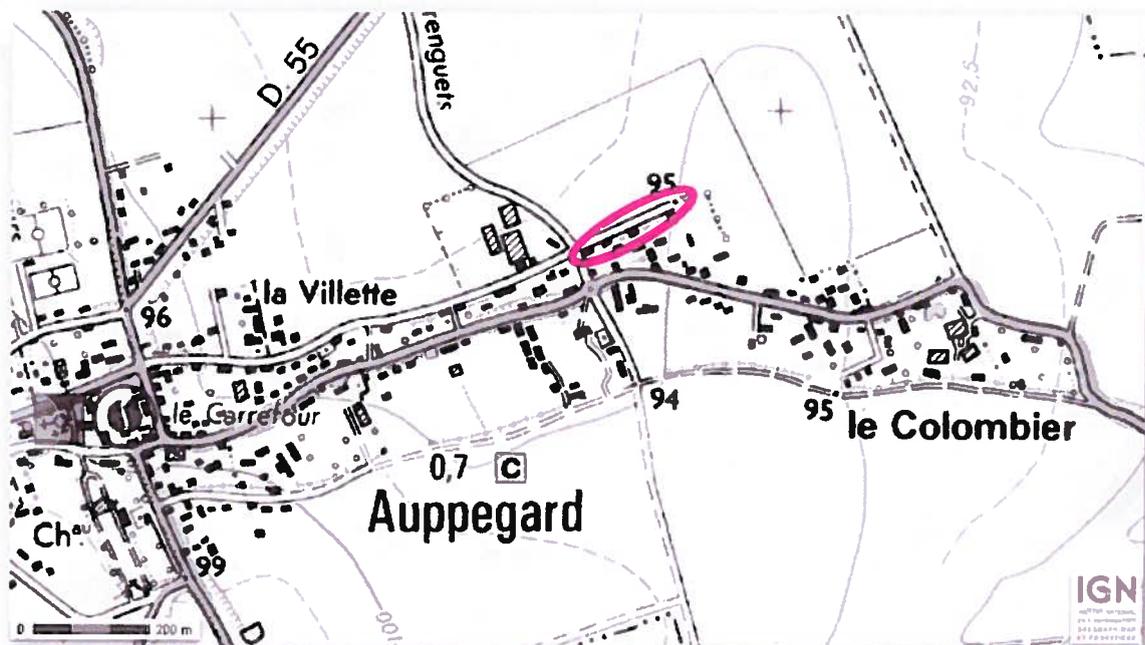
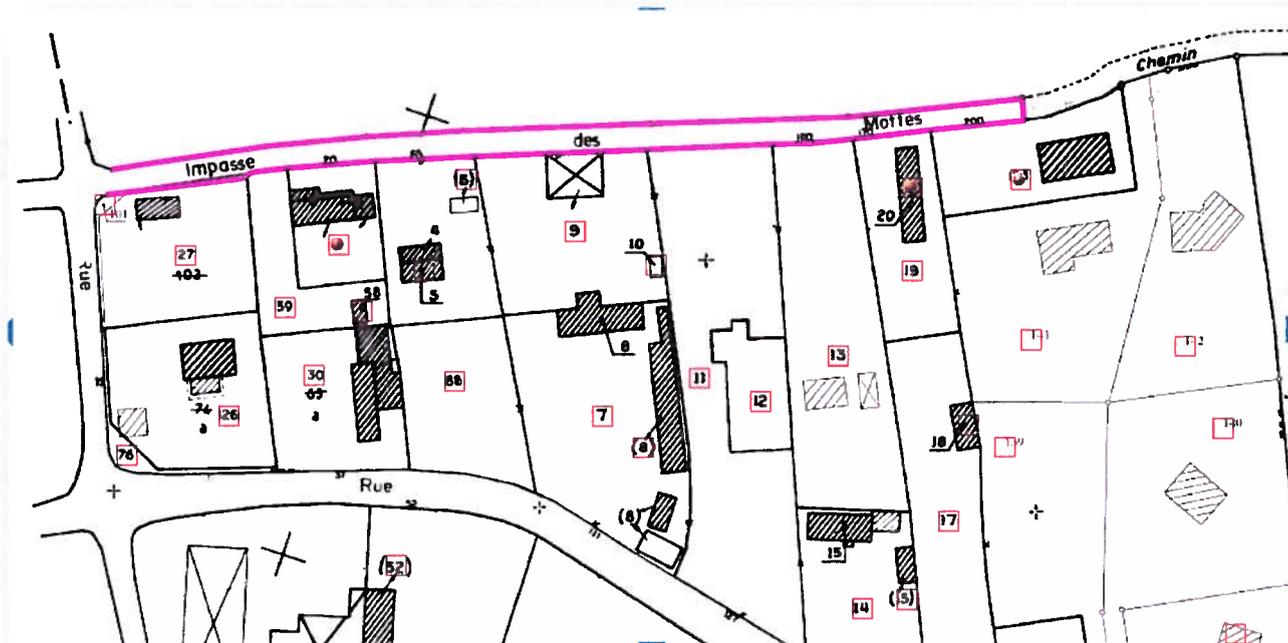


Schéma 2 : Localisation de l'impasse de Mottes  
Report sur fond cadastral



Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012, le BRGM est intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.

On se référera :

- ✓ Aux clichés pris le jour de l'apparition de l'effondrement présentés page suivante ;
- ✓ Au schéma de localisation de l'effondrement présenté page suivante ;
- ✓ Au diagnostic du BRGM présenté en annexe 1.

Annexe 1 : Copie du rapport de primo-diagnostic du BRGM – mail du 4/11/2012

Clichés : Prises de vues de l'effondrement le jour de son apparition

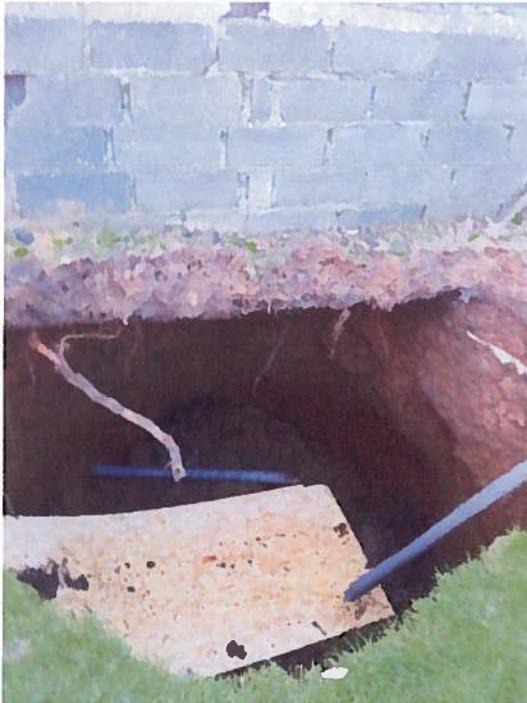
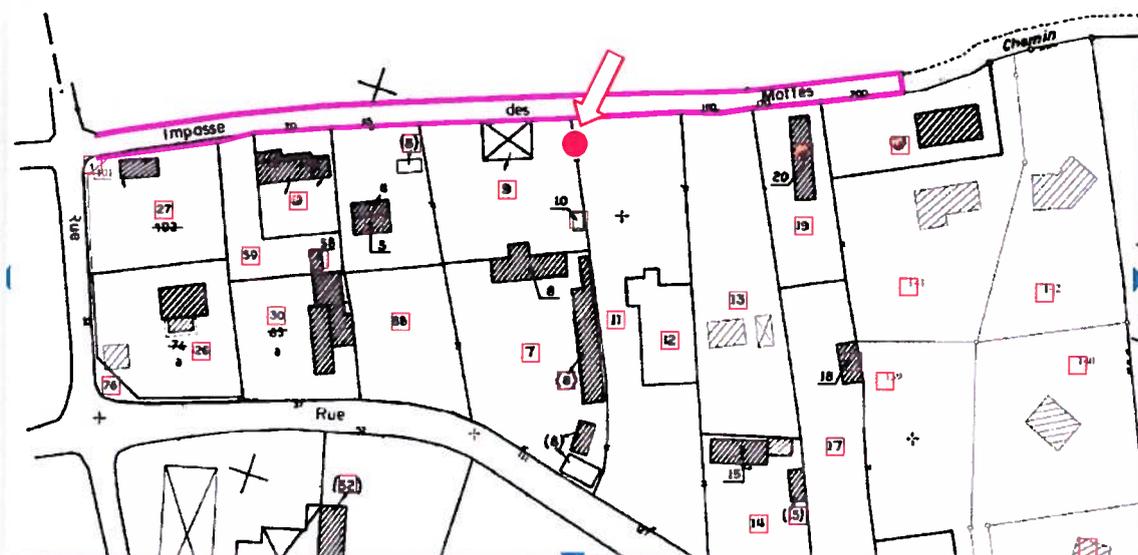


Schéma 3 : Localisation de l'effondrement - Report sur fond cadastral





Selon le diagnostic du BRGM, l'effondrement qui avait initialement une forme pseudocirculaire de 2.5 à 3.0m de diamètre pour une profondeur de 6.5m allait rapidement évoluer pour atteindre le 3 novembre un diamètre de 3.7 à 4.0m pour une profondeur variant entre 4.0 et 4.5m soit un volume de vide d'une cinquantaine de m3.

Toujours le 3 novembre, l'effondrement était situé à 5.7m de l'habitation la plus proche et 7m de la chaussée de l'impasse.

Cet effondrement allait alors être unanimement interprété comme la ruine d'une cavité en profondeur (dont l'origine reste à définir, mais très probablement une marnière) suite aux très fortes pluies de l'automne 2012. Le phénomène ayant pu être initié ou accentué par la présence d'un drain permettant l'infiltration des eaux pluviales au droit du secteur.

Au terme du diagnostic d'urgence, compte tenu de l'éloignement de la maison la plus proche et de la chaussée de l'impasse, le BRGM n'a pas jugé opportun de considérer que la situation d'un état de péril grave et imminent. Toutefois, compte tenu de la proximité de l'effondrement et de l'enjeu, le BRGM a recommandé « l'intervention dans les plus brefs délais d'un bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs...)... ».

En complément de ces prescriptions, la commune d'Auppegard prenait un arrêté afin de limiter la circulation sur la rue des Mottes aux véhicules d'un PTAC inférieur à 3,5T, situation particulièrement préjudiciable dans l'état puisque rendant difficile la finalisation d'un pavillon en construction.

En date du 12 novembre 2012, la cavité avait été partiellement comblée (côté de la parcelle de la SCI TLS afin d'éviter l'extension de l'effondrement en direction de l'habitation du fait de la décompression des matériaux en bordure du vide.

On se référera aux clichés pages suivantes.

**Cliché** : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis la parcelle de la SCI TLS



**Cliché** : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis l'impasse des Mottes 1/2



Cliché : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis l'impasse des Mottes 2/2



En complément, en accord avec la doctrine relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, la commune d'Auppegard allait définir un périmètre de sécurité de 60m de rayon à ce nouvel indice. On se référera au schéma ci-dessous.

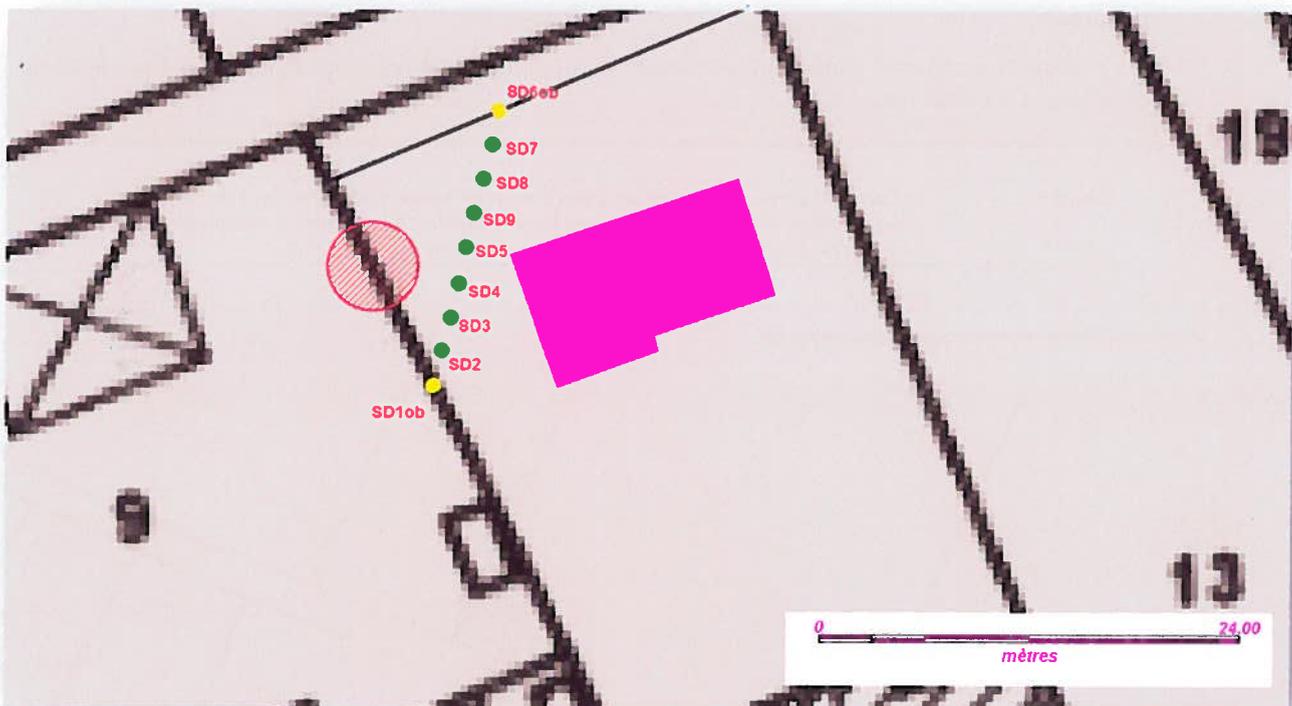
Schéma 4 : Extension du périmètre de sécurité lié au nouvel indice - Report sur fond cadastral



L'emplacement de l'effondrement (au droit d'un mur mitoyen, à proximité de la chaussée de l'impasse) induisait une intervention « multi maître d'ouvrages », difficilement organisable dans l'état.

Devant cette situation, la SCI TLS a décidé dans une première étape de mettre en œuvre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche. 9 sondages profonds allaient ainsi être réalisés par explor-e dans l'angle de la parcelle. On se référera au schéma ci-dessous.

Schéma 5 : Récolement des sondages réalisés par explor-e pour le compte de la SDI TLS  
Report sur fond cadastral



Aucun vide naturel ou anthropique n'ayant été observé au niveau de la zone investiguée lors de foration ou interprété sur les diagraphies. Explor-e allait proposer :

- Une adaptation locale du périmètre de sécurité lié à l'indice ;
- La poursuite du comblement de l'indice avec des matériaux inertes (tout venant ou graves de mer) afin de limiter les risques de décompression des terrains périphériques.

L'objectif de la présente mission a consisté à mettre en œuvre un programme de reconnaissance complémentaire, par sondages destructifs profonds (conformément aux prescriptions des services de la DDTM et du diagnostic d'urgence du BRGM) permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains sous la voie communale.

L'objectif initial, arrêté en concertation avec la commune d'Auppegard était ainsi l'adaptation du périmètre de sécurité uniquement au niveau de l'impasse des Mottes afin de permettre son éventuelle réouverture aux véhicules de PTAC > 3.5 Tonnes.

Le programme ainsi retenu envisageait la réalisation de 11 sondages en continuité des 9 réalisés pour le compte de la SCI TLS (espacement 2m) :

- 8 sondages en bordure de l'impasse des Mottes ;
- 3 sondages en propriété privée afin de « refermer la zone investiguée en direction de la voie communale.
- On se référera au schéma ci-dessous présentant le programme de reconnaissance initialement retenu par la commune d'Auppegard.

Schéma 6 : Implantation prévisionnelle des sondages prévus par explor-e pour le compte de la commune d'Auppegard au démarrage de la mission (ligne magenta / les symboles verts représentant les sondages réalisés pour le compte de la SCI TLS - Report sur fond cadastral)



## 2

# Méthodologie

La vérification de l'absence de vides ou de zones décomprimées a été réalisée par la mise en œuvre de forages destructifs par méthode rotopercussion dont le protocole est présenté ci-dessous.

Le principe de la rotopercussion fait appel à un dispositif associant la rotation et la frappe par un marteau hydraulique situé en surface, l'impact étant transmis à l'outil situé au fond du trou par l'intermédiaire du train de tiges.

Les sondages ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse sur chenillard EMCI Silea.



Les forages ont été réalisés en diamètre 102 mm. Nous rappellerons que le diamètre minimal à mettre en œuvre dans le cadre de la recherche de cavités souterraines afin de respecter les prérogatives des services de l'État est de 89 mm.

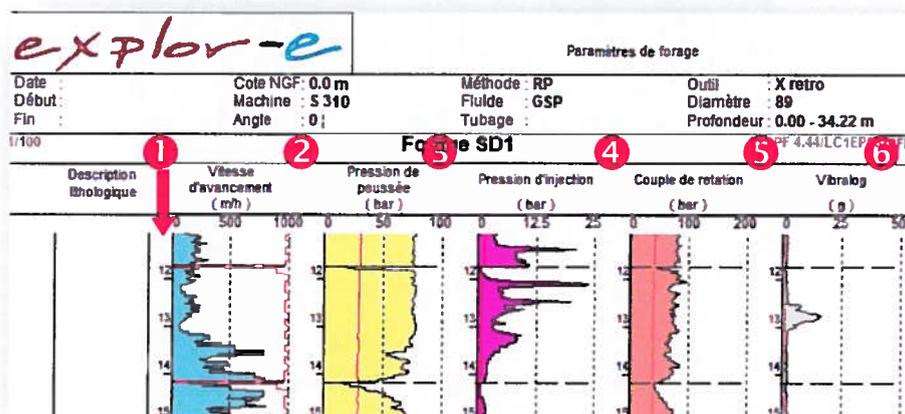
Le recours à un diamètre de sondage relativement important permet en effet de limiter les frottements du train de tige (38 mm) contre les parois du forage, favorisant ainsi des chutes d'outils franches au niveau d'éventuelles cavités.

- La rotation pure a été privilégiée, la percussion n'étant véritablement déclenchée qu'au niveau des bancs les plus durs (en particulier bancs de silex) ;
- Les pressions exercées sur l'outil, la vitesse de rotation et la pression d'injection ont été maintenues les plus faibles possible et constantes dans le temps afin de permettre une différenciation qualitative fine des formations traversées ;
- En complément, les observations réalisées sur les échantillons remontés en surface (« cuttings ») ont permis l'établissement d'une coupe de terrain (log géologique) détaillée ;
- Les paramètres de forage ont fait l'objet d'un enregistrement numérique ( doublé d'une impression de sauvegarde).

L'enregistrement des paramètres de forage consiste à mesurer et enregistrer, pendant le forage, des grandeurs physiques, dont les variations sont en corrélation avec les propriétés géomécaniques des terrains traversés.

La métrologie ainsi que l'enregistrement des paramètres de forage ont été assurés par des équipements Jean-Lutz et comprenaient les paramètres suivants :

1. Profondeur ;
2. Vitesse instantanée d'avancement (VIA) – figuré bleu clair ;
3. Pression de poussée et de retenue (PO) – figuré jaune ;
4. Pression d'injection du fluide de forage (eau + polymère biodégradable permettant d'augmenter la viscosité) – figuré magenta ;
5. Couple de rotation (CR) – figuré rouge ;
6. Vibralog (Percussion réfléchie) – figuré gris. On se référera au schéma ci-dessous.





**Pour simplifier, la recherche de vides sur les enregistrements de paramètres de forage se résume généralement à rechercher les zones où les paramètres de forage se rapprocheront des valeurs qu'ils atteindraient lors de la traversée d'un vide (vitesse d'avancement de l'ordre de 1 000 m/h / perte d'injection / chute du couple de rotation...).**

Afin de confirmer les éventuels vides et faciliter l'interprétation des données enregistrées, explor-e met en œuvre la procédure ECL développée spécifiquement par la société Jean Lutz dans le cadre de recherche de vides.

La procédure ECL permet de connaître, a priori, l'amplitude de chaque paramètre lorsque le forage traverse un vide. La présentation graphique de l'ECL met immédiatement en évidence la traversée d'un vide franc par simple examen des enregistrements. C'est une aide précieuse à l'interprétation facilitant la distinction entre vides francs et zones très décomprimées.

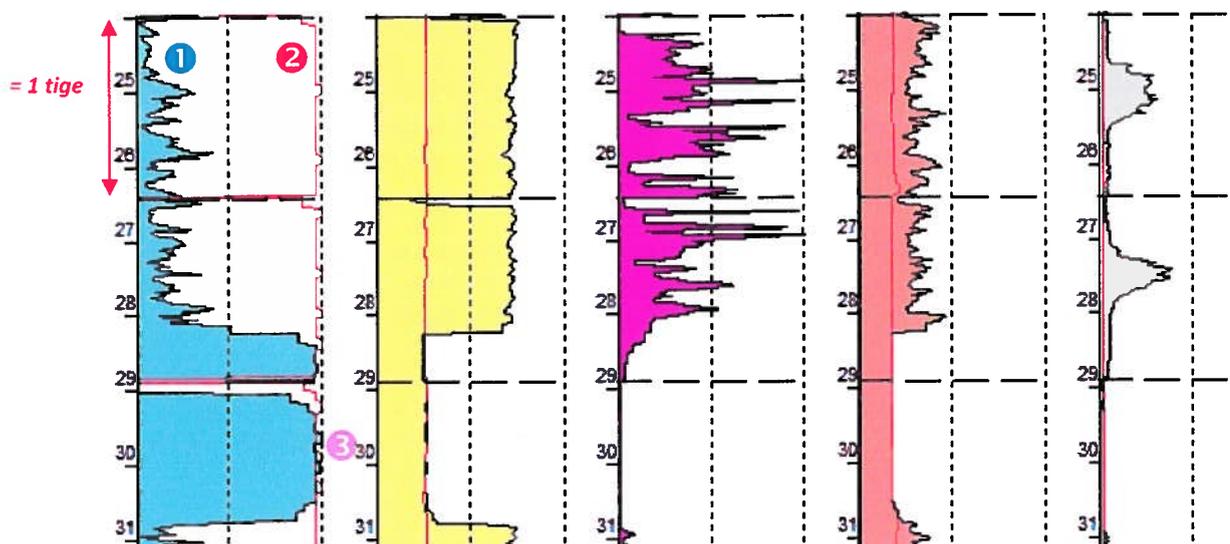
La procédure ECL prend automatiquement en compte tous les facteurs qui influent, ou non, sur l'amplitude des paramètres lors de la traversée d'un vide : profondeur, poids des tiges, caractéristiques hydrauliques de la machine, qualité des parois du trou, etc.

Après avoir foré la longueur d'une tige et réalésé le trou par des passages successifs, l'opérateur repositionne l'outil à la hauteur où il était initialement puis débloque le frein de la machine tout en enregistrant les paramètres comme lors de la foration initiale.

**Ce second enregistrement qui correspond donc à un enregistrement « de vide » (car réalisé dans un trou déjà foré) est superposé sur le graphique initial ce qui permet, en lecture directe, la comparaison entre les paramètres enregistrés lors de la foration et les paramètres qui auraient été enregistrés si le forage avait traversé un vide souterrain.**

On se référera au graphique présenté page suivante.

Schéma 7 : Illustration simplifiée de l'interprétation



**Foration au niveau d'une zone ne présentant ni vide, ni zone décomprimée**

- ① : Enregistrement de la vitesse d'avancement lors du forage ;
- ② : Enregistrement de la vitesse d'avancement dans le trou déjà foré - procédure ECL  
Tracé rouge

=

**Tracés distincts**

**Foration au niveau d'une zone présentant un vide franc : ③**

=

**Tracés très proches, voire identiques**

## Descriptif opérationnel – Résultats

### 3.1 Descriptif opérationnel

Douze (12) sondages (dont 1 oblique) ont été réalisés pour le compte de la commune d'Auppegard en complément des 9 sondages réalisés pour le compte de la SCI TLS.

L'opération a été menée lors de 2 périodes distinctes :

- SD1 à SD8 : du 4 au 8 janvier 2013 ;
- SD9 à SD12 : le 29 janvier 2013.

Conformément à la doctrine départementale relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, les sondages ont pénétré de plus de 15m dans la formation crayeuse. On notera que cette profondeur de reconnaissance a été maintenue également sur les forages présentant des vides afin de s'assurer de l'existence d'un seul niveau.

La profondeur totale reconnue est ainsi comprise entre 21.5m et 25.2m, 23.2 en moyenne (sur le programme communal)

On se référera au tableau ci-dessous ainsi qu'à l'annexe 2.

	SD10	SD9 obl	SD1	SD2	SD3	SD4
Total	21.5	23.4	21.5	23.4	25.2	23.4
Total craie	16.5	17.7	16.0	16.6	16.3	15.9

	SD5	SD6	SD7	SD8	SD11	SD12
Total	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4
Total craie	17.3	16.9	13.8	16.1	16.4	16.7

	Min	Max	Moy
Total	21.5	25.2	23.2
Total craie	13.8	17.7	16.3

Annexe 2 : *Diagraphies interprétées (paramètres de forage)*



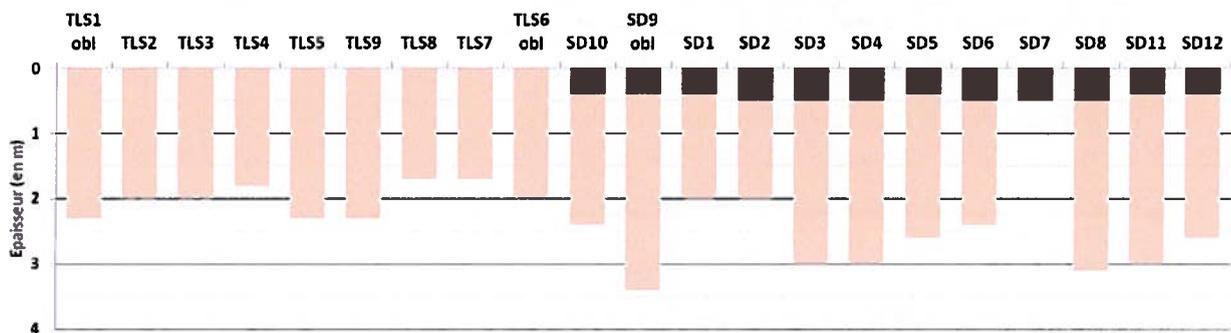
## 3.2 Résultats

Les différents sondages ont permis de reconnaître une coupe géologique « classique » de la région, à savoir une couverture limoneuse recouvrant la formation résiduelle des argiles à silex elle-même sus-jacente aux formations crayeuses qui constituent l'ossature du plateau.

Les données présentées à la suite intègrent les résultats des opérations de reconnaissance pour le compte de la commune d'Appegard mais également pour le compte de la SCI TLS.

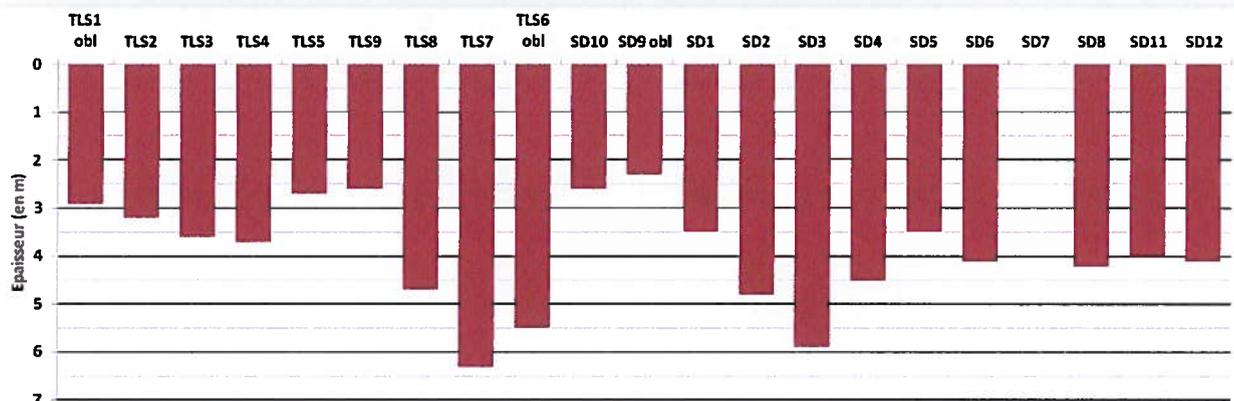
- ✓ **Limons** : Épaisseur comprise entre 1.5m (SD2) et 3.0m (SD9), 2.1m en moyenne. On notera que ces limons sont recouverts d'une couche de remblais de 0.4 à 0.5m d'épaisseur au niveau de la voirie communale.

Schéma 8 : Variation d'épaisseur des limons



- ✓ **Formation résiduelle des argiles à silex** : L'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex est comprise entre 2.3m (SD9 obl) et 6.3 m (TLS7), 3.9m en moyenne. Les variations de l'épaisseur totale de cette formation sont liées à la surface irrégulière de l'interface entre la formation résiduelle des argiles à silex et la craie sous-jacente.

Schéma 9 : Variation d'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex

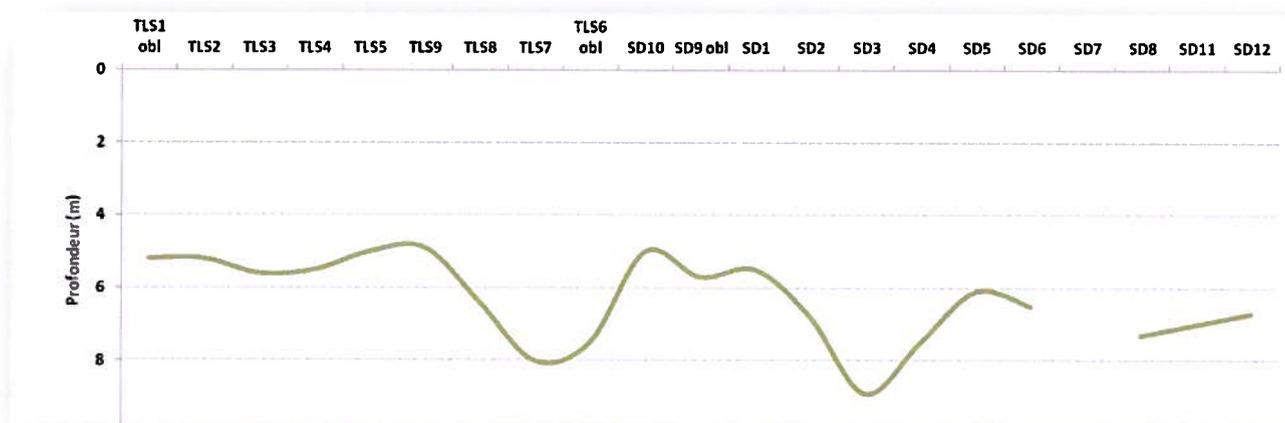




✓ **Formation crayeuse à silex :**

Concomitamment à la variation d'épaisseur de la formation résiduelle des argiles à silex, le toit de la formation crayeuse a été rencontré entre -4.9/TN (SD9) et -8.9/TN (SD3) -6.9m/TN en moyenne. Excepté au niveau de TLS8-TLS6 et SD3 où l'on observe une légère surprofondeur, le toit de la craie est apparu relativement plan (nota : la chaussée est à environ 1m en dessous du niveau du terrain de la SCI TLS).

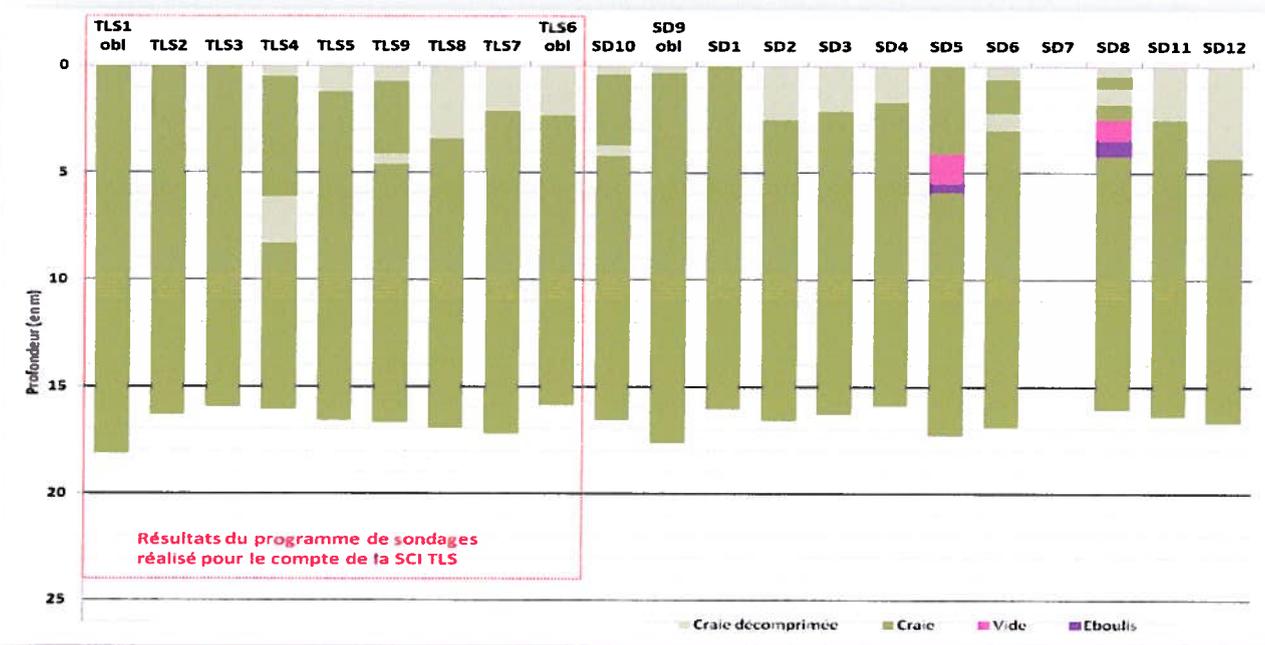
Schéma 10 : Variation de l'altitude du toit de la craie par rapport au terrain naturel



Dans l'ensemble, la formation crayeuse est apparue avec des caractéristiques relativement homogènes sur les différents sondages

Des niveaux plus tendres ou décomprimés ont toutefois été observés au niveau de l'interface avec la craie (TLS4 à TLS9, SD2 à SD4 et SD8 à SD12) mais également plus en profondeur (TLS4, TLS9, SD10, SD6 et SD8).

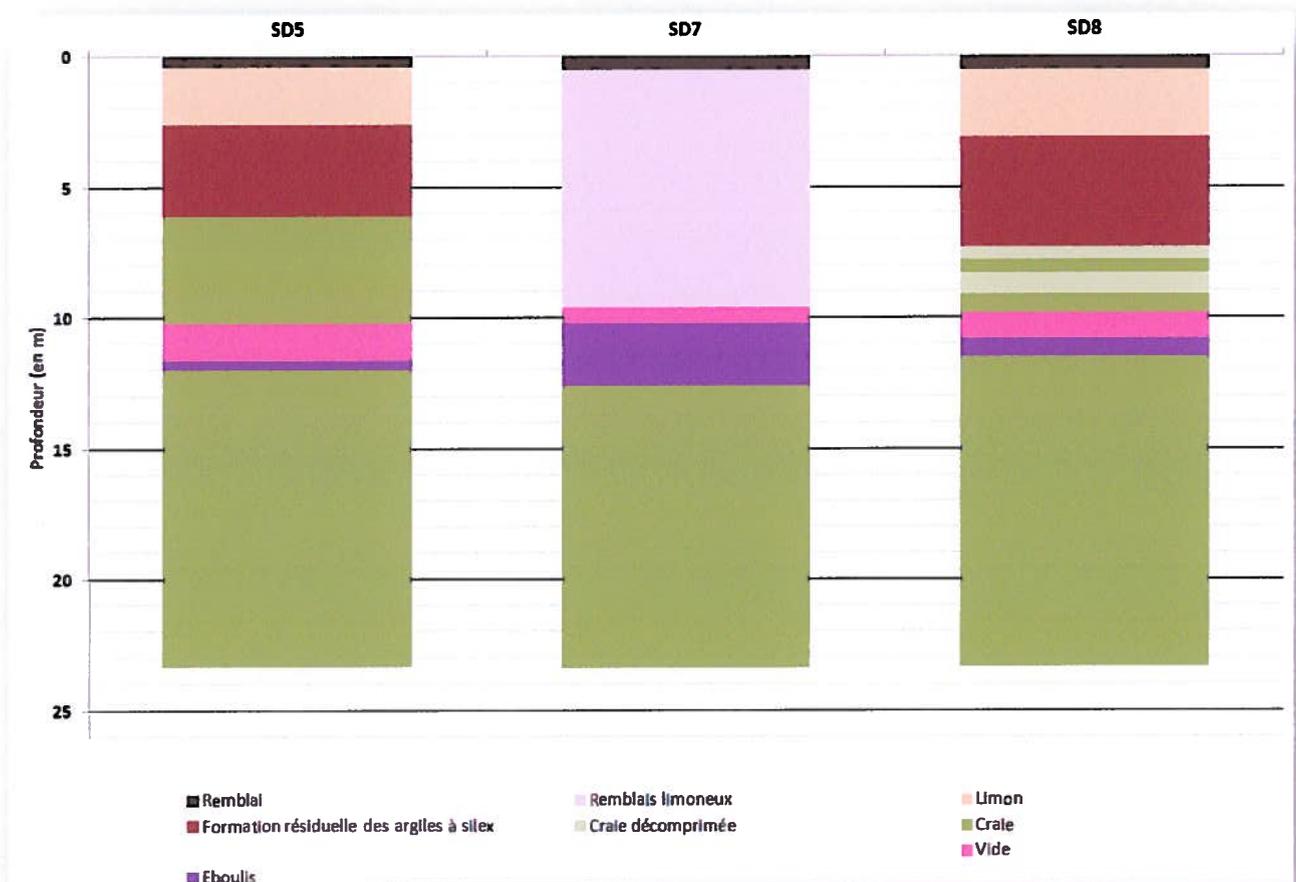
Schéma 11 : Profondeur totale de craie traversée et localisation des zones plus tendres et/ou décomprimées



✓ Vides

Des vides francs ont été observés lors de foration et interprétés sur les diagraphies sur les sondages SD5, SD7 et SD8. On se référera au schéma ci-dessous ainsi qu'aux extraits des enregistrements présentés page suivante.

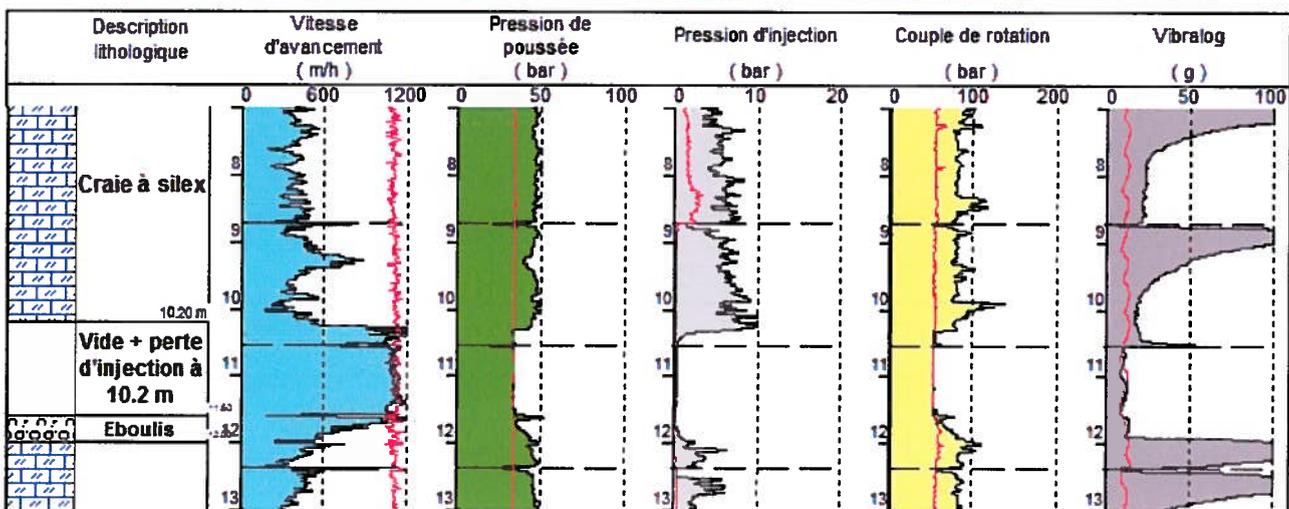
Schéma 12 : Coupe lithologique au niveau des sondages ayant traversé des vides francs



Sur le forage SD5 un vide franc de 1.4m d'épaisseur est observé en dessous de 10.2m/TN. Immédiatement à la suite, le forage a rencontré sur environ 0.4m d'épaisseur une formation fortement décomprimée correspondant a priori à des éboulis.

On peut donc estimer que le vide « initial » devait présenter une hauteur d'environ 1.8m avec un sol à environ -12.0m/TN.

Schéma 13 : Extrait de l'enregistrement des paramètres sur SD5



Compte tenu des caractéristiques de ce vide, en concertation avec le maître d'ouvrage, SD5 a été réalisé puis équipé par un tube PVC afin de permettre un passage caméra.

Les sondages SD7 et SD8 présentés à la suite, ont été réalisés postérieurement au passage caméra.



Le sondage SD7 est moins caractéristique puisqu'en dessous de la couche de forme de la chaussée, le forage n'a pas reconnu les terrains en place.

À la place, un remblai limoneux (incorporant potentiellement des blocs à la base / ou bien craie en place) a été reconnu jusqu'à -9.5m/TN.

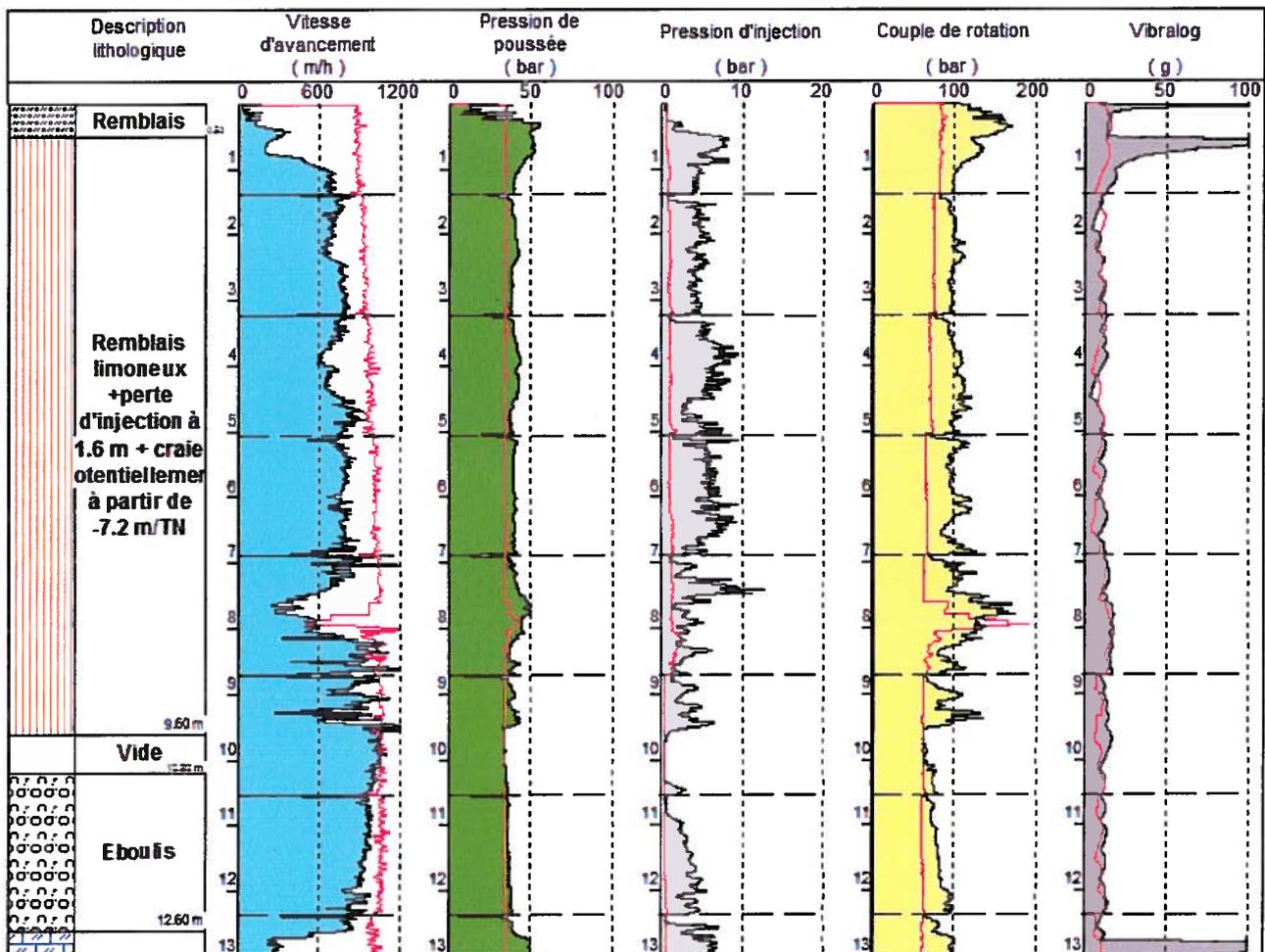
Un vide a ensuite été observé sur environ 80 cm (9.5m-10.3m) puis le sondage a traversé des éboulis sur 2.3m.

À ce stade, en fonction des éléments en notre possession, 2 interprétations de ce sondage peuvent être proposées :

1. Le sondage a été réalisé au droit (ou en bordure) d'un puits d'accès à la cavité souterraine, en grande partie comblé ;
2. Le sondage a été réalisé au niveau d'une ancienne remontée de fontis comblée par le passé (sans rapport avec l'effondrement actuel).

On notera que le niveau de base vers -12.6m/TN est cohérent avec SD5 (-12.0m/TN).

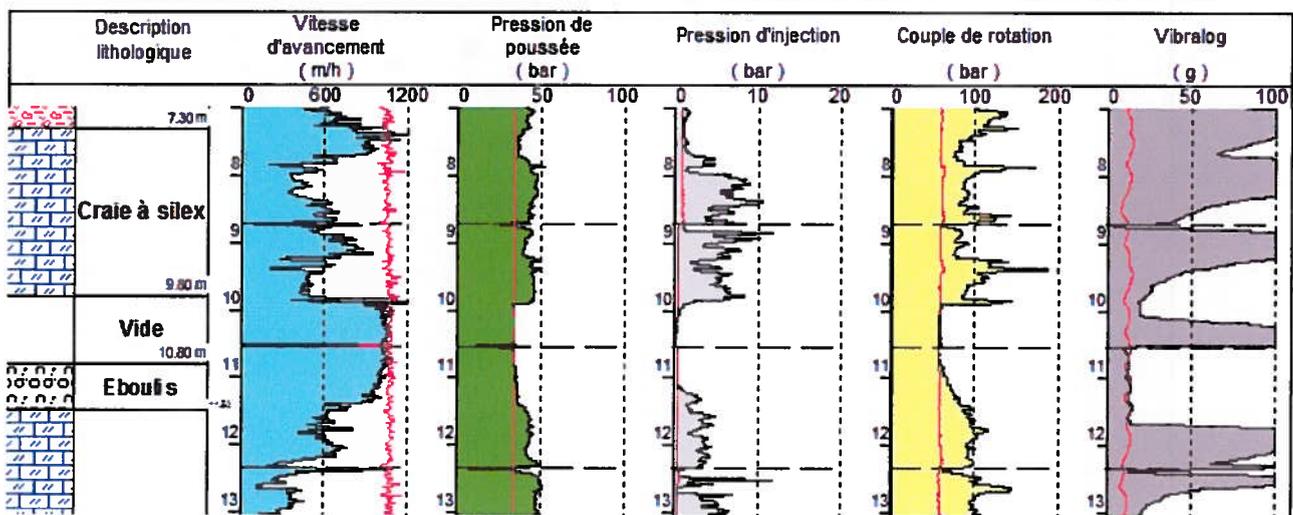
Schéma 14 : Extrait de l'enregistrement des paramètres sur SD7



Le forage SD8 est quant à lui plus « caractéristique » : après avoir traversé les formations en place, le sondage a traversé un vide franc de 1.0m d'épaisseur en dessous de -9.8m/TN. Immédiatement à la suite, le forage a rencontré sur environ 0.7m d'épaisseur une formation fortement décomprimée correspondant à priori à des éboulis.

On peut donc estimer que le vide « initial » devait présenter une hauteur d'environ 1.7m avec une base à -11.6 TN.

Schéma 15 : Extrait de l'enregistrement des paramètres sur SDS



Le plan de récolement ainsi que la synthèse lithologique de l'ensemble des sondages réalisés (programme de la SCI TLS + programme communal) sont présentés pages suivantes.

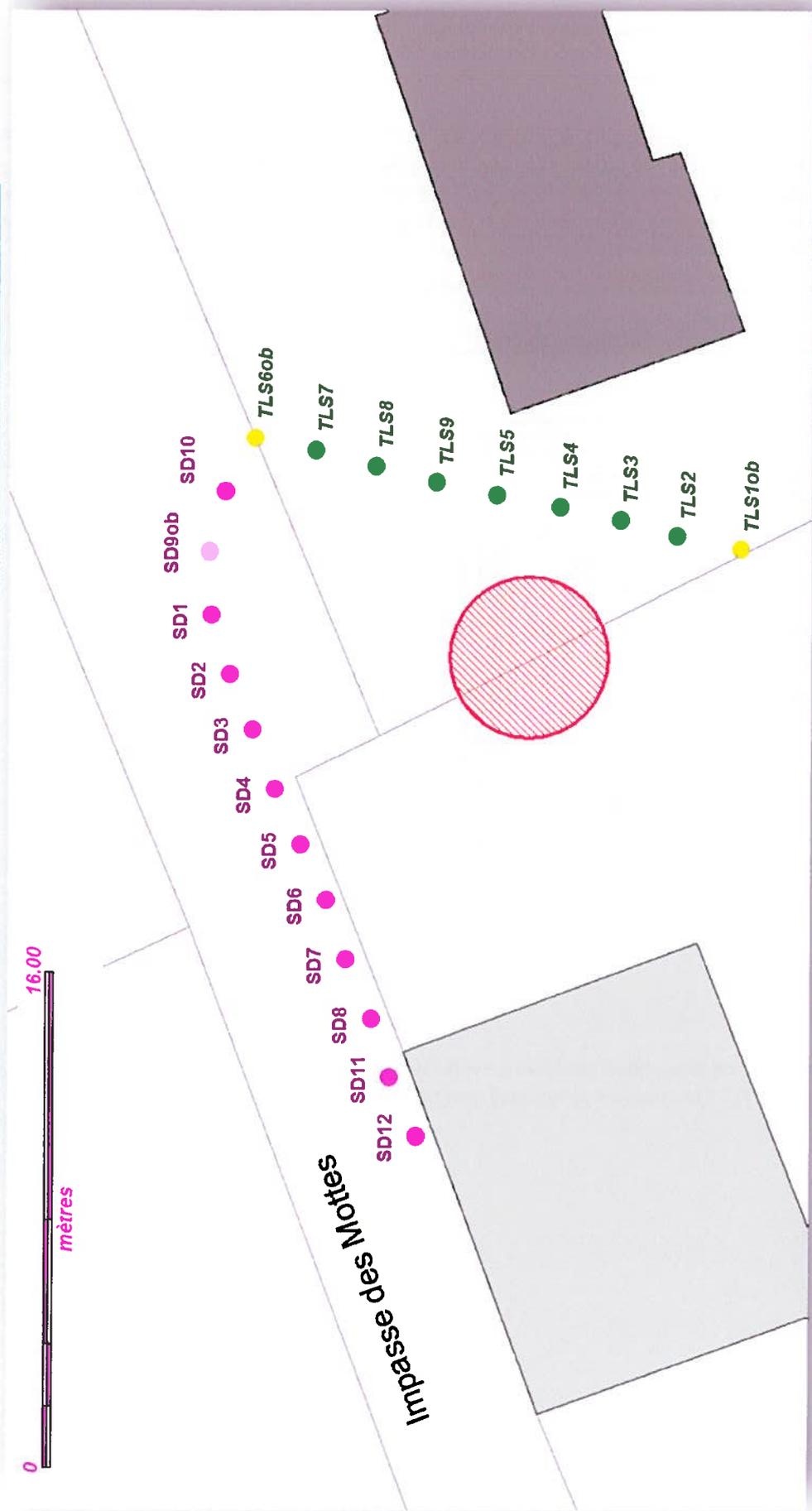


Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Schéma 16 : Récolement des sondages réalisés - report sur fond cadastral



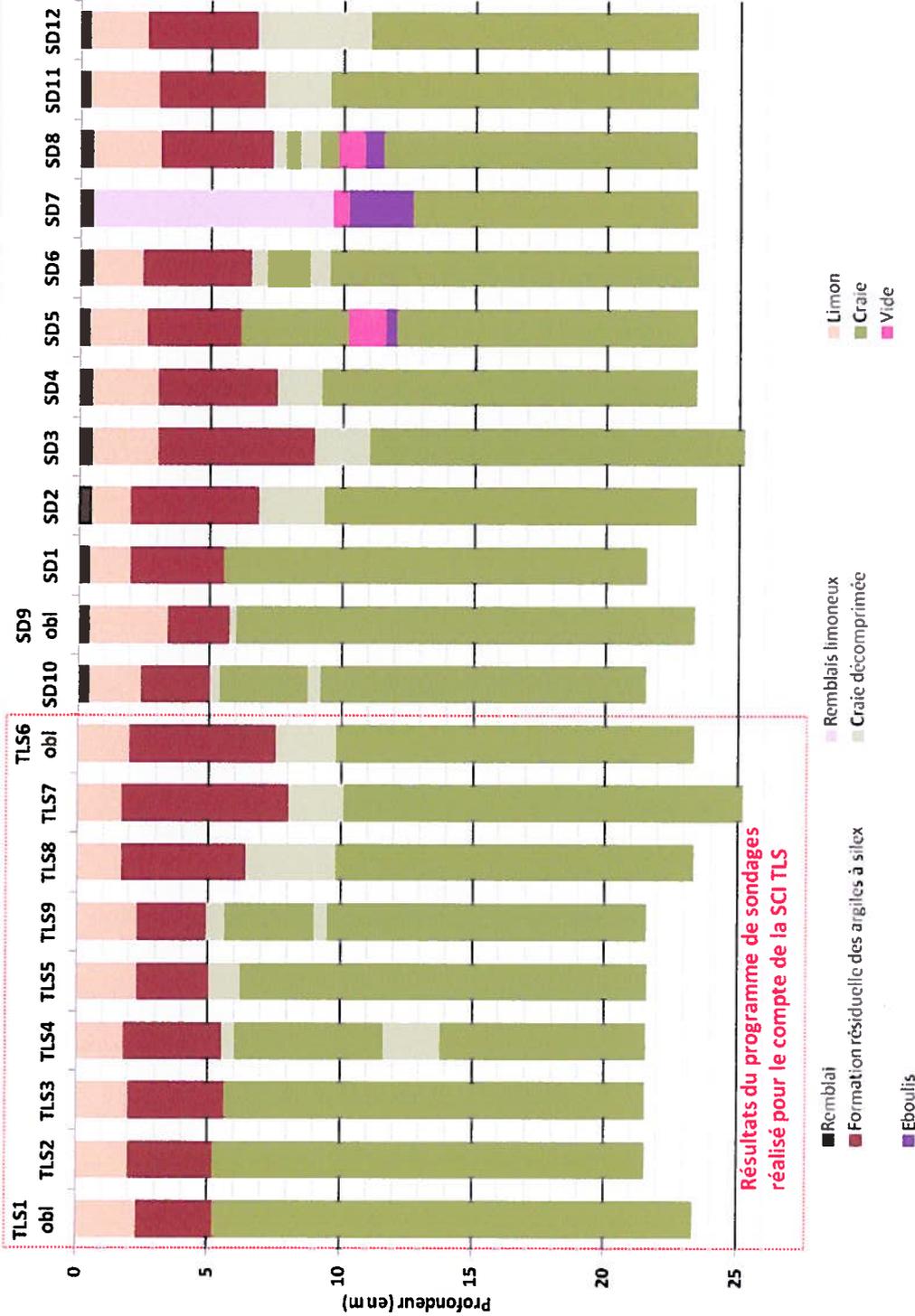


Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Schéma 17 : Synthèse lithologique établie à partir des sondages destructifs profonds



*Commune d'Auppegard*

*Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines*

*Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement*

---



## Inspections vidéo

### 4.1 Inspection vidéo sur SD5

Suite à l'équipement PVC du sondage SD5, une inspection vidéo a été réalisée par la société Halbourg le 14 janvier 2013.

Il apparaît que le sondage SD5 a été réalisé en bordure de paroi d'une ancienne carrière souterraine d'exploitation de marne : « marnière ».

Le sondage SD5 est ainsi localisé au fond d'une galerie, à l'opposé d'un amas de matériaux « récent » correspondant potentiellement aux matériaux liés à l'effondrement (ou à son comblement) à l'origine du présent programme de recherche.

On se référera aux clichés présentés page suivante.

Les mesures télémétriques réalisées au droit de SD5 ont permis de caractériser le développement et les principales dimensions visibles de cette cavité souterraine. Il apparaît ainsi qu'elle se développe principalement sous la propriété privée, l'espace public n'étant concerné que pour quelques m<sup>2</sup>. Au fond de cette cavité, il n'est pas possible de discerner son extension, toutefois un développement en direction de l'effondrement récent (est), un développement vers l'ouest et un développement « dans l'axe » de la galerie reconnue (sud) peuvent être suspectés.

On se référera au tableau ci-dessous et au schéma présentant le report des mesures télémétrique page suivante.

Tableau : Mesures télémétriques réalisées sur SD5

Direction	Distance (en m)	Direction	Distance (en m)
N110	1.78	N290	0.34
N130	2.35	N310	0.32
N150	3.18	N330	0.33
<b>N170</b>	<b>4.53</b>	N350	0.35
<b>N190</b>	<b>4.24</b>	N10	0.35
N210	1.75	N30	0.36
N230	0.64	N50	0.47
N250	0.49	N70	0.57
N270	0.37	N90	1.32



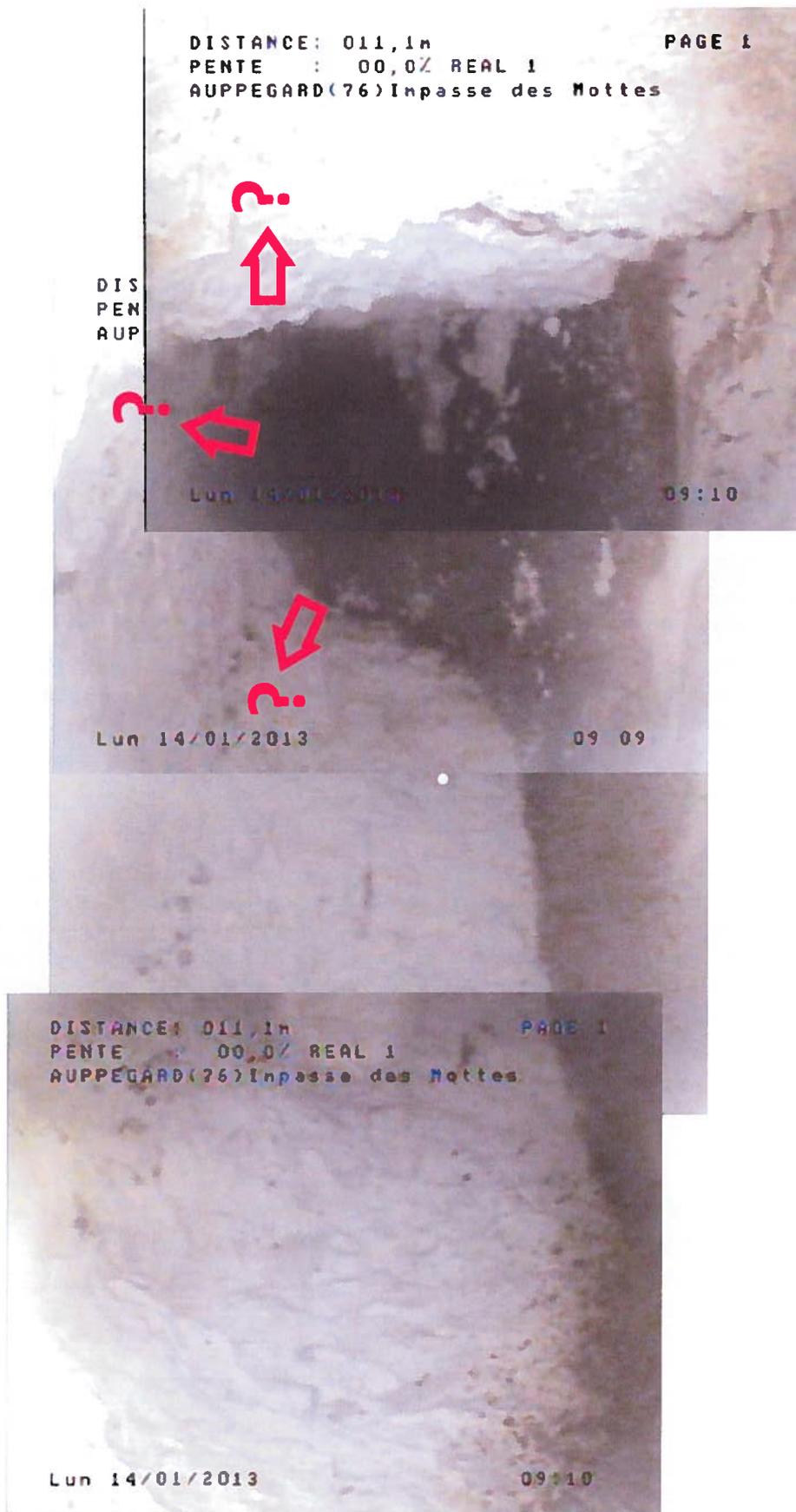
explor-e

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Cliché : Vue panoramique partielle reconstituée de la marnière au droit de SD5



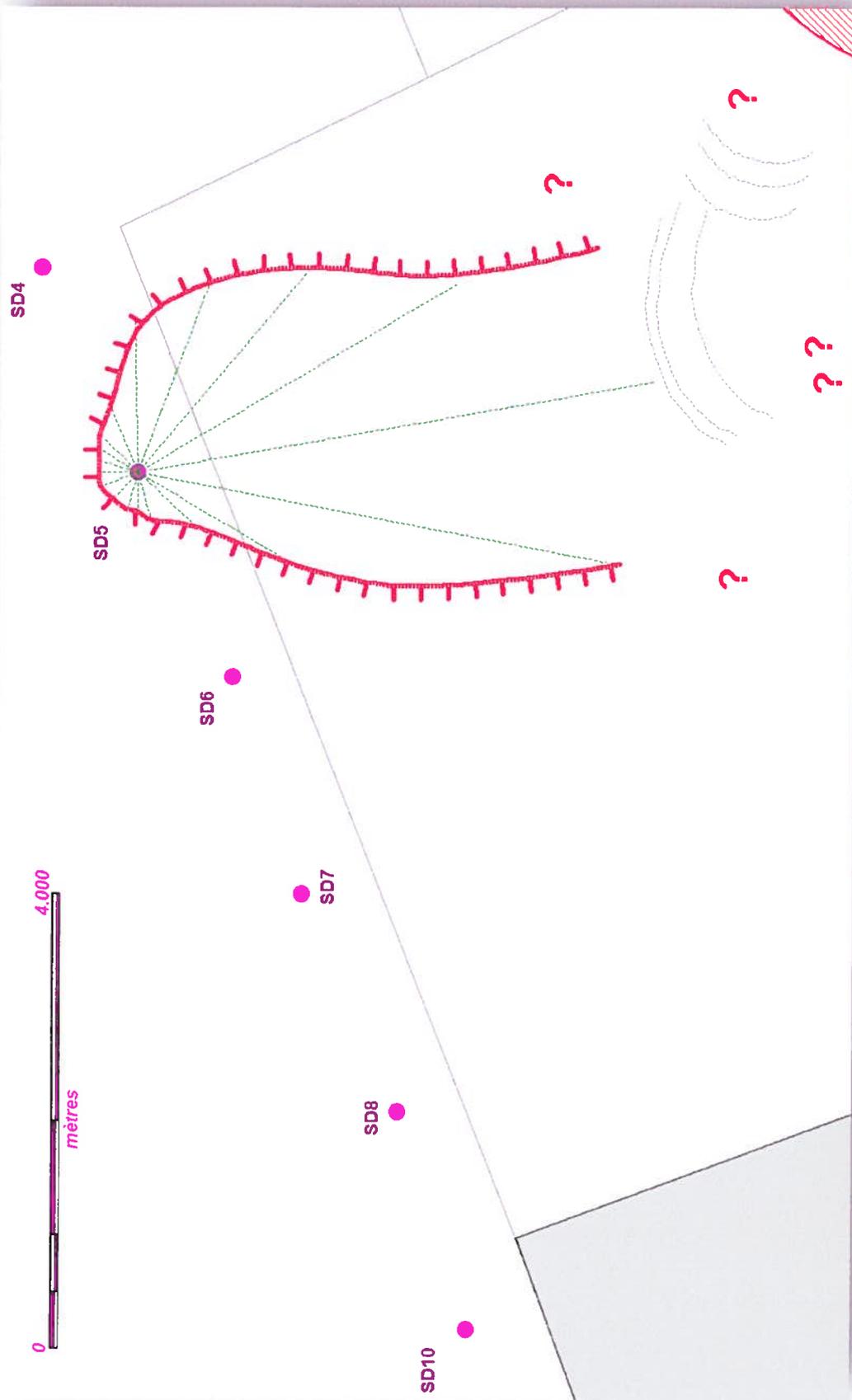


Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Schéma 18 : Report des mesures télémétriques réalisées sur SD5 – caractérisation de la partie visible de la carrière souterraine





## 4.2 Inspection vidéo sur SD8

Suite à l'inspection vidéo sur SD5 et la reprise du programme de forage, la présence de vides au droit de SD7 et surtout SD8 a mis en évidence la nécessité de réaliser un passage caméra sur SD8.

Toutefois, les conditions de hauteur disponibles n'étant pas optimales, il n'a pas été fait appel à la société Halbourg.

L'inspection a donc été réalisée avec une caméra de moindre définition et sans possibilité de mesures télémétriques. Elle permet toutefois de confirmer également l'existence d'une chambre ou d'une galerie de marnière au droit du sondage SD8. La cavité observée est largement comblée par des matériaux limitant par la même les possibilités de cartographie

On se référera au montage panoramique présenté page suivante.

Bien qu'il soit délicat à ce stade de s'engager définitivement sur les caractéristiques de cette carrière souterraine, le cône d'éboulis visible en arrière-plan pourrait correspondre à l'anomalie enregistrée sur SD7.

Si tel est le cas, il n'est pas possible de préciser si, à ce niveau la carrière se ramifie en direction du sud (donc de la propriété privée, et pourquoi pas rejoindre la galerie observée sur SD5) ou du nord (impasse des Mottes).

On se référera au schéma présenté à la suite.



Commune d'Auppegard  
Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines  
Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement

Cliché : Vue panoramique partielle reconstituée de la marnière au droit de SD8

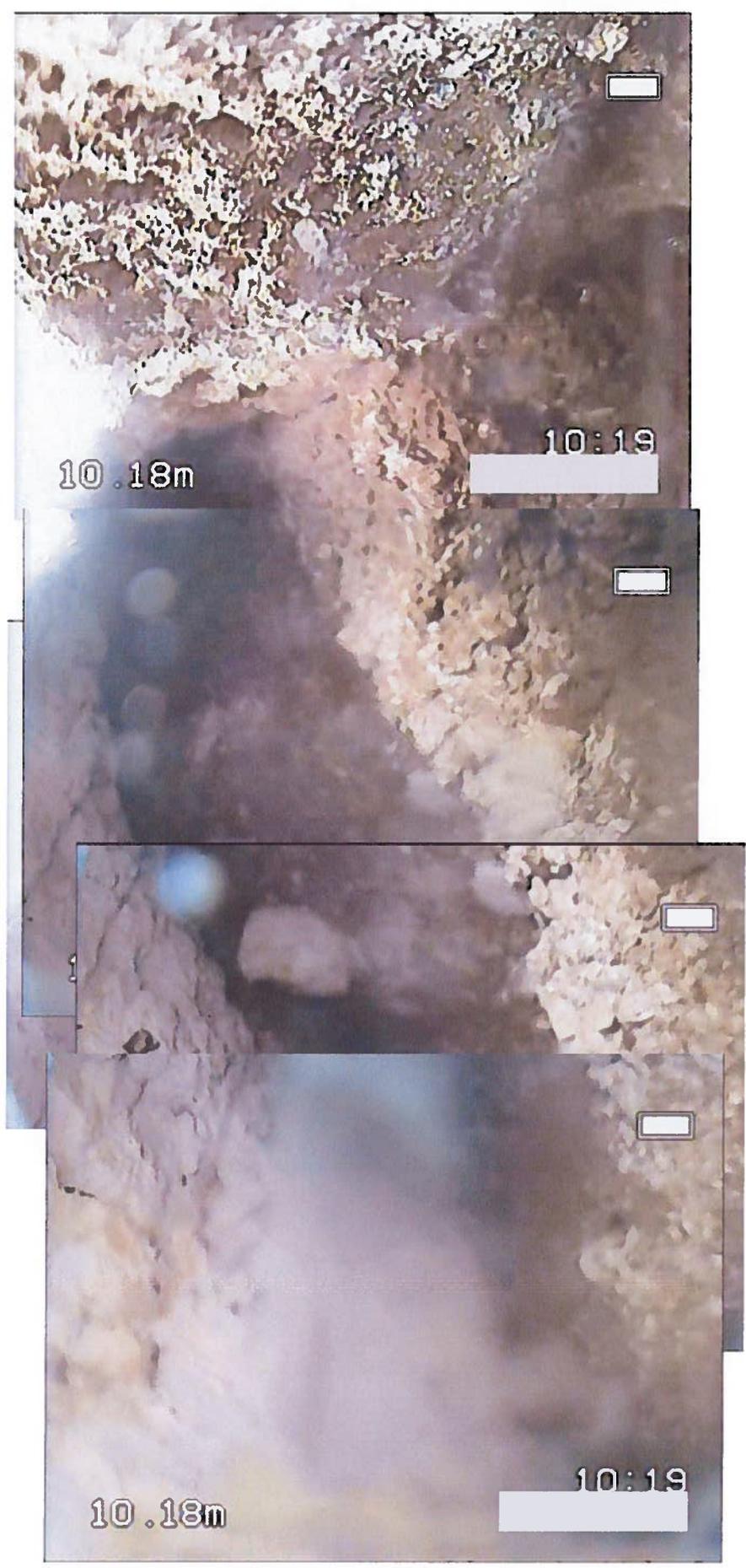
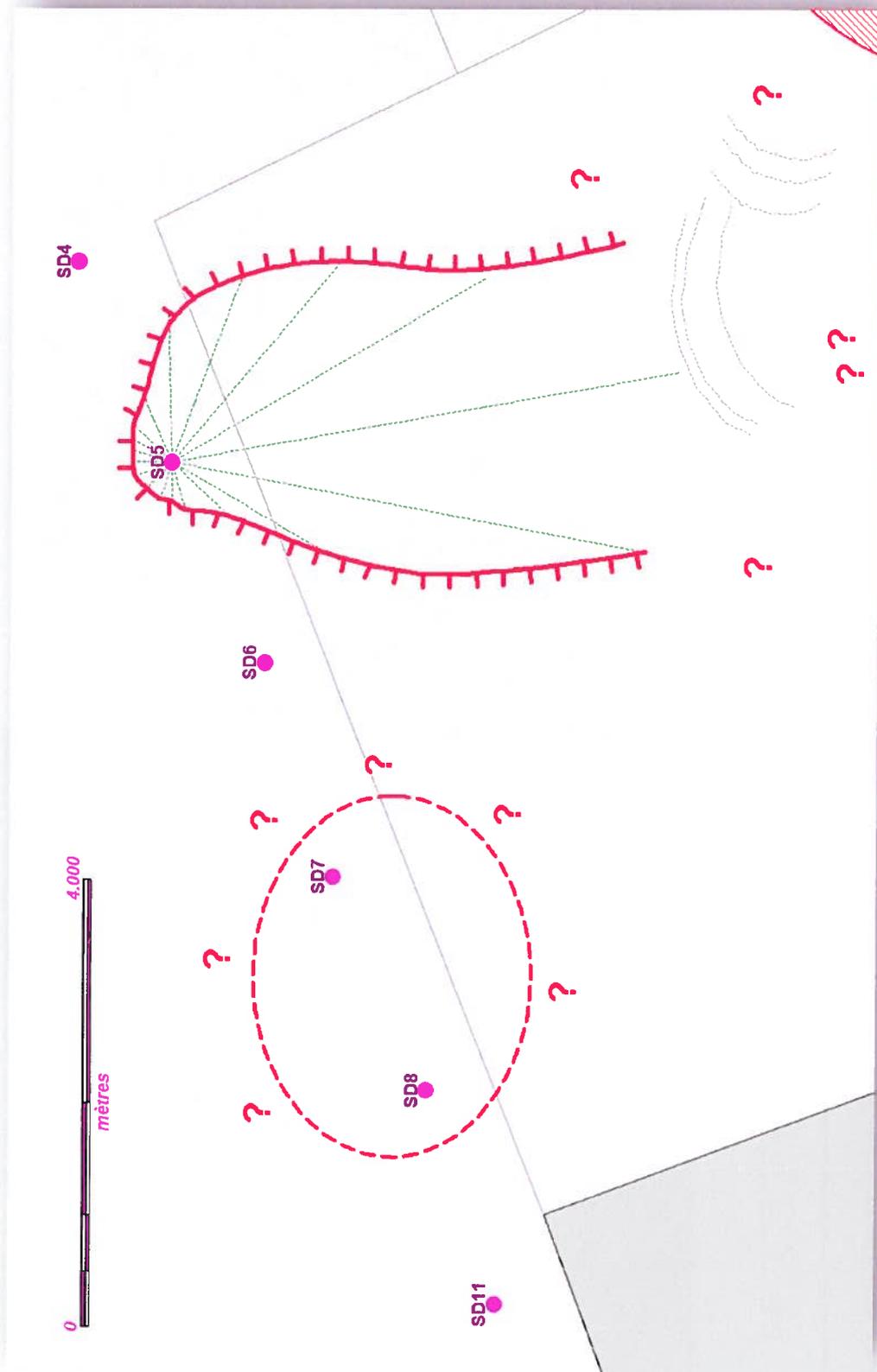




Schéma 19 : Synthèse de la connaissance relative à la carrière souterraine sise partiellement imposée de Mottes





## 5

# Conclusion

L'impasse des Mottes est située au nord-est du bourg de la commune d'Auppegard (76). Il s'agit d'une voie sous compétence communale permettant la desserte de plusieurs habitations.

**Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012, le BRGM est intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.**

Au terme du diagnostic d'urgence, compte tenu de l'éloignement de la maison la plus proche et de la chaussée de l'impasse, le BRGM n'a pas jugé opportun de considérer que la situation d'un état de péril grave et imminent. Toutefois, compte tenu de la proximité de l'effondrement et de l'enjeu, le BRGM a recommandé « *l'intervention dans les plus brefs délais d'un bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs...)...* ».

En complément de ces prescriptions, la commune d'Auppegard allait prendre un arrêté afin de limiter la circulation sur la rue des Mottes aux véhicules d'un PTAC inférieur à 3,5T, situation particulièrement préjudiciable dans l'état puisque rendant difficile la finalisation d'un pavillon en construction.

**L'emplacement de l'effondrement (au droit d'un mur mitoyen, à proximité de la chaussée de l'impasse) induisait une intervention « multi maître d'ouvrages », difficilement organisable dans l'état.**

Devant cette situation, la SCI TLS allait décider dans une première étape de mettre en œuvre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche. 9 sondages profonds allaient ainsi être réalisés par explor-e dans l'angle de la parcelle.

**Aucun vide naturel ou anthropique n'ayant été observé au niveau de la zone investiguée lors de foration ou interprété sur les diagraphies, Explor-e allait proposer :**

- Une adaptation locale du périmètre de sécurité lié à l'indice ;
- La poursuite du comblement de l'indice avec des matériaux inertes (tout venant ou graves de mer) afin de limiter les risques de décompression des terrains périphériques.



À la suite, la commune d'Auppegard allait confier à explor-e la réalisation d'un programme de reconnaissance complémentaire, par sondages destructifs profonds (conformément aux prescriptions des services de la DDTM et du diagnostic d'urgence du BRGM) permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains sous la voie communale afin de permettre son éventuelle réouverture aux véhicules de PTAC > 3.5 Tonnes.

La vérification de l'absence de vides ou de zones décomprimées a été réalisée par la mise en œuvre de 12 forages destructifs par méthode rotoperçusion, diamètre 102mm (en complément des 9 sondages réalisés pour le compte de la SCI TLS).

Conformément à la doctrine départementale relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, les sondages ont pénétré de plus de 15m dans la formation crayeuse. On notera que cette profondeur de reconnaissance a été maintenue également sur les forages présentant des vides afin de s'assurer de l'existence d'un seul niveau. La profondeur totale reconnue est ainsi comprise entre 21.5m et 25.2m, 23.2 en moyenne (sur le programme communal)

Les différents sondages ont permis de reconnaître une coupe géologique « classique » de la région, à savoir une couverture limoneuse recouvrant la formation résiduelle des argiles à silex elle-même sus-jacente aux formations crayeuses qui constituent l'ossature du plateau.

Des vides francs ont été observés lors de foration et interprétés sur les diagraphies sur les sondages SD5, SD7 et SD8.

### SD5

Sur le forage SD5 un vide franc de 1.4m d'épaisseur a été observé en dessous de 10.2m/TN. Immédiatement à la suite, le forage a rencontré sur environ 0.4m d'épaisseur une formation fortement décomprimée correspondant à priori à des éboulis.

Lors de l'inspection vidéo opérée à la suite, il est apparu que le sondage SD5 a été réalisé en bordure de paroi d'une ancienne carrière souterraine d'exploitation de marne : « marnière ».

Les mesures télémétriques réalisées au droit de SD5 ont permis de préciser que la partie visible de cette marnière se développe principalement sous la propriété privée, l'espace public n'étant concerné que pour quelques m<sup>2</sup>. Au fond de cette cavité, il n'est pas possible de discerner son extension, toutefois un développement en direction de l'effondrement récent (est), un développement vers l'ouest et un développement « dans l'axe » de la galerie reconnue (sud) peuvent être suspectés.



## SD7

Le sondage SD7 est moins caractéristique puisqu'en dessous de la couche de forme de la chaussée, le forage n'a pas reconnu les terrains en place.

À la place, un remblai limoneux (incorporant potentiellement des blocs à la base) a été reconnu jusqu'à -9.5m/TN. Un vide a ensuite été observé sur environ 80 cm (9.5m-10.3m) puis le sondage a traversé des éboulis sur 2.3m.

A ce stade, en fonction des éléments en notre possession, 2 interprétations de ce sondage peuvent être proposées :

1. Le sondage a été réalisé au droit (ou en bordure) d'un puits d'accès à la cavité souterraine, en grande partie comblé ;
2. Le sondage a été réalisé au niveau d'une ancienne remontée de fontis comblée par le passé (sans rapport avec l'effondrement actuel).

On notera que le niveau de base vers -12.6m/TN est cohérent avec SD5 (-12.0m/TN).

## SD8

Le forage SD8 est quant à lui plus « caractéristique » : après avoir traversé les formations en place, le sondage a traversé un vide franc de 1.0m d'épaisseur en dessous de -9.8m/TN. Immédiatement à la suite, le forage a rencontré sur environ 0.7m d'épaisseur une formation fortement décomprimée correspondant à priori à des éboulis.

On peut donc estimer que le vide « initial » devait présenter une hauteur d'environ 1.7m avec une base à -11.6 TN.

Une inspection vidéo a été réalisée sur SD8. Toutefois, les conditions n'étant pas optimales, le matériel présentait une définition moindre, sans possibilité de mesures télémétriques. Elle permet toutefois de confirmer également l'existence d'une chambre ou d'une galerie de manière au droit du sondage SD8. La cavité observée, de taille réduite, est largement comblée par des matériaux limitant par la même les possibilités de cartographie.

Bien qu'il soit délicat à ce stade de s'engager définitivement sur les caractéristiques de cette carrière souterraine, le cône d'éboulis visible en arrière-plan pourrait correspondre à l'anomalie enregistrée sur SD7.

Si tel est le cas, il n'est pas possible de préciser si, à ce niveau la carrière se ramifie en direction du sud (donc de la propriété privée, et pourquoi pas rejoindre la galerie observée sur SD5) ou du nord (impasse des Mottes).



**Au regard des connaissances acquises lors de cette intervention, il apparaît donc que la voie de circulation de l'impasse des Mottes est située pour partie au-dessus d'une marnière. Il convient donc :**

- 1. De maintenir l'interdiction de circulation sur cette voie aux véhicules d'un PTAC > 3.5 Tonnes ;**
- 2. En ce qui concerne les véhicules de tourisme, à l'heure actuelle, aucun élément ne permet de suspecter un risque grave et imminent d'effondrement de la chaussée. Aucune restriction n'est donc proposée à ce stade.**

**Toutefois, compte tenu de la faible profondeur de cette carrière souterraine, il conviendra que la mairie d'Auppegard mette en œuvre un suivi régulier de l'évolution de ce secteur afin de prendre une éventuelle interdiction de circulation immédiate en cas de mouvement de terrain suspect.**

**Nous rappellerons ici qu'il n'existe pas d'alternative pour accéder aux habitations situées au fond de l'impasse de Mottes. Une éventuelle fermeture « temporaire ou définitive » devrait obligatoirement passer par la réalisation d'une voie d'attente.**

- 3. Malgré le fait que la partie communale concernée par le vide soit faible au regard de la surface située en domaine privé, les enjeux sont principalement communaux. Il semble donc indispensable que la commune pilote un programme de reconnaissances complémentaires visant à rouvrir un (ou plusieurs) accès à la carrière souterraine.**

**Au vu des différents éléments de connaissance, il semble que la solution la plus pertinente soit une ouverture de puits au droit du sondage SD7 (ancien puits ?) après un décapage en surface. Ce secteur est en effet celui sur lequel nous avons le moins de certitude quant à l'extension de la carrière.**

**On notera que les travaux d'ouverture du puits nécessiteront une fermeture temporaire à la circulation de la voie des Mottes**

# Annexe 1

## Copie du rapport de primo-diagnostic du BRGM mail du 4/11/2012

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement



DJSL BOIS

---

**Effondrement Auppegard****De :** "Pannet Pierre" <p.pannet@brgm.fr>**Date :** dim. 04/11/2012 16:58**À :** "mairie-auppegard@wanadoo.fr" <mairie-auppegard@wanadoo.fr>**Cc :** "d.pennequin@brgm.fr" <d.pennequin@brgm.fr>, "E.Gomez@brgm.fr" <E.Gomez@brgm.fr>, "djsl.bois@orange.fr" <djsl.bois@orange.fr>, "didier.depoortere@gendarmerie.interieur.gouv.fr" <didier.depoortere@gendarmerie.interieur.gouv.fr>, "catherine.degorre@seine-maritime.gouv.fr" <catherine.degorre@seine-maritime.gouv.fr>, "laurent.mabire@seine-maritime.gouv.fr" <laurent.mabire@seine-maritime.gouv.fr>

---

**M. le Maire,**

Suite à l'intervention du BRGM ce jour, vous trouverez ci-dessous un diagnostic succinct et les recommandations d'urgence. Le rapport complet d'Intervention suivra très prochainement par courrier.

L'effondrement se situe dans un jardin privé attenant à une maison d'habitation située sur la parcelle cadastrale AE 11. Il est apparu le vendredi 2 novembre matin.

Il s'agit d'une excavation pseudo-circulaire, d'un diamètre variant de 3,7 m à 4 m. Sa profondeur varie entre 4 m et 4,5 m, soit un volume de vide d'une cinquantaine de m<sup>3</sup>.

Les bords de l'effondrement sont francs et on distingue quelques fissures sur le sol à proximité, témoins d'une décompression en cours des terrains meubles alentours (limons argileux jusqu'à 4 m de profondeur puis argiles à silex).

Il faut noter que lors de l'apparition du phénomène, d'après les propriétaires de la parcelle, l'effondrement avait une forme pseudo-circulaire de 2,5 à 3 m de diamètre et était profond de 6,5 m.

Son diamètre a évolué entre vendredi 2 et samedi 3 et semble s'être stabilisé depuis.

La maison d'habitation la plus proche se trouve à 5,7 m à l'est de l'effondrement. Au nord, la chaussée de l'impasse dans laquelle se trouve la parcelle concernée se trouve à 7 m.

Le phénomène est la conséquence de la ruine partielle d'une cavité en profondeur, dont l'origine ne peut être définie avec certitude à ce stade des investigations. Il s'agit toutefois très probablement d'un effondrement lié à une marnière, plus précisément à la ruine, au moins partielle d'une chambre (ou galerie ?) d'exploitation à faible profondeur.

Les fortes pluies précédant le phénomène (300 mm durant les 40 derniers jours d'après la mairie) ont été l'élément déclencheur. Le sol à proximité du phénomène était d'ailleurs gorgé d'eau. D'autre part le drain d'évacuation des eaux pluviales de la parcelle (tranchée remplie en gravelle) qui se passait juste au-dessus de la zone effondrée a probablement été un facteur aggravant.

Il faut noter que les dimensions surfaciques de l'effondrement sont amenées à évoluer faisant augmenter le diamètre de l'excavation jusqu'à plusieurs mètres (la faible cohésion des limons argileux combinée aux intempéries actuelles et l'état d'imbibition des sols fait que les limons alentours vont probablement fluer dans l'excavation).



Toutefois, compte-tenu de l'éloignement de la maison la plus proche (5,7 m) et de de l'éloignement de la chaussée de l'impasse (7 m), ces deux enjeux ne sont pas à considérer, en l'état actuel des choses, comme en état de péril grave et imminent.

Compte-tenu de la proximité de l'enjeu, le BRGM recommande :

- L'intervention dans les plus brefs délais d'un Bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs avec enregistrement des paramètres de foration, descendants au minimum à 15 m sous le toit de la craie). Le bureau d'études devra ensuite proposer des solutions de confortement adaptées (il pourra s'agir d'un comblement partiel ou total de la cavité) ;
- De ne pas approcher de l'excavation. Un périmètre de 5 m autour de l'effondrement devra être matérialisé par des barrières rigides, et les risques d'effondrement devront être clairement affichés;
- De ne pas laisser emprunter la chaussée à proximité par des véhicules de plus de 3,5 t tant que des travaux complémentaires d'investigation n'auront pas exclu la présence de vide à proximité directe de la chaussée ;
- Une surveillance régulière (au moins 1 fois par jour) de l'évolution du phénomène tant que les travaux d'investigation complémentaire et de confortement n'auront pas été réalisés. En cas de proximité trop proche entre l'excavation et la maison d'habitation ou la chaussée et/ou de fissures apparaissant sur les murs de la maison ou sur la chaussée, M. le Maire pourra considérer qu'il s'agit d'une situation de péril grave et imminent et prendre les décisions qui s'imposent ;

En espérant avoir répondu à votre demande.

Bien cordialement,  
Pierre Pannet

 **Pensez à l'environnement avant d'imprimer ce message**  
*Think Environment before printing*

Le contenu de ce mél et de ses pièces jointes est destiné à l'usage exclusif du (des) destinataire(s) désigné(s) comme tel(s).  
En cas de réception par erreur, le signaler à son expéditeur et ne pas en divulguer le contenu.  
L'absence de virus a été vérifiée à l'émission, il convient néanmoins de s'assurer de l'absence de contamination à sa réception.

The contents of this email and any attachments are confidential. They are intended for the named recipient(s) only.  
If you have received this email in error please notify the system manager or the sender immediately and do not disclose the contents to anyone or make copies.  
This email was scanned for viruses, vandals and malicious content.



## Annexe 2

# Diagraphies interprétées (paramètres de forage)

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Vérification de l'absence de vide souterrain à proximité d'un effondrement



*explor-e*

**Commune Auppegard**

( Contrat : 76036-08 )

Paramètres de forage

Date : 04/01/2013  
Début : 10 h 32  
Fin : 11 h 10

Cote NGF : 0.0 m  
Machine : Silea  
Angle : 0 ;

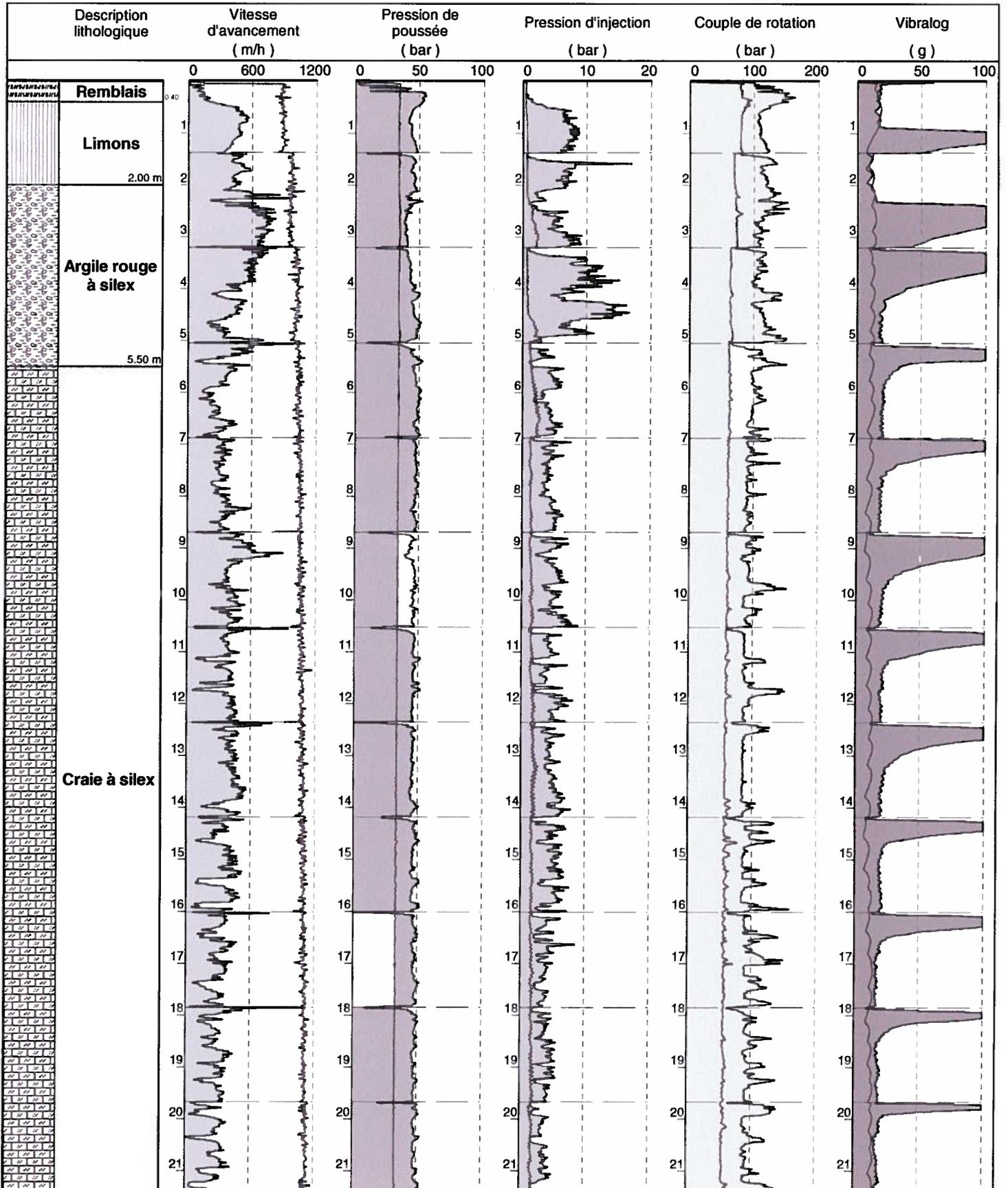
Méthode : Rotoperc  
Fluide : GSP  
Tubage : Non

Outil : Xretro  
Diamètre : 102 mm  
Profondeur : 0.00 - 21.53 m

1/100

**Forage SD01**

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

Commune Auppegard

Forage SD01

page 2 / 2

1/100

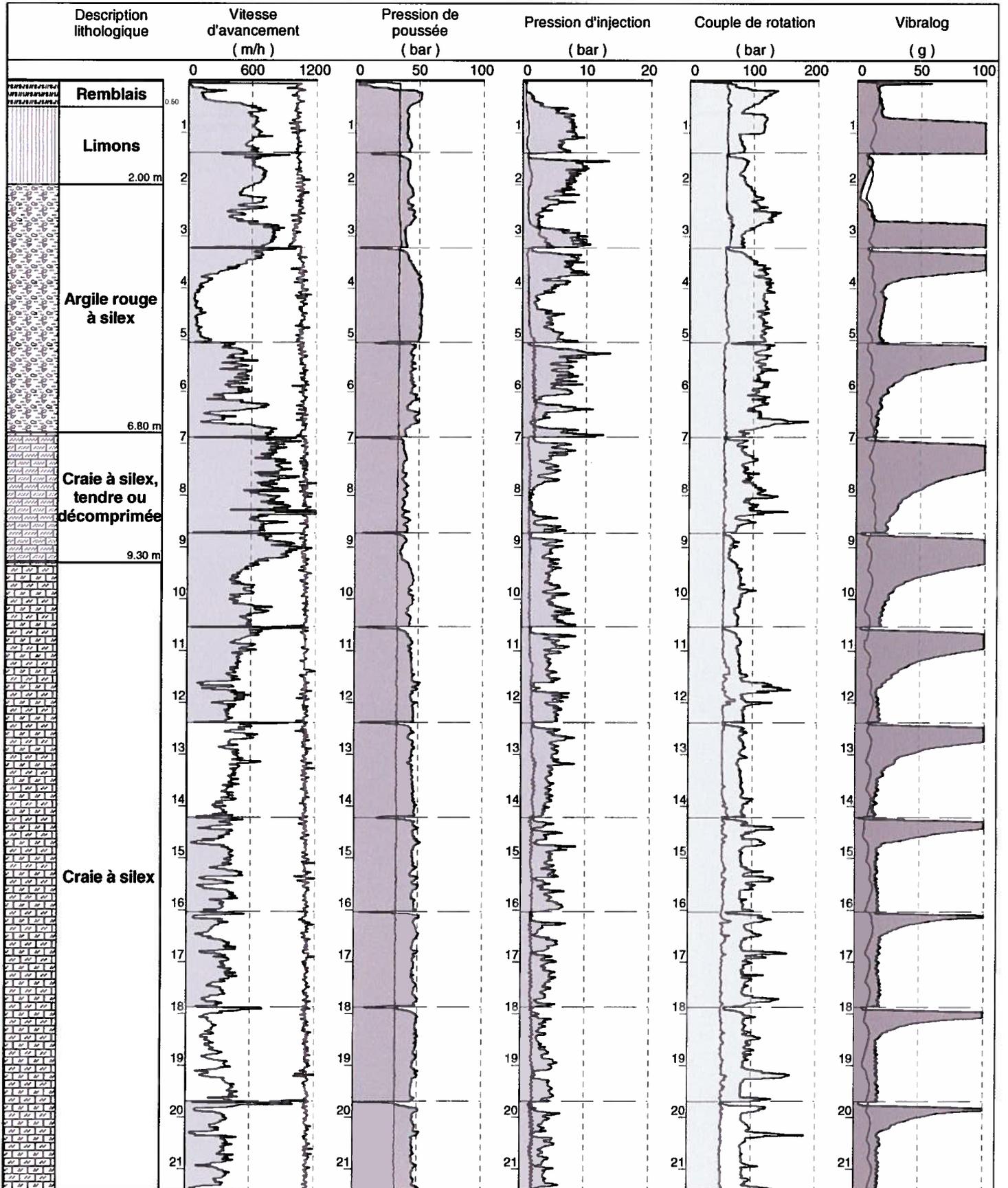
EXEPF 4.44/LB2EPF538FR

Description lithologique	Vitesse d'avancement ( m/h )			Pression de poussée ( bar )			Pression d'injection ( bar )			Couple de rotation ( bar )			Vibralog ( g )		
	0	600	1200	0	50	100	0	10	20	0	100	200	0	50	100
21.55 m															

JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

<i>explor-e</i>		<b>Commune Auppegard</b> Paramètres de forage		( Contrat : 76036-08 )
Date : 04/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : Xretro	
Début : 11 h 16	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm	
Fin : 11 h 57	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.38 m	

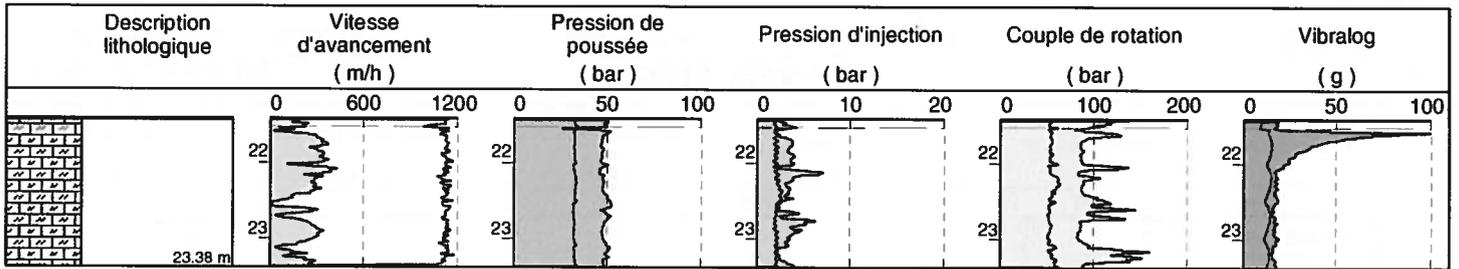
1/100 **Forage SD02** EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

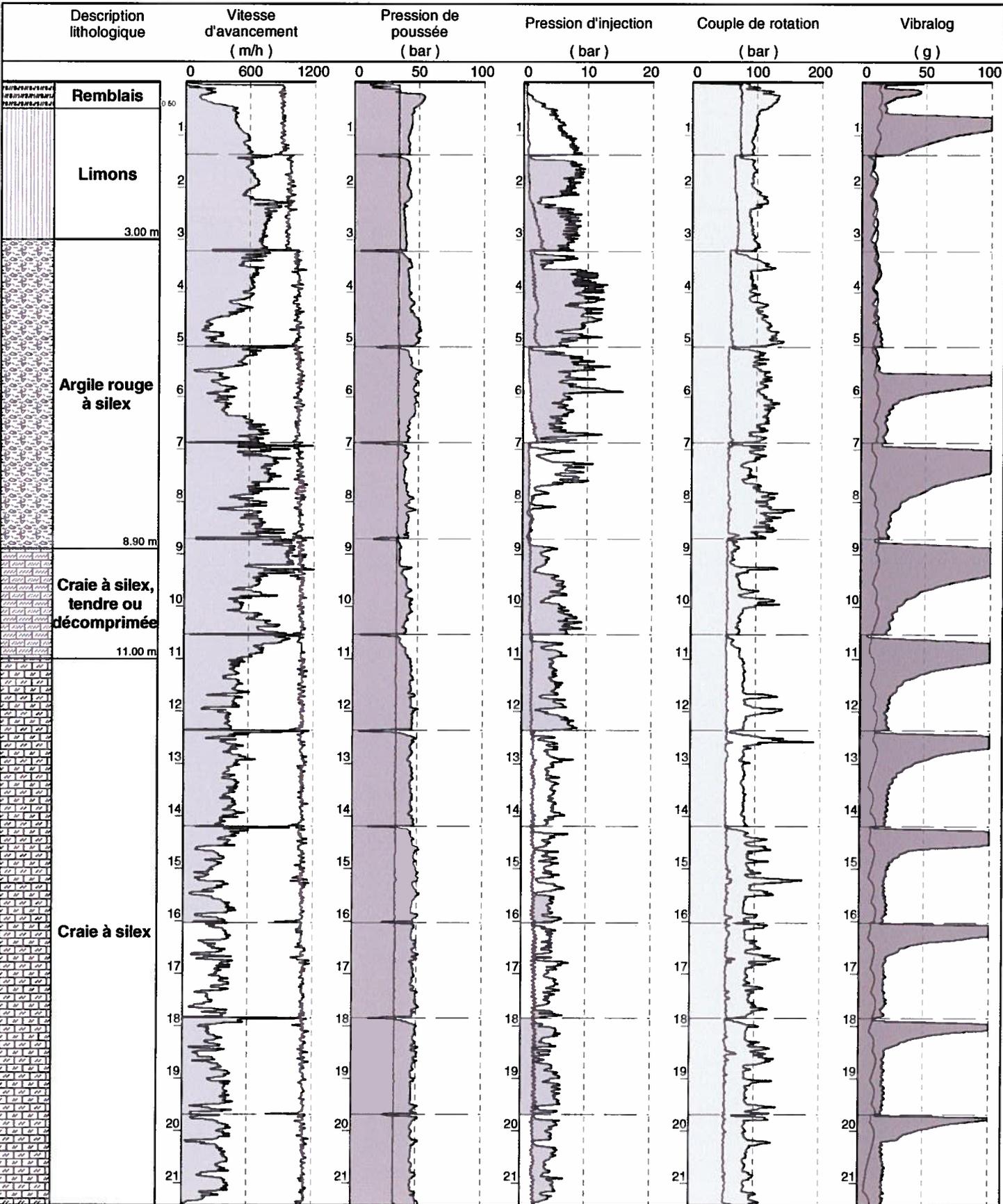
EXEPPF 4.44/LB2EPF538FR



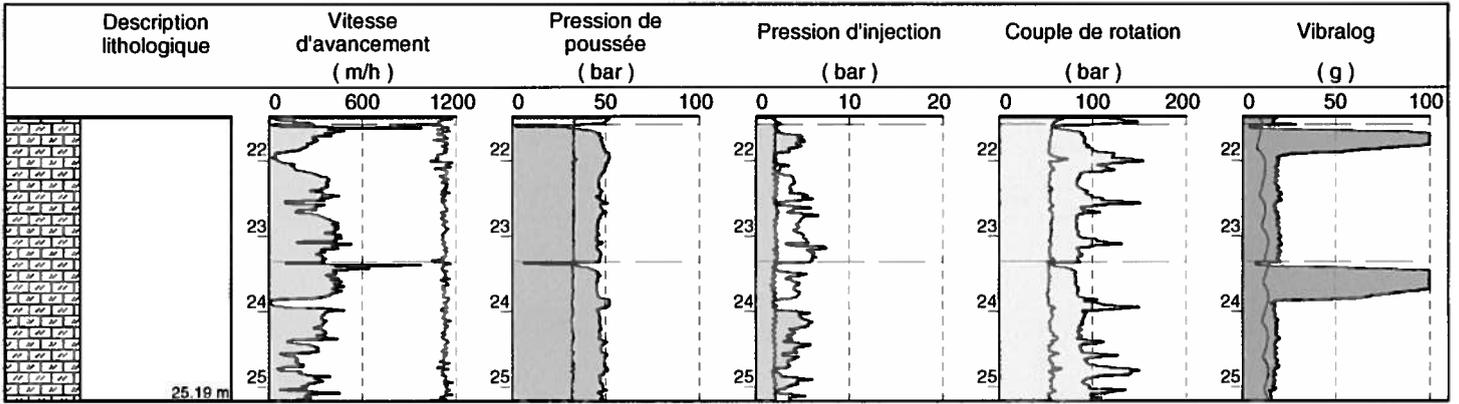
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

explor-e	<b>Commune Auppegard</b>	( Contrat : 76036-08 )
Paramètres de forage		
Date : 04/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc
Début : 13 h 30	Machine : Silea	Fluide : GSP
Fin : 14 h 12	Angle : 0 ;	Tubage : Non
		Outil : Xretro
		Diamètre : 102 mm
		Profondeur : 0.00 - 25.19 m

1/100 **Forage SD03** EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeaniutzsa.fr



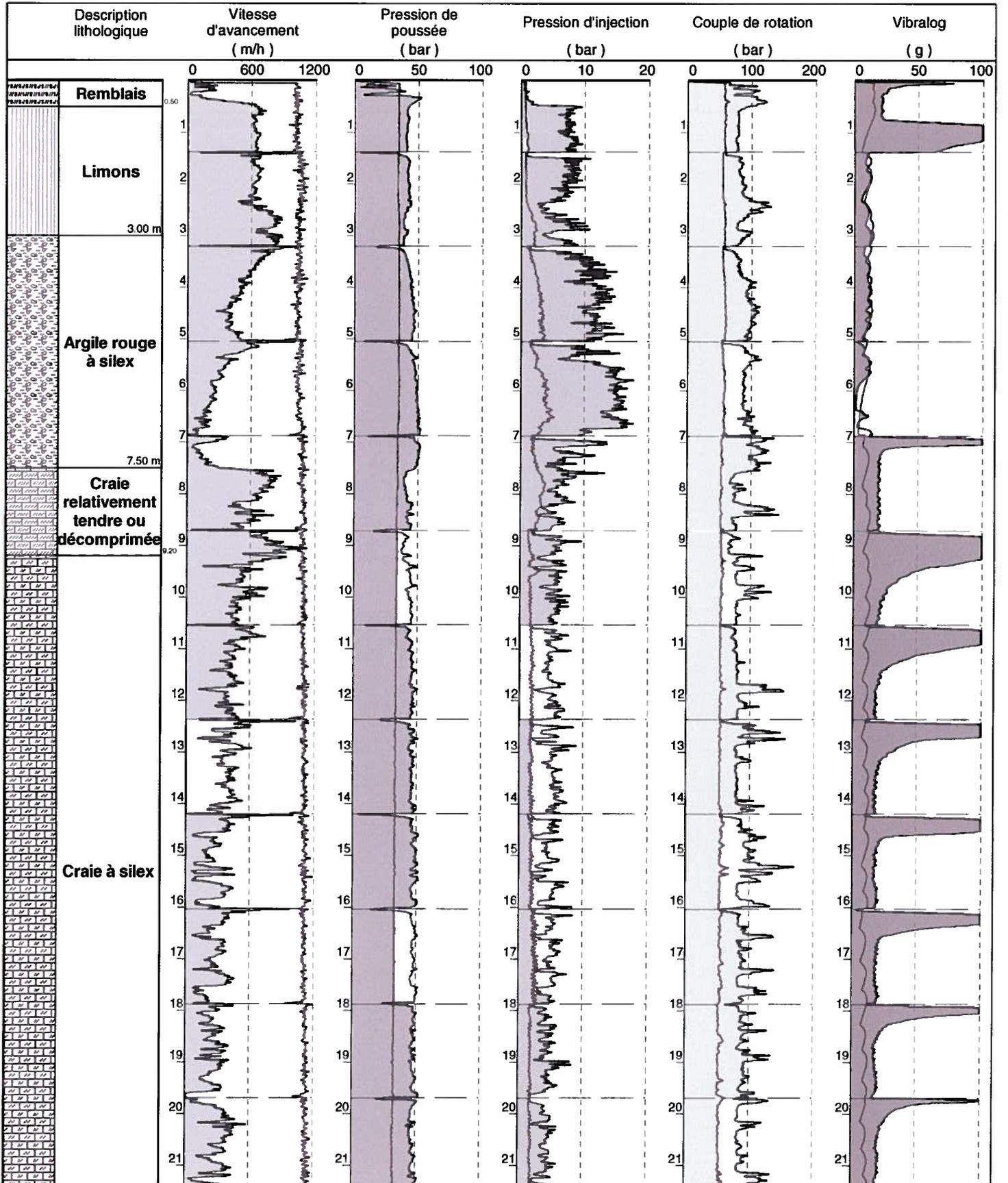
JEAN LUTZ S.A-Juraçon-France-www.jeanlutzsa.fr

<i>explor-e</i>		<b>Commune Auppegard</b>		( Contrat : 76036-08 )	
		Paramètres de forage			
Date : 04/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : Xretro		
Début : 14 h 18	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm		
Fin : 15 h 03	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.38 m		

1/100

**Forage SD04**

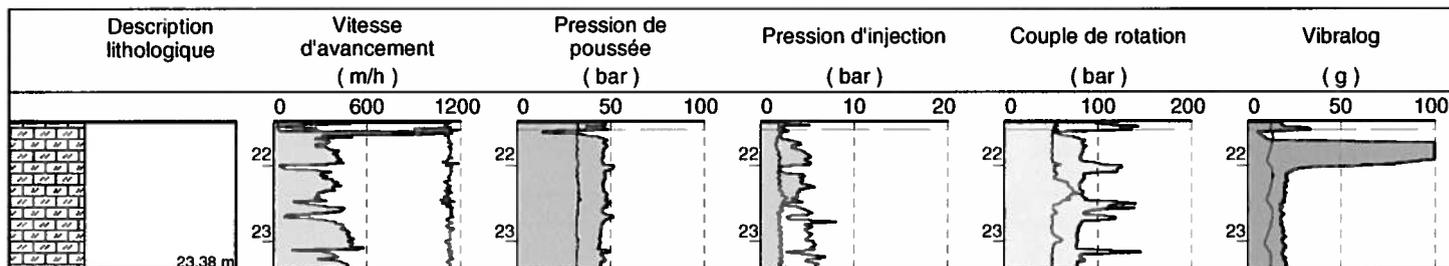
EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**Commune Auppegard**

( Contrat : 76036-08 )

Paramètres de forage

Date : 04/01/2013  
Début : 15 h 14  
Fin : 15 h 54

Cote NGF : 0.0 m  
Machine : Silea  
Angle : 0 ;

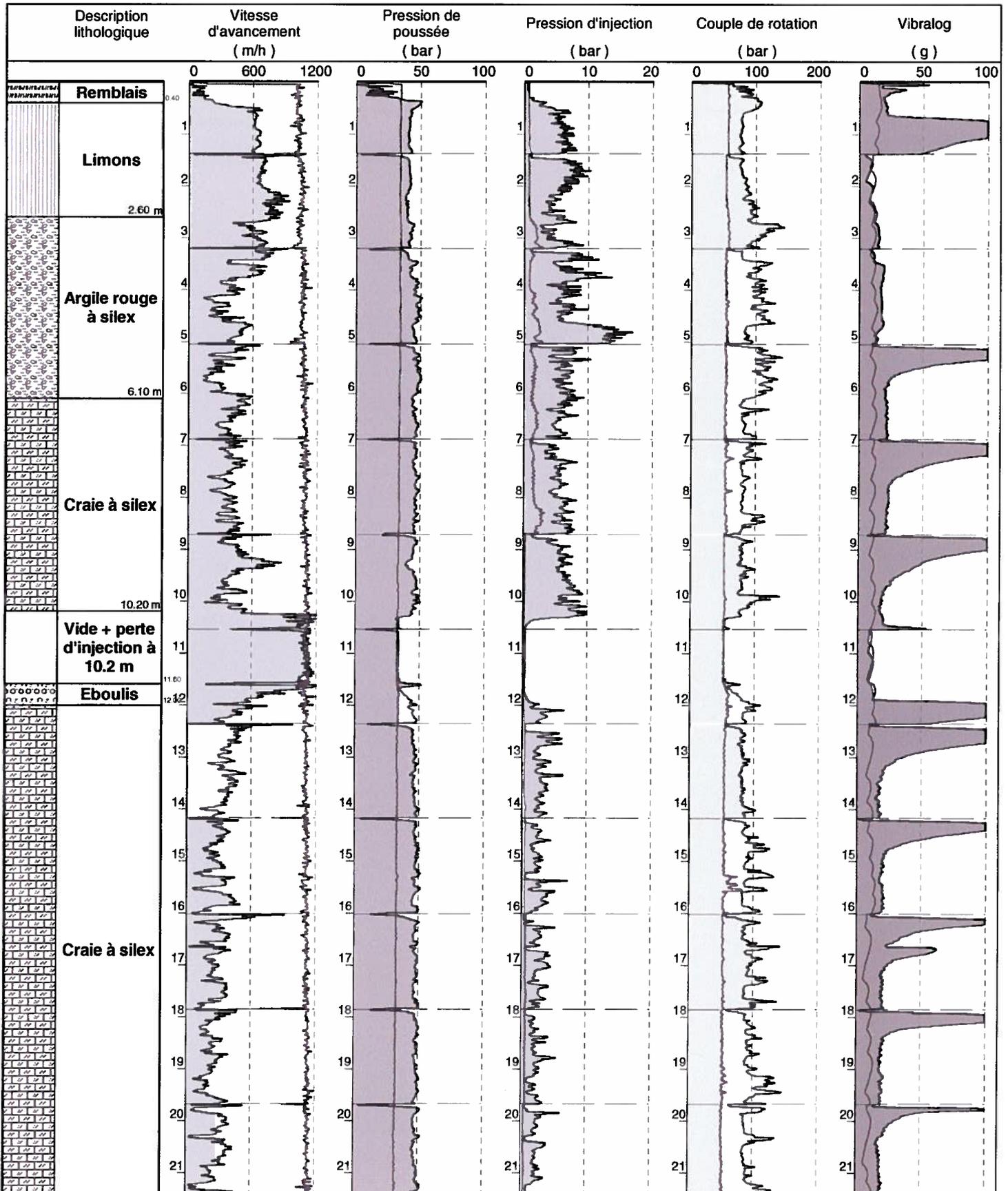
Méthode : Rotoperc  
Fluide : GSP  
Tubage : Non

Outil : Xretro  
Diamètre : 102 mm  
Profondeur : 0.00 - 23.36 m

1/100

**Forage SD05**

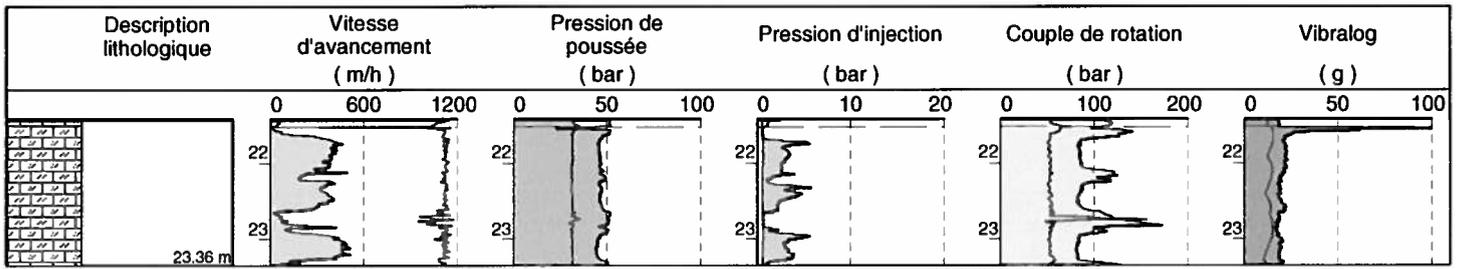
EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



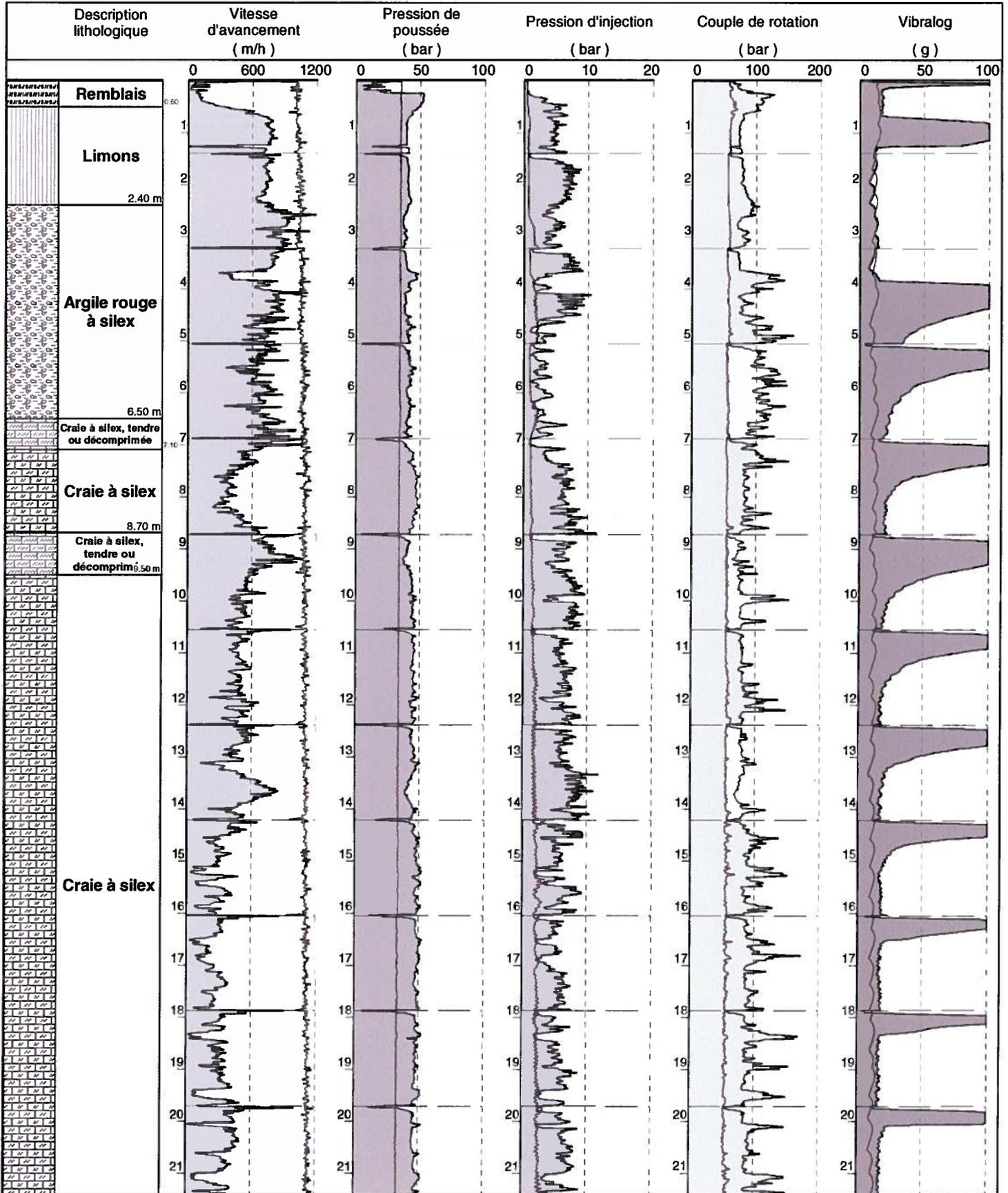
JEAN LUTZ S.A-Juraçon-France-www.jeanlutzsa.fr

explor -		<b>Commune Auppegard</b>		( Contrat : 76036-08 )
		Paramètres de forage		
Date : 04/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : Xretro	
Début : 16 h 09	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm	
Fin : 16 h 47	Angle : 0°	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.40 m	

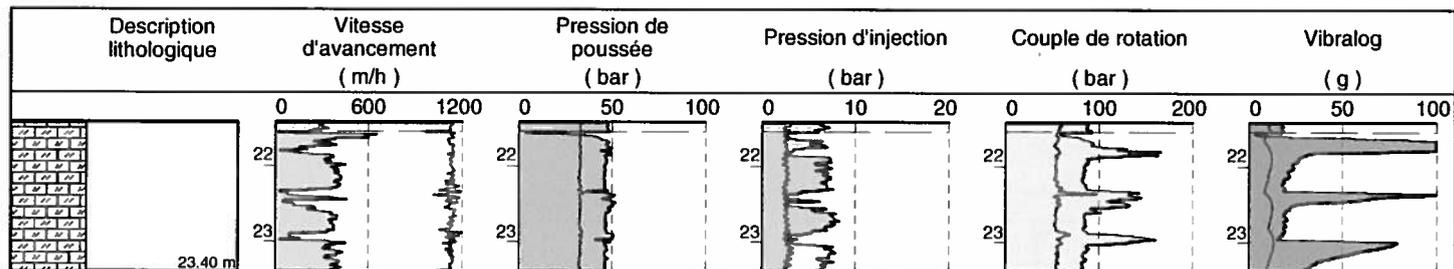
1/100

**Forage SD06**

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr



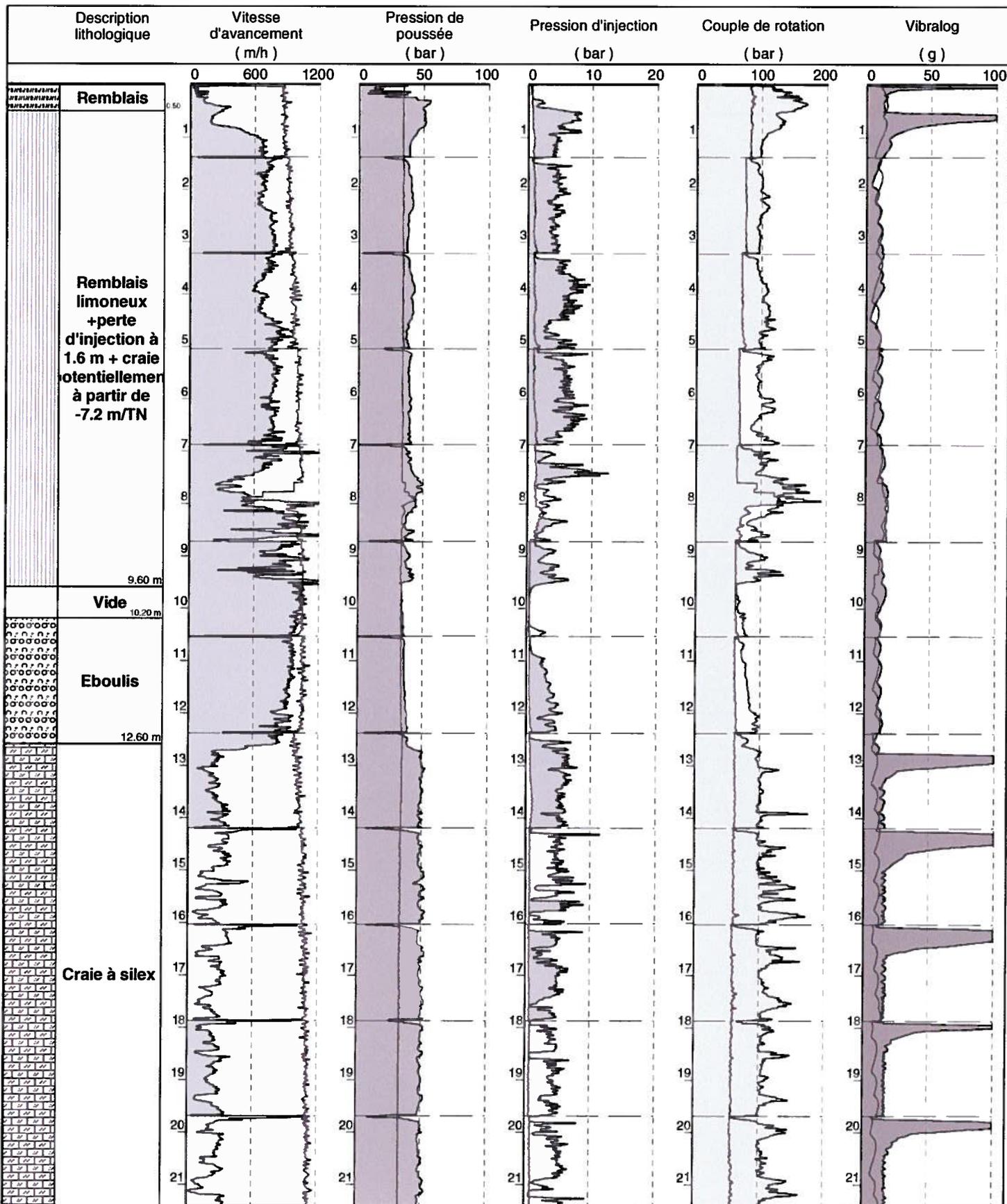
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

<i>explor-e</i>		<b>Commune Auppegard</b>		( Contrat : 76036-08 )
Paramètres de forage				
Date : 07/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoper	Outil : X retro	
Début : 15 h 38	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm	
Fin : 16 h 19	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.37 m	

1/100

**Forage SD07**

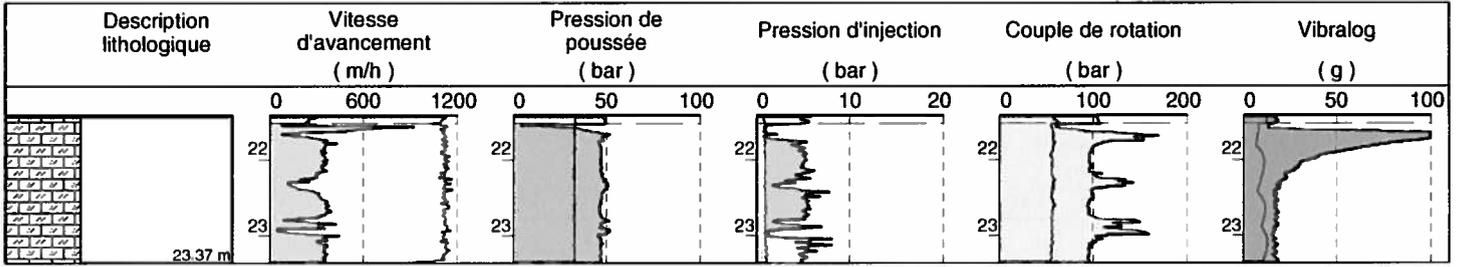
EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

**Commune Auppegard**

( Contrat : 76036-08 )

*explor -*

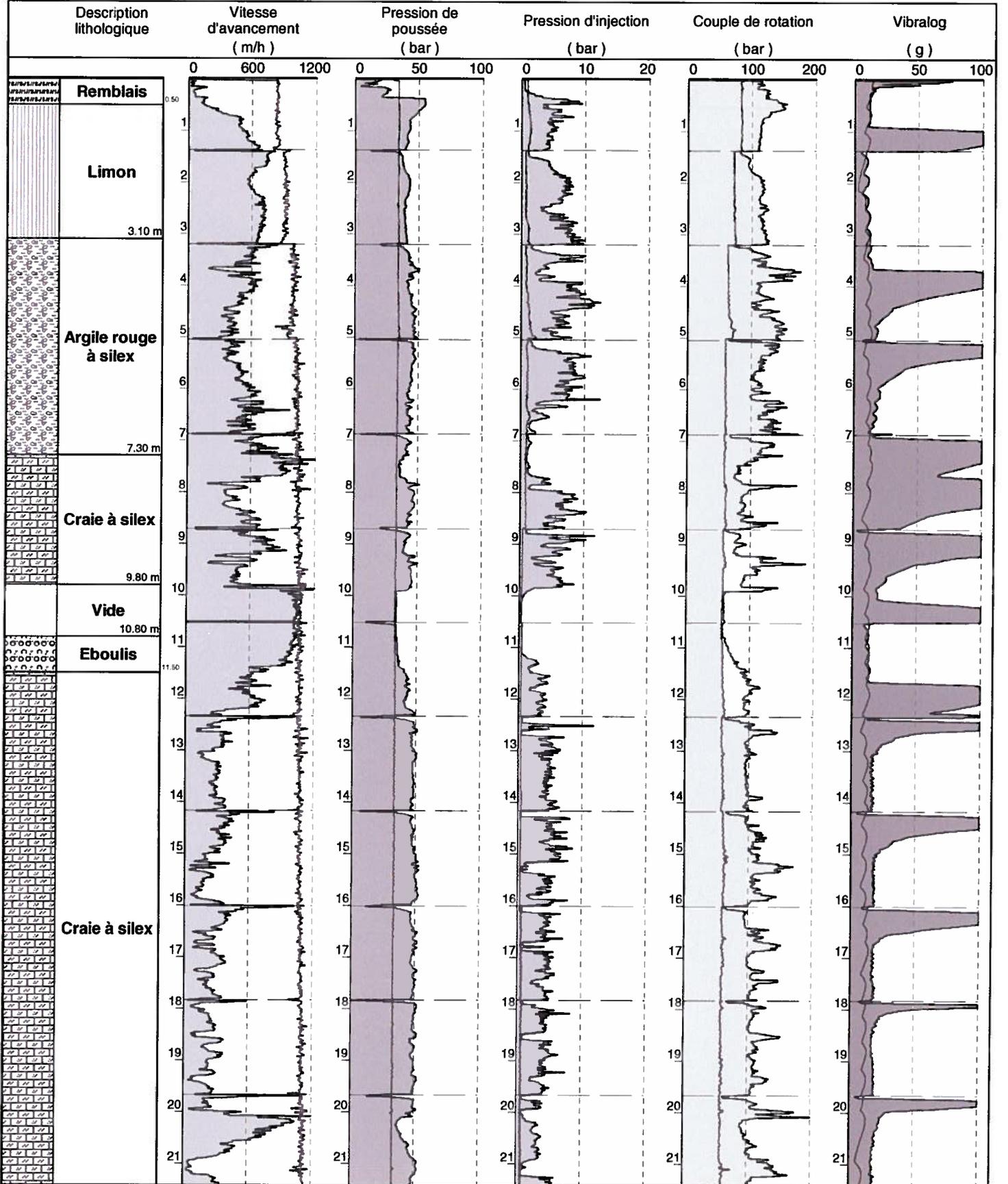
Paramètres de forage

Date : 08/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoper	Outil : X retro
Début : 09 h 56	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm
Fin : 10 h 36	Angle : 0 !	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.35 m

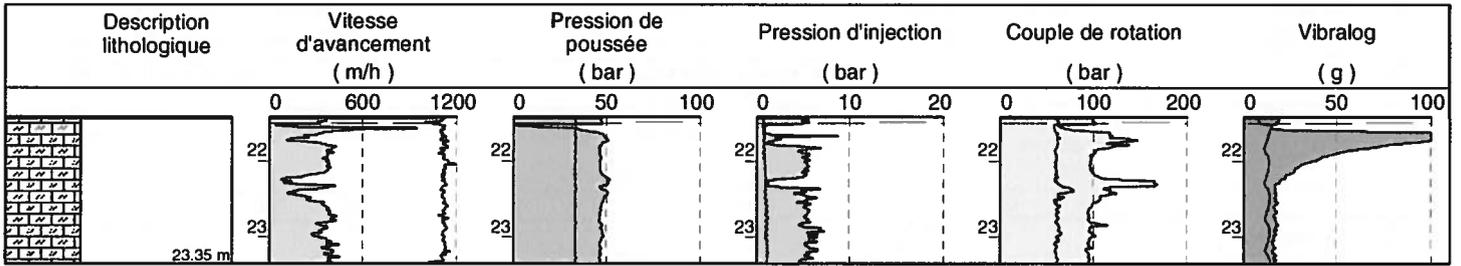
1/100

**Forage SD08**

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



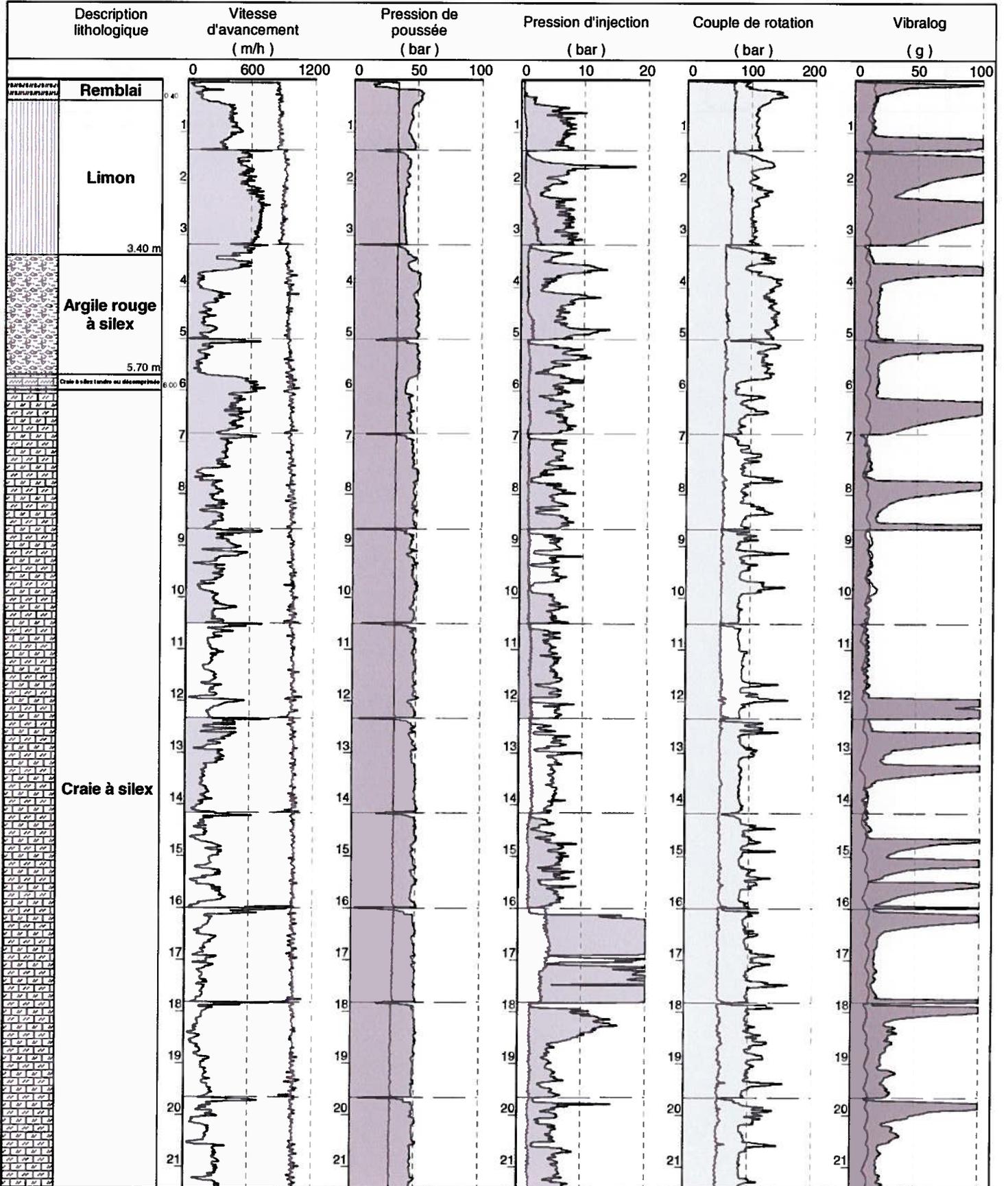
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr



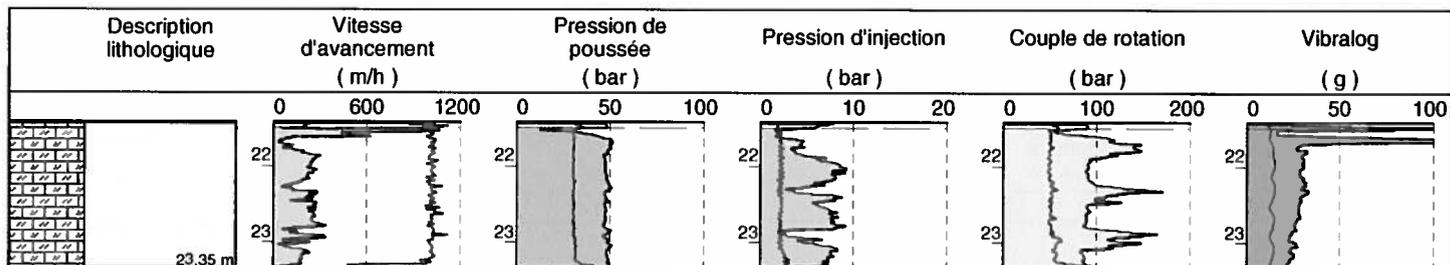
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

explor-e	<b>Commune Auppegard</b> Paramètres de forage	( Contrat : 76036-08 )
Date : 28/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc
Début : 23 h 05	Machine : Silea	Fluide : GSP
Fin : 23 h 43	Angle : 0°	Tubage : Non
		Outil : X retro
		Diamètre : 102 mm
		Profondeur : 0.00 - 23.35 m

1/100 **Forage SD090B** EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

*explor-e*

**Commune Auppegard**

( Contrat : 76036-08 )

Paramètres de forage

Date : 29/01/2013  
Début : 10 h 11  
Fin : 10 h 47

Cote NGF : 0.0 m  
Machine : Silea  
Angle : 0 ;

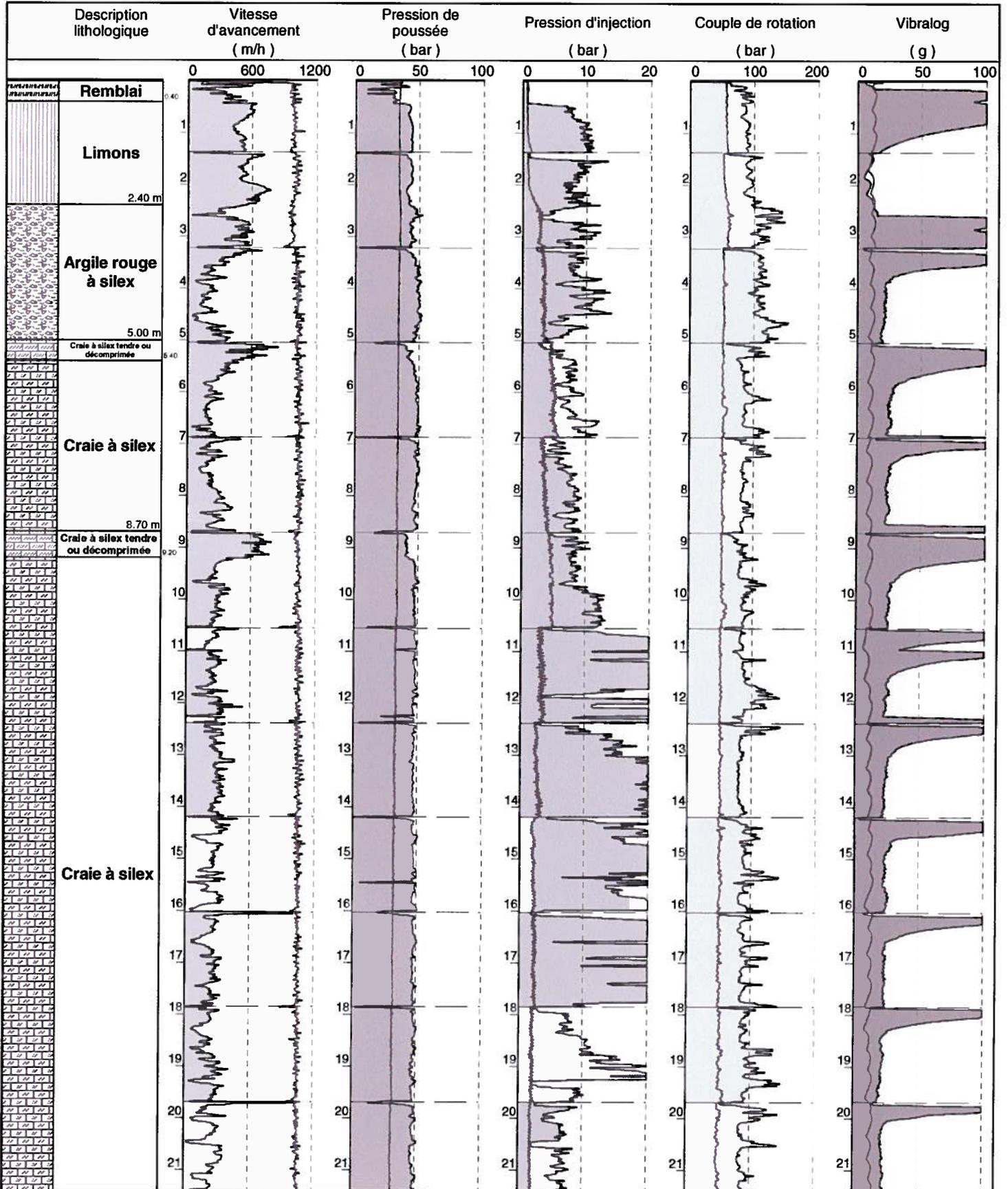
Méthode : Rotoperc  
Fluide : GSP  
Tubage : Non

Outil : X retro  
Diamètre : 102 mm  
Profondeur : 0.00 - 21.54 m

1/100

**Forage SD10**

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

<b>Commune Auppegard</b>	<b>Forage SD10</b>	page 2 / 2
--------------------------	--------------------	------------

1/100

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR

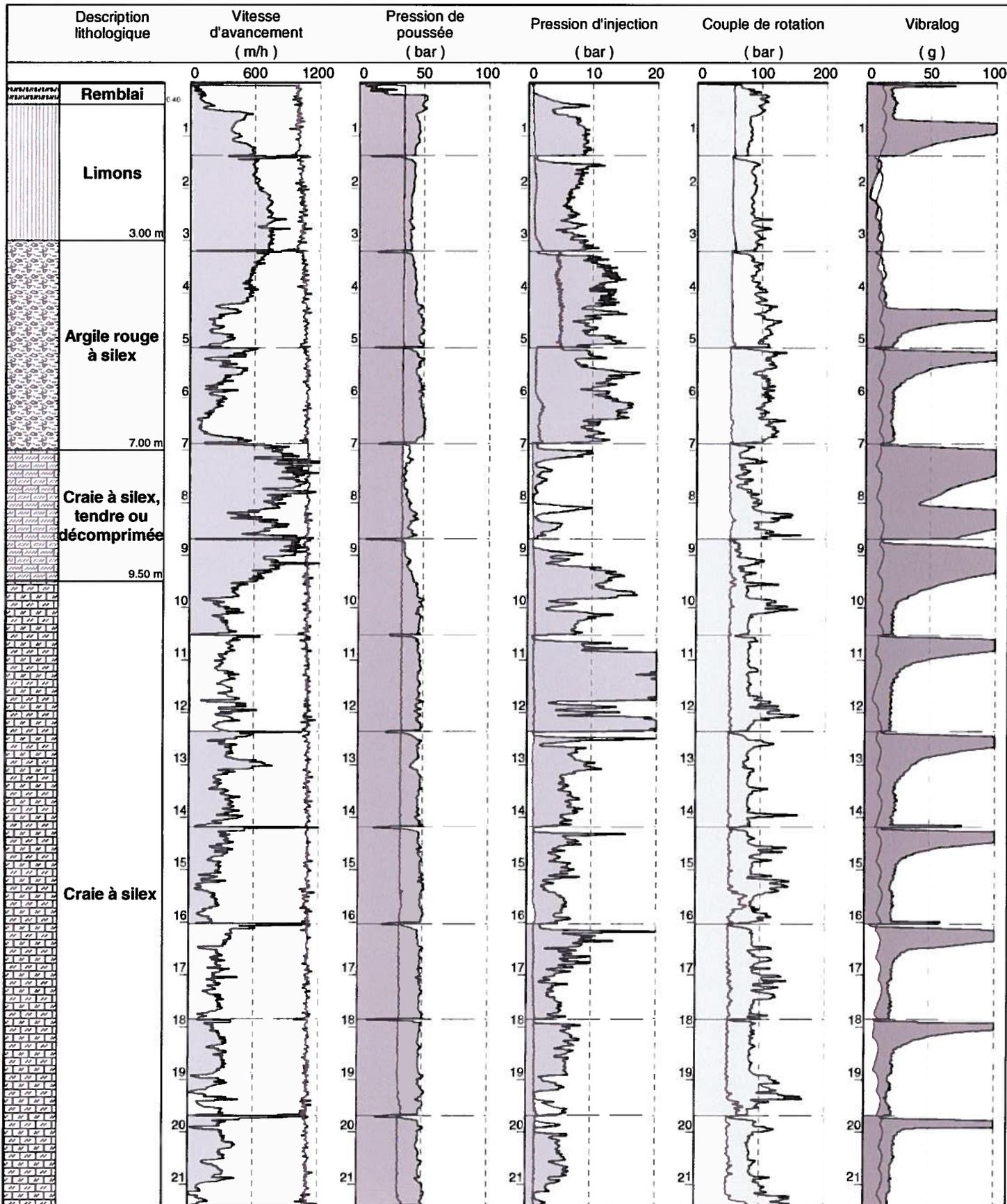
Description lithologique	Vitesse d'avancement ( m/h )	Pression de poussée ( bar )	Pression d'injection ( bar )	Couple de rotation ( bar )	Vibratlog ( g )
24.54 m	0    600    1200	0    50    100	0    10    20	0    100    200	0    50    100

...

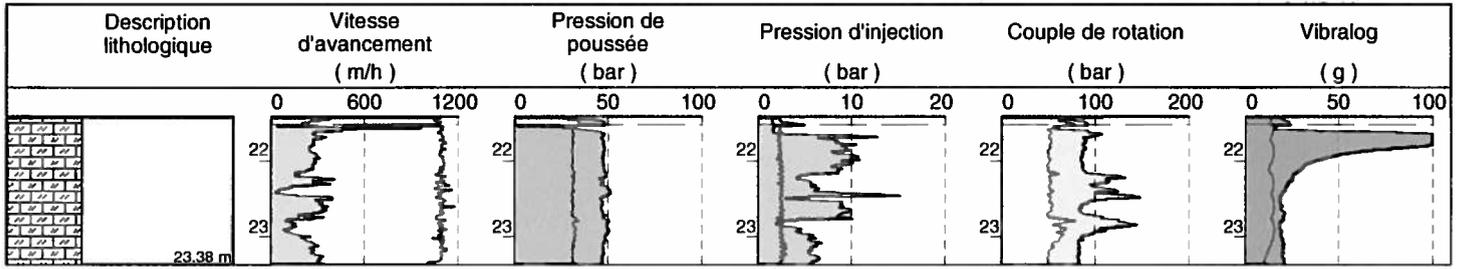
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

<i>explor-e</i>		<b>Commune Auppegard</b>		( Contrat : 76036-08 )	
		Paramètres de forage			
Date : 29/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc	Outil : X retro		
Début : 10 h 56	Machine : Silea	Fluide : GSP	Diamètre : 102 mm		
Fin : 11 h 39	Angle : 0 ;	Tubage : Non	Profondeur : 0.00 - 23.38 m		

1/100 **Forage SD11** EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr



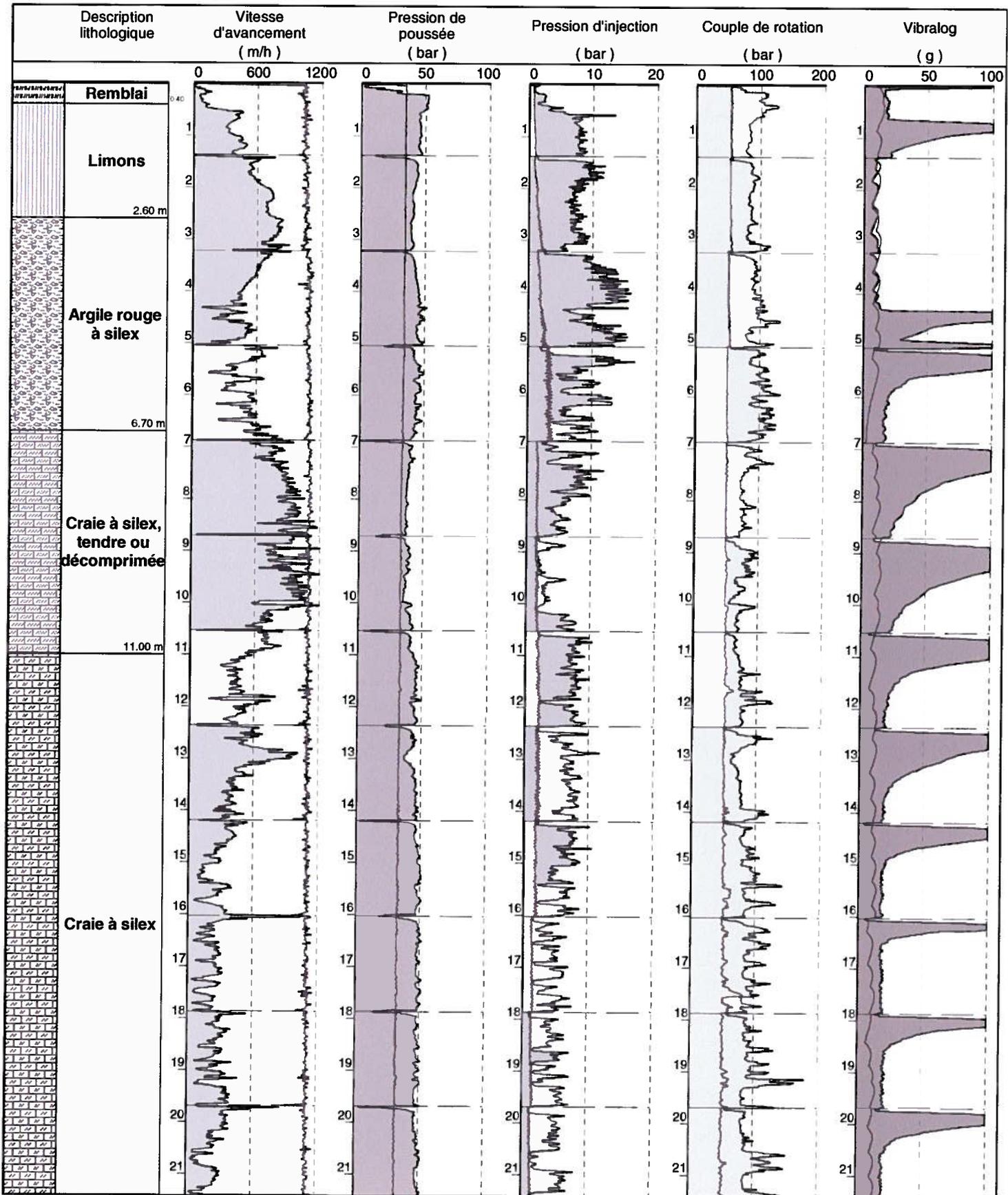
JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

explor-e	<b>Commune Auppegard</b>	( Contrat : 76036-08 )
Paramètres de forage		
Date : 29/01/2013	Cote NGF : 0.0 m	Méthode : Rotoperc
Début : 11 h 45	Machine : Silea	Fluide : GSP
Fin : 12 h 27	Angle : 0 ;	Tubage : Non
		Outil : X retro
		Diamètre : 102 mm
		Profondeur : 0.00 - 23.38 m

1/100

### Forage SD12

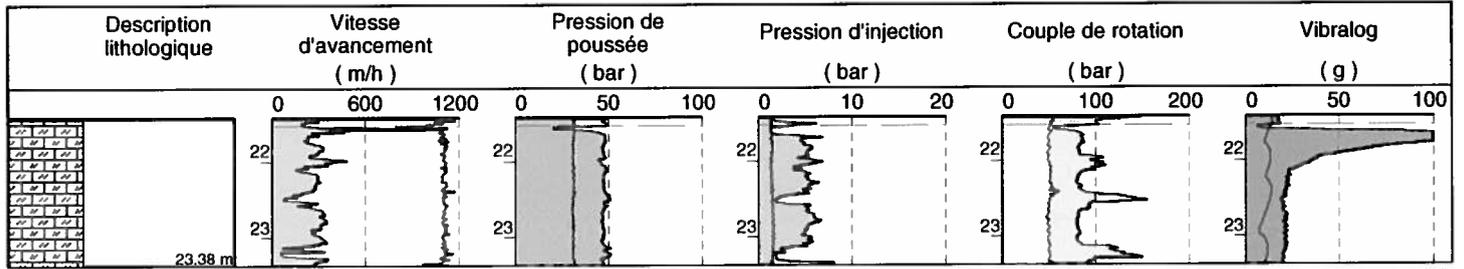
EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Jurançon-France-www.jeanlutzsa.fr

1/100

EXEPF 4.44/LB2EPF538FR



JEAN LUTZ S.A-Juraçon-France-www.jeanlutzsa.fr

Commune d'Auppegard

76036-09

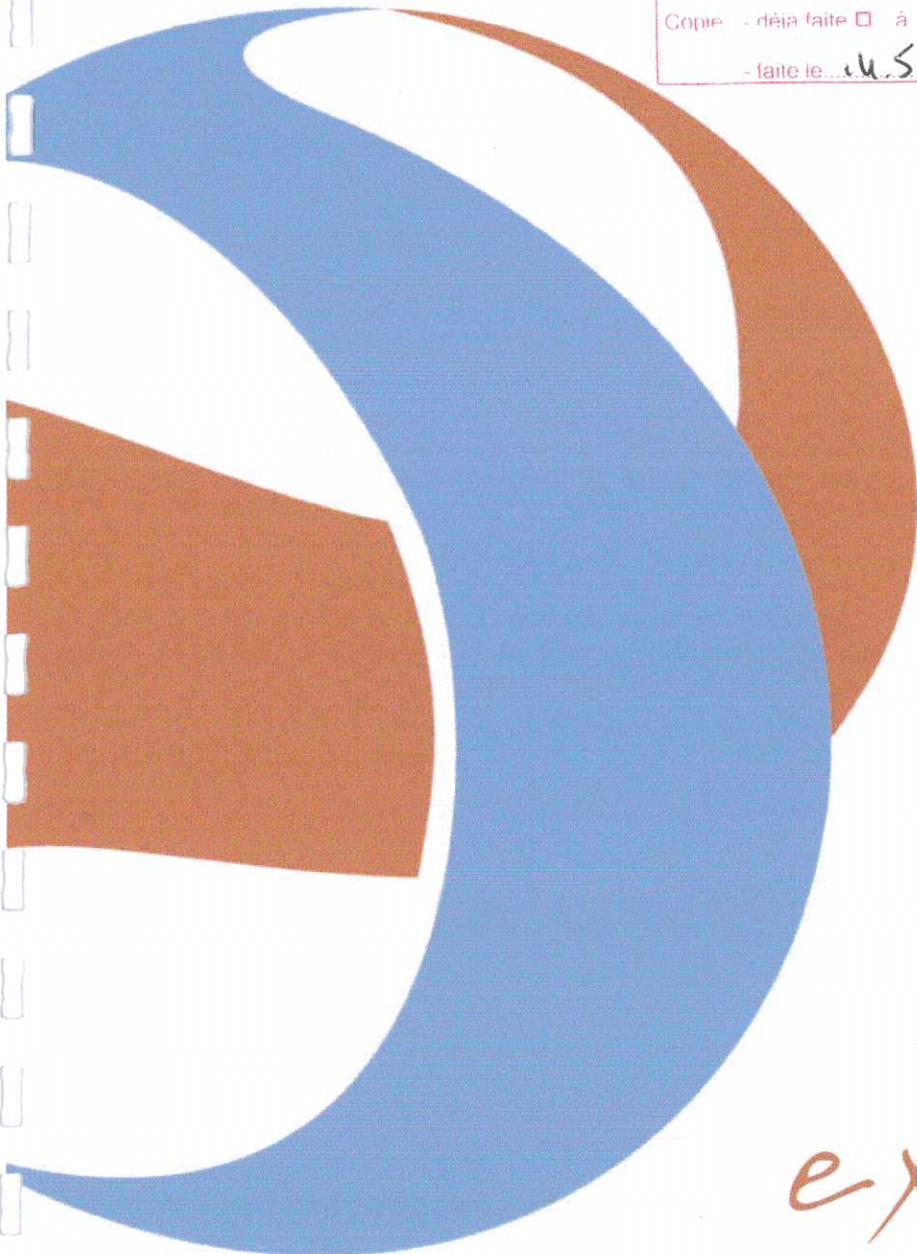
Commune d'Auppegard  
- Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Réalisation d'un puits d'accès et expertise d'une cavité souterraine avérée

SAT/ENV	
Formé par	Explore le 13.5.13
Enregistré par	KI le 14.5.13
Copie - déjà faite <input type="checkbox"/> à .....	
- faite le 14.5 à BAU/DIE	

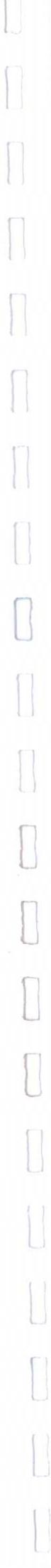
STO / MERS

Version A du 07 mai 2013



explor-e

Solutions risques naturels hydrogéologie et environnement





## Sommaire général

<b>1</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OUVERTURE DU PUIS – CARTOGRAPHIE DE LA CAVITÉ SOUTERRAINE .....</b>	<b>7</b>
2.1	Travaux préalables	7
2.2	Ouverture de puits d'accès	7
2.3	Inspection de la cavité	9
2.4	Levé topographique	16
2.5	Report de l'extension de la marnière en surface	17
<b>3</b>	<b>DÉFINITION D'UN PROGRAMME DE COMPLEMENT .....</b>	<b>19</b>
3.1	Travaux préparatoires	19
3.1.1	Mur de sectionnement	19
3.1.2	Événements	20
3.2	Comblement	20
3.2.1	Organisation opérationnelle	20
3.2.2	Matériau de comblement à mettre en œuvre	21
<b>4</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>23</b>

---

## Sommaire des illustrations

---

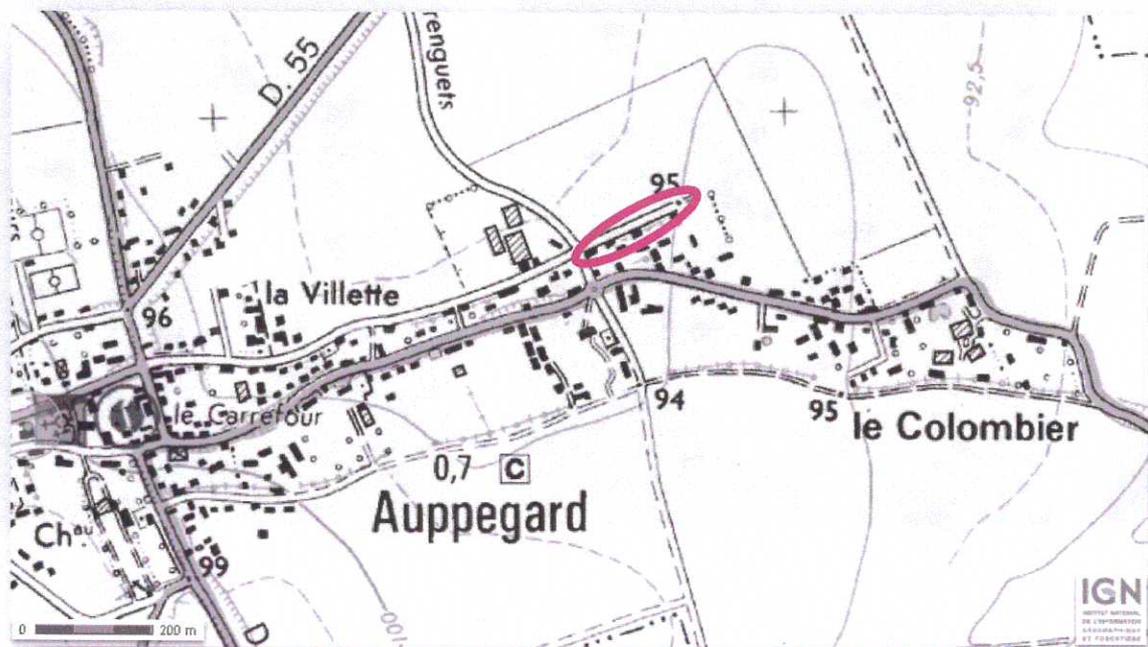
### Liste des schémas

Schéma 1.....	: Localisation de l'impasse de Mottes Report sur fond IGN Geoportail ©	1
Schéma 2.....	: Localisation de l'effondrement - Report sur fond cadastral	3
Schéma 3.....	: Récolement des sondages réalisés – report sur fond cadastral	4
Schéma 4.....	: Extension de la marnière établie à partir des relevés topographiques	11
Schéma 5.....	: Extension de la marnière établie à partir des relevés topographiques	17
Schéma 6.....	: Proposition d'adaptation du périmètre de sécurité lié à la marnière sans intervention complémentaire	18
Schéma 7.....	: Proposition d'adaptation du périmètre de sécurité lié à la marnière sans intervention complémentaire	19
Schéma 8.....	: Localisation des forages d'événements à réaliser avant comblement	20

## Contexte et objectifs de la mission

L'impasse des Mottes est située au nord-est du bourg de la commune d'Auppegard (76). Il s'agit d'une voie sous compétence communale permettant la desserte de plusieurs habitations. On se référera au schéma présenté ci-après.

Schéma 1 : Localisation de l'impasse de Mottes  
Report sur fond IGN Geoportail ©



Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012, le BRGM est intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.

On se référera :

- ✓ Aux clichés pris le jour de l'apparition de l'effondrement présentés ci-dessous ;
- ✓ Au schéma de localisation de l'effondrement présenté page suivante.

Clichés : Prises de vues de l'effondrement le jour de son apparition

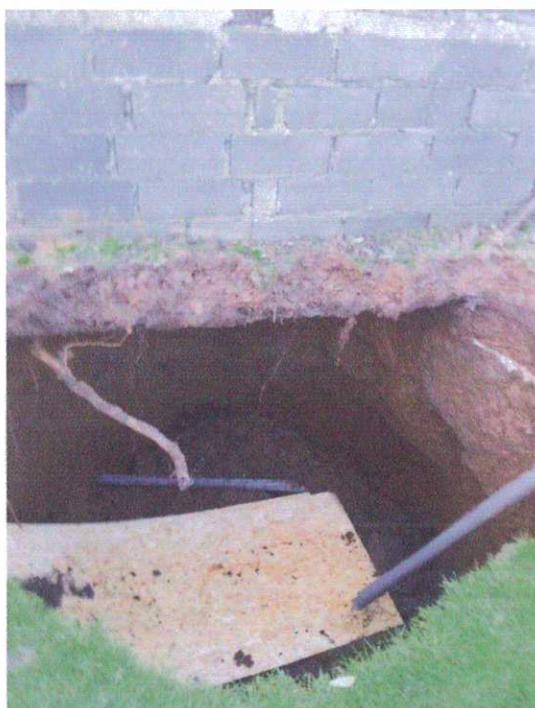
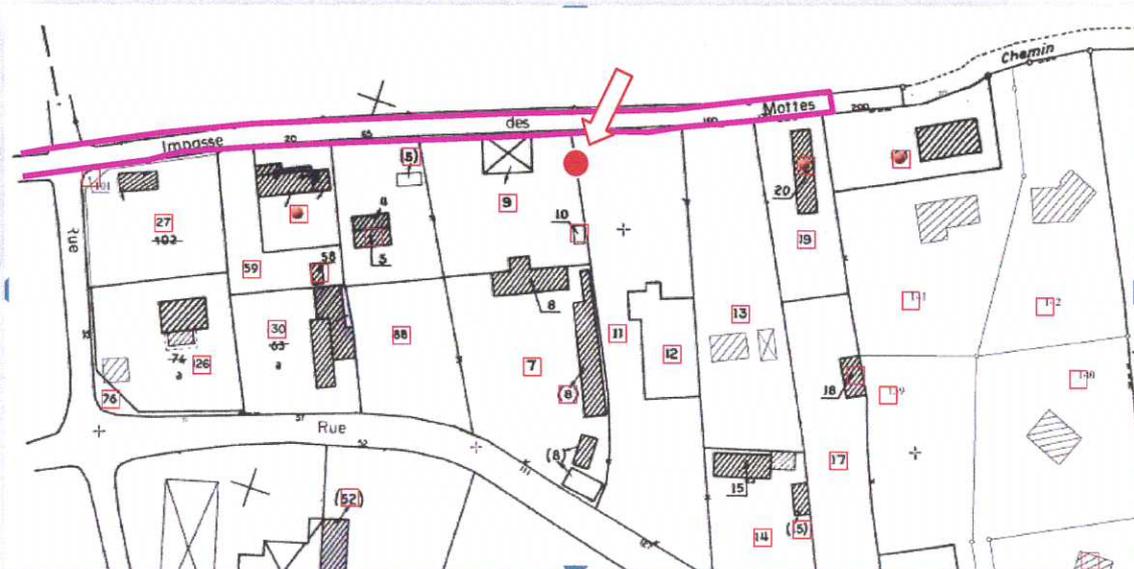


Schéma 2 : Localisation de l'effondrement - Report sur fond cadastral



Au terme du diagnostic d'urgence, compte tenu de l'éloignement de la maison la plus proche et de la chaussée de l'impasse, le BRGM n'a pas jugé opportun de considérer que la situation d'un état de péril grave et imminent. Toutefois, compte tenu de la proximité de l'effondrement et de l'enjeu, le BRGM a recommandé « l'intervention dans les plus brefs délais d'un bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs...)... ».

En complément de ces prescriptions, la commune d'Auppegard allait prendre un arrêté afin de limiter la circulation sur la rue des Mottes aux véhicules d'un PTAC inférieur à 3,5T, situation particulièrement préjudiciable dans l'état puisque rendant difficile la finalisation d'un pavillon en construction.

L'emplacement de l'effondrement (au droit d'un mur mitoyen, à proximité de la chaussée de l'impasse) induisait une intervention « multi maître d'ouvrages », difficilement organisable dans l'état.

Devant cette situation, la SCI TLS allait décider dans une première étape de mettre en œuvre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche. 9 sondages profonds allaient ainsi être réalisés par explor-e dans l'angle de la parcelle.

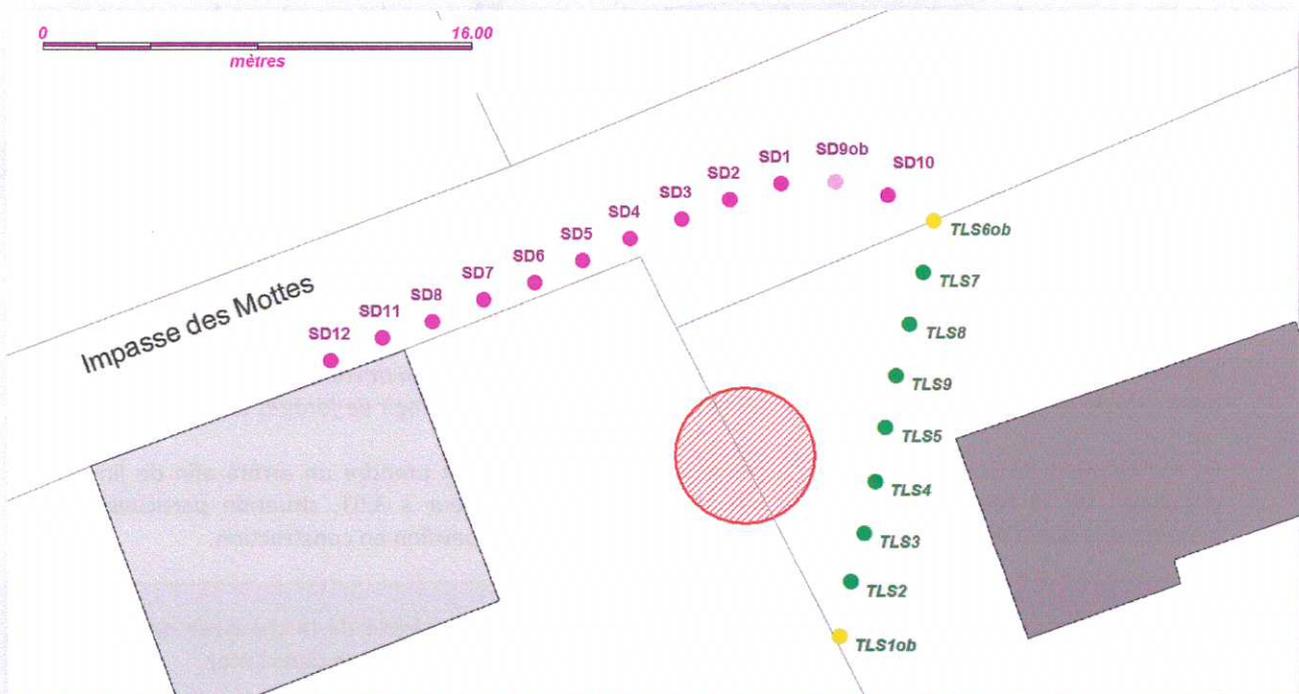
Aucun vide naturel ou anthropique n'ayant été observé au niveau de la zone investiguée lors de foration ou interprété sur les diagraphies, Explor-e allait proposer :

- Une adaptation locale du périmètre de sécurité lié à l'indice ;
- La poursuite du comblement de l'indice avec des matériaux inertes (tout venant ou graves de mer) afin de limiter les risques de décompression des terrains périphériques.

À la suite, la commune d'Auppegard allait confier à explor-e la réalisation d'un programme de reconnaissance complémentaire, par sondages destructifs profonds (conformément aux prescriptions des services de la DDTM et du diagnostic d'urgence du BRGM) permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains sous la voie communale afin de permettre son éventuelle réouverture aux véhicules de PTAC > 3.5 Tonnes.

La vérification de l'absence de vides ou de zones décomprimées a été réalisée par la mise en œuvre de 12 forages destructifs par méthode rotoperçusion, diamètre 102mm (en complément des 9 sondages réalisés pour le compte de la SCI TLS). On se réfèrera au schéma présenté ci-dessous.

Schéma 3 : Récolement des sondages réalisés – report sur fond cadastral



Conformément à la doctrine départementale relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, les sondages ont pénétré de plus de 15m dans la formation crayeuse. On notera que cette profondeur de reconnaissance a été maintenue également sur les forages présentant des vides afin de s'assurer de l'existence d'un seul niveau. La profondeur totale reconnue est ainsi comprise entre 21.5m et 25.2m, 23.2 en moyenne (sur le programme communal)

Les différents sondages ont permis de reconnaître une coupe géologique « classique » de la région, à savoir une couverture limoneuse recouvrant la formation résiduelle des argiles à silex elle-même sus-jacente aux formations crayeuses qui constituent l'ossature du plateau.

Des vides francs avaient alors été interprétés sur les sondages SD5, SD7 et SD8. À la suite des inspections vidéos allaient être mises en œuvre sur les sondages SD5 et SD8.

Au regard des connaissances acquises lors de cette intervention, il apparaissait donc que la voie de circulation de l'impasse des Mottes était située pour partie au-dessus d'une marnière.

Malgré le fait que la partie communale concernée par le vide apparaissait faible au regard de la surface située en domaine privé, les enjeux sont principalement communaux. Il semblait donc indispensable que la commune pilote un programme de reconnaissances complémentaires visant un diagnostic complet de cet établissement souterrain.

Dans ce contexte, la commune d'Auppegard a confié à explor-e une mission complète comprenant l'ouverture, la cartographie complète de la cavité souterraine reconnue au droit des sondages ainsi que l'établissement d'un programme de comblement

Le présent rapport synthétise les éléments relatifs à cette mission.

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Réalisation d'un puits d'accès et expertise d'une cavité souterraine avérée

---



## Ouverture du puits – cartographie de la cavité souterraine

La nécessité d'accéder à la cavité souterraine pour permettre le dimensionnement des vides, et le diagnostic de sa stabilité a induit la réalisation d'un puits d'accès.

### 2.1 Travaux préalables

La zone retenue pour ouvrir un puits d'accès à la cavité souterraine étant située dans le bas-côté de la chaussée de la rue des Mottes, la commune d'Auppegard a fait réaliser préalablement aux travaux une voie temporaire au sein de la prairie située au nord.

### 2.2 Ouverture de puits d'accès

L'ouverture du puits a été sous-traitée à la société FORAGES DE LA VARENNE entre le 19 et le 24 avril 2013.

Le puits a été réalisé selon la méthode dite du « forage par havage » au droit du sondage SD05, là où le vide présentait la hauteur la plus significative.

Cette mission a nécessité l'intervention d'une grue Benoto équipée d'une benne preneuse de diamètre 1.2 m permettant de traverser les différentes couches géologiques sans déstructurer les terrains avoisinants.

On se référera aux clichés présentés page suivante.

Photo : Matériel nécessaire à l'ouverture du puits – grue Benoto équipée d'une benne preneuse



Creusement à la benne preneuse



Alésage du puits



Vue sur le puits en cours de creusement,  
on notera la limite entre la formation résiduelle à silex et la craie

Une fois le puits nu réalisé, celui-ci a été équipé à l'aide de buses béton de diamètre 1 m jusqu'à la base de cavité (soit entre -12 et -13m/TN) afin de garantir la sécurité des personnes assurant l'inspection.

## 2.3 Inspection de la cavité

L'inspection et le relevé topographique ont été réalisés le 24 avril 2013 par la société *explor-e*.  
La descente a été effectuée à l'aide d'une cage métallique reliée au treuil de la grue Benoto afin de garantir un maximum de sécurité pour les différents intervenants.

On se référera au cliché présenté ci-dessous.

Photo : *Matériel nécessaire à la descente dans la cavité (cliché d'archive – explor-e ©)*



L'inspection / topographie a ainsi permis de constater les éléments remarquables suivants :

- Nous sommes bien en présence d'une ancienne carrière souterraine destinée à l'extraction de marne de type « marnière ». De nombreuses traces de pic attestent du mode opératoire lors du creusement. La craie exploitée est une craie « grasse » très traçante ;
- Aucun indice ne permet de dater sa réalisation (absence de graffitis) ;
- Le puits originel devait être situé entre l'effondrement observé en novembre 2012 et la cavité actuelle. Toutefois, il n'a pas pu être observé directement du fait du comblement complet de cette zone ;
- Initialement, la cavité devait être décomposée en 5 extensions, potentiellement rayonnantes à partir du puits et globalement orientées : sud-est, sud-ouest, ouest, nord-ouest et nord-est.
- Comme il a été vu précédemment l'extension « sud-est » (E1) n'est plus accessible suite à la vidange de matériaux argileux en relation avec l'effondrement observé en novembre 2012
- Quatre extensions étaient visibles en avril 2013 :

↙ E2 se développe en direction du sud-ouest sur une longueur d'environ 5.4m (depuis un point de référence « virtuel » situé globalement au centre de la cavité) pour une largeur de 2.5m.

Cette extension se rapproche plus de la configuration d'une galerie plutôt de celle d'une chambre du fait de son étroitesse et sa linéarité – l'impression est renforcée par une exploitation très angulaire du ciel de la cavité.

Le fond de E2 est masqué par des matériaux potentiellement issus d'une vidange de racine d'argile à silex il ne nous a donc pas été possible d'apprécier si cette extension pouvait se poursuivre plus au sud ou au sud-ouest ;

↙ E3 se développe en direction de l'ouest sous forme d'une chambre « pédonculée » d'une longueur d'environ 7.6m (à partir du point de référence).

Il est important de noter que cette chambre présente des hauteurs sous plafond très importantes. D'une part, la présence d'une faille à ce niveau semble avoir dirigé le type d'exploitation, mais, d'autre part elle est également à l'origine d'une « fragilité » locale initiant le détachement de blocs du ciel de la cavité.

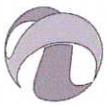
↙ E4 se développe en direction du nord-ouest également sous forme d'une chambre « pédonculée » d'une longueur d'environ 6.8m (à partir du point de référence).

C'est l'extrémité de cette chambre qui avait été reconnue par les sondages destructifs SD7 et SD8 réalisés précédemment pour le compte de la commune.

Lors de la première visite, cette chambre est apparue obstruée par une importante vidange d'argile à silex (rencontrée lors du sondage SD7), situation qui a nécessité un important travail de désobstruction manuelle afin de pouvoir atteindre son extrémité. Même après désobstruction partielle, la hauteur résiduelle du vide ne dépassait pas 0.7m.

↙ Enfin, E5 se développe en direction du nord-est sur 5.6m (à partir du point de référence) selon une forme plus trapue que les 2 extensions précédentes. Il s'agit de la chambre reconnue sur le sondage SD5 et observée lors de la première inspection vidéo. C'est également en bordure de E5 que le nouveau puits a été réalisé.

On se référera au schéma ainsi qu'aux photos présentées ci-après.



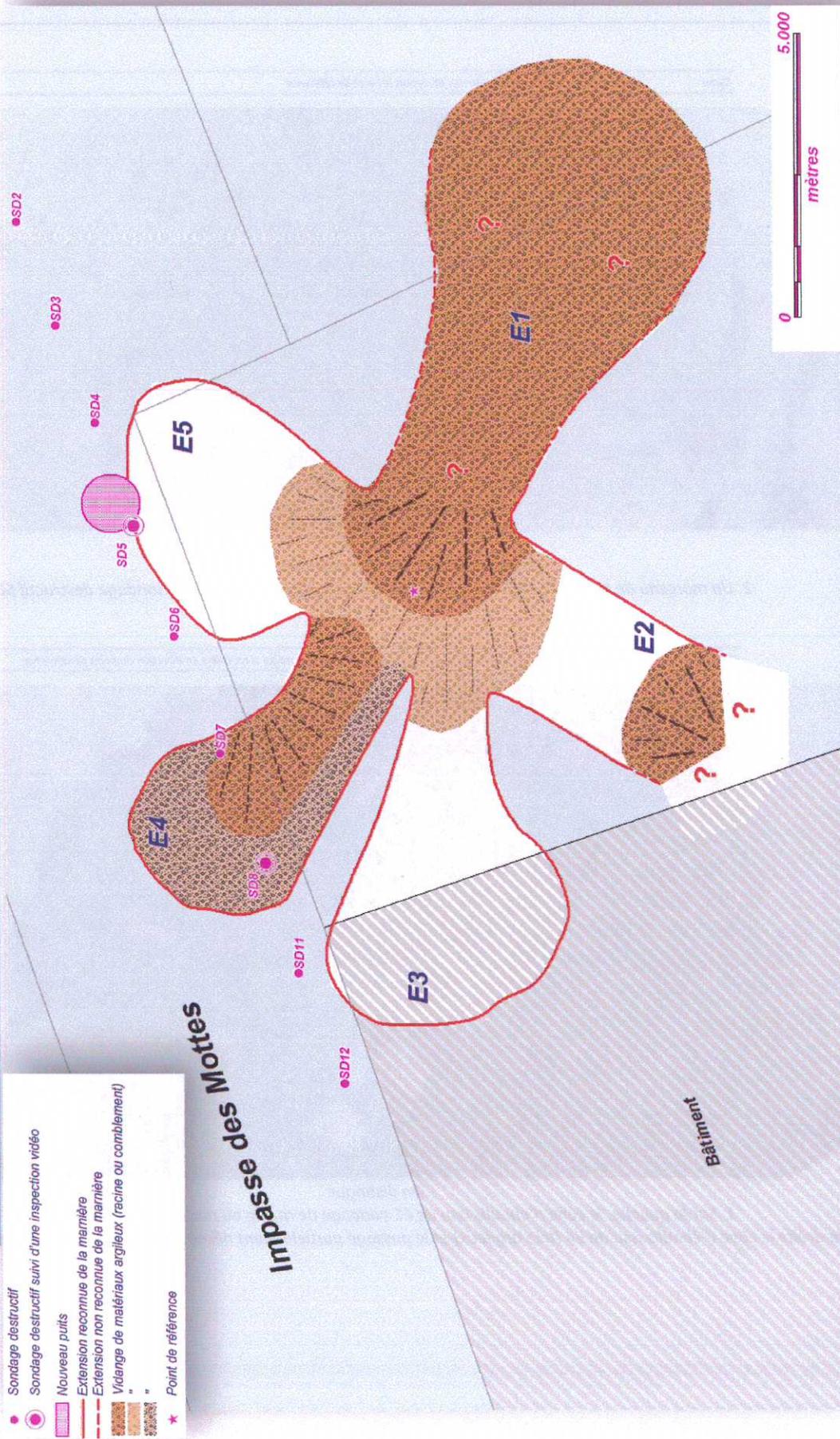
explor-e

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Réalisation d'un puits d'accès et expertise d'une cavité souterraine avérée

Schéma 4 : Extension de la marnière établie à partir des relevés topographiques



- Sondage destructif
- Sondage destructif suivi d'une inspection vidéo
- Nouveau puits
- Extension reconnue de la marnière
- Extension non reconnue de la marnière
- Vidange de matériaux argileux (racine ou comblement)
- ★ Point de référence

Cliché : Inspection de la marnière : Vue sur E5 depuis le point de référence



On distingue :

1. La cage de descente au droit du nouveau puits ;
2. Un morceau de tube PVC (100 mm) sur la paroi ouest (ce tube équipait le sondage destructif SD5)

Cliché : Inspection de la marnière : Vue depuis le fond de E5 l'extrémité nord de la marnière en direction du point de référence



On distingue :

1. Sur la gauche, le cône d'éboulis issu de E1 (vidange de racine ou matériaux de comblement)
2. Sur la droite le cône d'éboulis issu de E4 (très argileux) et le passage partiellement désobstrué afin de pouvoir accéder au fond de E4

Cliché : Inspection de la marnière : Vue sur E4 depuis le point de référence



On notera :

1. À droite du cliché, la présence d'une vidange d'argile à silex importante rencontrée lors de SD7
2. Le passage désobstrué afin de permettre l'accès au fond de cette galerie

Cliché : Inspection de la marnière : Vue en direction du fond de E4 depuis le passage désobstrué permettant l'accès au fond de E4



Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Réalisation d'un puits d'accès et expertise d'une cavité souterraine avérée



Cliché : Inspection de la marnière : Vue depuis le passage étroit vers le fond de E4



On notera :

1. Sur la droite du cliché, le cône d'éboulis lié à la vidange d'argile à silex traversée sur SD7
2. La faible hauteur de cette chambre (1m environ) largement comblée par les matériaux de vidange

Cliché : Inspection de la marnière : Vue de l'évent réalisé au droit de SD8 (Fond de E4)



---

Cliché : Inspection de la marnière : Vue sur E3 depuis le point de référence

---



On notera :

1. La présence d'une faille importante
2. L'importante quantité de matériaux tombés au sol depuis le ciel de la cavité

---

Cliché : Inspection de la marnière : Vue sur E2 depuis le point de référence

---



On notera la vidange d'une racine d'argile à silex ayant probablement contribué à l'arrêt de l'exploitation dans cette direction

## 2.4 Levé topographique

La topographie d'une cavité est nécessaire afin :

- ✓ De calculer le volume des vides ;
- ✓ De localiser la direction des galeries et de permettre leur report en surface.

Pour ce faire, le bureau d'études *explor-e* a utilisé le matériel suivant :

- ✓ Un télémètre laser LEICA DISTO D8 ;
- ✓ Des cibles longues distances appliquées sur un jalon à même hauteur que le télémètre,
- ✓ Un compas permettant de préciser la direction des points de mesure par rapport au nord (azimut).

Les chiffres clefs « estimés » du relevé topographique sont les suivants :

- Schématiquement, nous sommes en présence d'une cavité pentalobée qui s'étend sur une surface d'environ 65 m<sup>2</sup> ;
- La largeur des galeries est globalement comprise entre 3.0 et 3.5m ;
- Outre la présence de plusieurs cônes d'éboullis, le sol est apparu très irrégulier en particulier du fait de la présence matériaux détachés du ciel de la cavité, en grande quantité dans certains secteurs. La hauteur sous plafond est ainsi comprise entre 0.7m et 3.8m ;

Après interprétation des mesures topographiques, le volume résiduel du vide (nouveau puits compris) a été estimé entre 110 et 140 m<sup>3</sup>.

Ce volume est basé sur une hypothèse d'absence de vide complémentaire en arrière du cône d'éboullis observé sur SD2

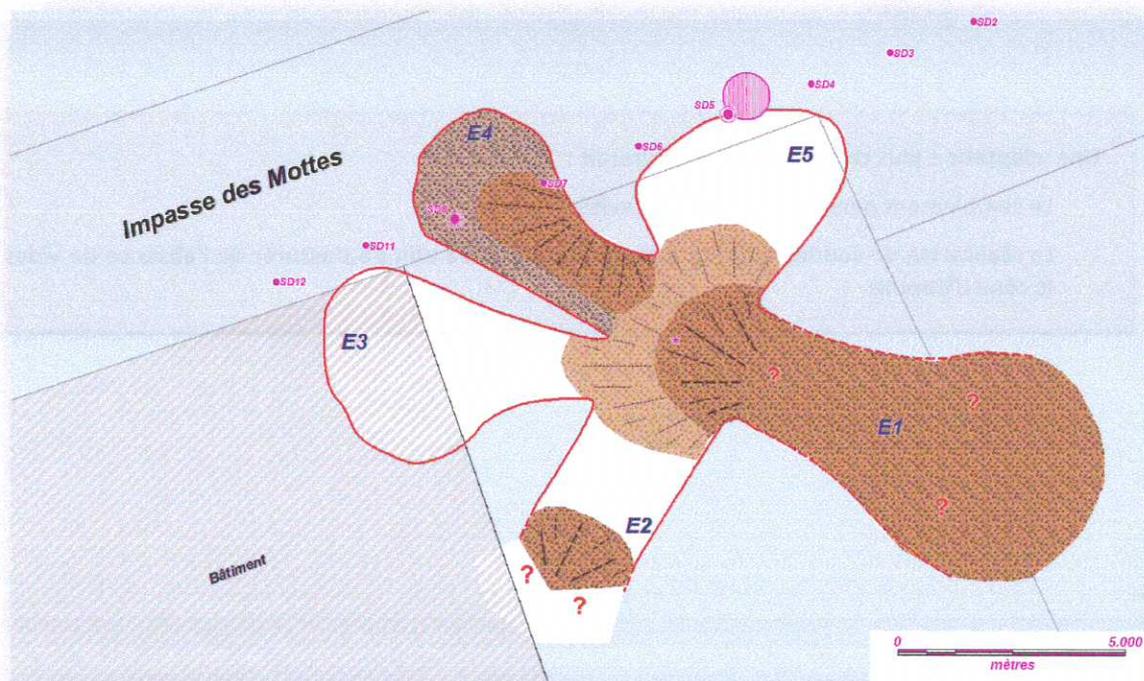
## 2.5 Report de l'extension de la marnière en surface

Le schéma présenté page suivante illustre l'extension de la marnière projetée en surface.

### Faits marquants :

- Initialement, la marnière devait se développer sur une surface de l'ordre de 90 m<sup>2</sup> (en posant comme hypothèses l'absence de développement en arrière du cône d'éboulis observé au fond de E2 et une extension maximale de E1 correspondant au schéma ci-dessous ;
- Cet établissement souterrain se développe pour une très faible partie sous la parcelle communale correspondant à l'impasse des mottes et ses accotements, au niveau de E5 (2 m<sup>2</sup> + nouveau puits) + E4 (7 m<sup>2</sup>) + E3 (moins de 1 m<sup>2</sup>), soit de l'ordre de 11 m<sup>2</sup> (probablement de l'ordre de 10 à 15% à la surface de la marnière) ;
- Cette cavité est donc largement développée au droit de la propriété privée et est sous-jacente pour partie au bâtiment situé au nord. On notera que le mur extérieur de la propriété présente des indices d'instabilité au droit de E4 et des déformations sont également visibles sur la base du mur du bâtiment au droit de E3 ;
- En direction de la propriété de la SCI TLS on ne connaît pas les limites exactes de la carrière initiale, mais la ligne de sondages réalisée par explor-e à ce niveau permet de conclure à l'absence de développement sous l'habitation ;
- En absence de possibilité d'accès, il n'est pas possible de conclure quant à une éventuelle extension au sud de E2 (en arrière du cône d'éboulis) ;
- Cette ancienne carrière souterraine de marne apparaît relativement fragilisée, le risque d'observer rapidement de nouveaux désordres en surface est relativement élevé au regard de sa faible profondeur.

Schéma 5 : Extension de la marnière établie à partir des relevés topographiques



Au regard de ces informations, et en application de la doctrine relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, il est possible de proposer, sans intervention complémentaire, une adaptation locale du périmètre de sécurité. On se référera au schéma ci-dessous.

Schéma 6 : Proposition d'adaptation du périmètre de sécurité lié à la marnière sans intervention complémentaire



Une adaptation plus conséquente nécessiterait :

- Le comblement partiel ou total de la cavité ;
- La réalisation de sondages destructifs en arrière de E2 afin de s'assurer de l'absence de vides derrière le cône d'éboulis.

## Définition d'un programme de comblement

Le comblement de la marnière devra se dérouler en deux phases :

- 1 Travaux préparatoires : réalisation d'évents et d'éventuellement d'un mur de sectionnement de la cavité dans l'hypothèse d'un comblement partiel ;
- 2 Comblement à l'aide d'un coulis de remplissage.

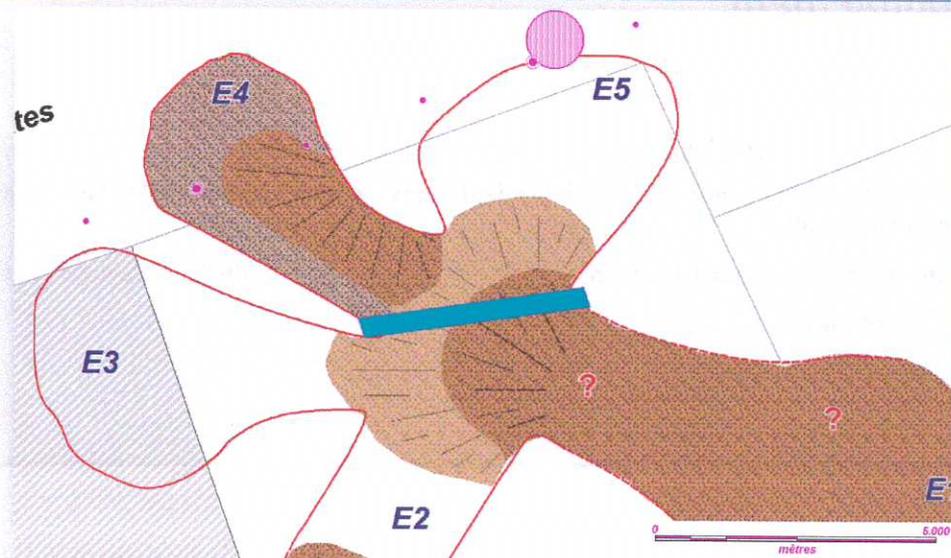
### 3.1 Travaux préparatoires

#### 3.1.1 Mur de sectionnement

Comme nous l'avons vu précédemment, la carrière souterraine ne se développe que pour une petite partie sous l'espace public. En cas de non-adhésion des propriétaires de la parcelle privée dans un projet de comblement global, il pourrait être envisagé la réalisation d'un mur de sectionnement permettant de limiter les coûts de comblement.

La situation la plus favorable serait un ancrage au niveau de la paroi E3/E4 à l'ouest et au niveau du cône d'ébouilés en amont de E1 à l'est, soit une largeur d'environ 4m. On se référera au schéma ci-dessous.

Schéma 7 : Proposition d'adaptation du périmètre de sécurité lié à la marnière sans intervention complémentaire



### 3.1.2 Événements

Afin d'assurer un comblement optimum de la cavité, il sera nécessaire de réaliser au préalable des forages « gros diamètre » supplémentaires équipés PVC appelés événements.

En effet, la forme de la cavité, son comblement partiel par des blocs de craie effondrés du ciel induisant l'irrégularité de celui-ci ainsi que les vidanges d'argile dans la carrière au niveau de plusieurs racines ne permettent pas d'envisager une injection de coulis en un seul et même point, sous peine de laisser des vides résiduels.

Le comblement nécessitera :

- 4 événements dans l'hypothèse d'un comblement global ;
- 2 événements en cas de comblement partiel.

Dans les faits, le sondage SD8 équipé PVC lors du passage caméra pourra être utilisé pour l'injection. Il ne sera donc nécessaire de réaliser que 1 ou 2 événements supplémentaires

On se référera au schéma présenté page suivante.

Schéma 8 : Localisation des forages d'événements à réaliser avant comblement

Les événements pourront être réalisés en rotopercussion en utilisant un taillant croix-rétro de 155mm de diamètre (la rotation simple devra toutefois être privilégiée avec le moins de poussée possible afin de ne pas déstructurer le toit de la cavité - cf. blocs fragilisés au ciel de la marnière lors de la visite) ou en méthode tricône.

Après foration, ceux-ci devront être équipés avec un tube PVC de 100mm de diamètre minimum jusqu'à environ 30cm au-dessus du ciel de la cavité reconnue.

## 3.2 Comblement

### 3.2.1 Organisation opérationnelle

Un camion pompe devra être utilisé pendant toute l'opération afin de faciliter l'injection du béton au niveau des événements.

Le comblement devra être réalisé alternativement en utilisant les différents événements à disposition :

- ✓ Événement 1 à 4,
- ✓ Remplissage du puits ;
- ✓ Complément dans l'extrados du puits ;

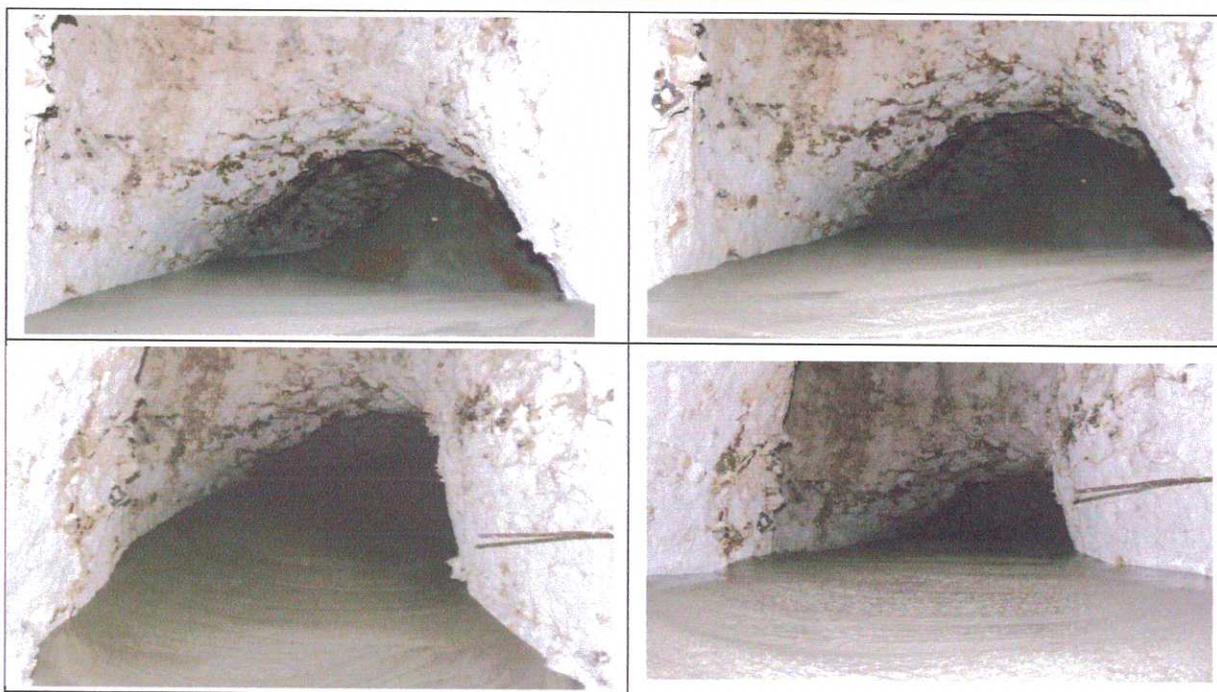
### 3.2.2 Matériau de comblement à mettre en œuvre

Le matériau de comblement fourni devra être de type remblai liquide de remplissage pompable/réexcavable.

À chaque réception de toupie, la densité du béton devra être contrôlée afin que celui-ci soit suffisamment liquide pour pouvoir combler toutes les aspérités de la cavité.

On se référera aux clichés d'archive présentés ci-dessous illustrant le caractère « autonivelant » du produit.

Clichés : Comportement du coulis lors d'un remplissage *(Images d'archives – Crédit photo : explor-e)*



À l'arrivée des toupies, en fonction de la plasticité du coulis, un volume d'eau pourra être ajouté afin d'améliorer sa fluidité.

Commune d'Auppegard

Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines

Réalisation d'un puits d'accès et expertise d'une cavité souterraine avérée



## Conclusion

Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012 impasse des Mottes à Auppegard, le BRGM était intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.

L'emplacement de l'effondrement (au droit d'un mur mitoyen, à proximité de la chaussée de l'impasse) induisait une intervention « multi maître d'ouvrages », difficilement organisable dans l'état. Devant cette situation, la SCI TLS allait décider dans une première étape de mettre en œuvre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche.

Ce programme allait permettre de confirmer l'absence d'extension en direction de l'habitation la plus proche de l'effondrement.

À la suite, la commune d'Auppegard allait confier à explor-e la réalisation d'un programme de reconnaissance complémentaire, par sondages destructifs profonds (conformément aux prescriptions des services de la DDTM et du diagnostic d'urgence du BRGM) permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains sous la voie communale afin de permettre son éventuelle réouverture aux véhicules de PTAC > 3.5 Tonnes.

**Deux sondages ayant traversé des vides francs (confirmés lors d'inspections vidéo), la commune d'Auppegard a confié à explor-e une mission complémentaire comprenant l'ouverture, la cartographie complète de la cavité souterraine reconnue ainsi que l'établissement d'un programme de comblement**

**L'inspection / topographie a ainsi permis de constater les éléments remarquables suivants :**

- Ancienne carrière souterraine destinée à l'extraction de marne de type « marnière » ;
- Aucun indice ne permet de dater sa réalisation ;
- Le puits originel devait être situé entre l'effondrement observé en novembre 2012 et la cavité actuelle ;
- Schématiquement, nous sommes en présence d'une cavité pentalobée qui s'étend sur une surface d'environ 65 m<sup>2</sup> ;
- L'extension « sud-est » n'est plus accessible suite à la vidange de matériaux argileux en relation avec l'effondrement observé en novembre 2012
- La largeur des galeries est globalement comprise entre 3.0 et 3.5m ;
- Outre la présence de plusieurs cônes d'éboulis, le sol est apparu très irrégulier en particulier du fait de la présence matériaux détachés du ciel de la cavité, en grande quantité dans certains secteurs. La hauteur sous plafond est ainsi comprise entre 0.7m et 3.8m ;

- Après interprétation des mesures topographiques, le volume résiduel du vide (nouveau puits compris) a été estimé entre 110 et 140 m<sup>3</sup>.
- Ce volume est basé sur une hypothèse d'absence de vide complémentaire en arrière du cône d'éboulis observé sur SD2

**Faits marquants :**

- Initialement, la marnière devait se développer sur une surface de l'ordre de 90 m<sup>2</sup> ;
- Cet établissement souterrain se développe pour une très faible partie sous la parcelle communale de l'ordre de 11 m<sup>2</sup> (probablement de l'ordre de 10 à 15% à la surface initiale de la marnière) ;
- En absence de possibilité d'accès, il n'est pas possible de conclure quant à une éventuelle extension au sud de E2 (en arrière du cône d'éboulis) ;
- Cette ancienne carrière souterraine de marne apparaît relativement fragilisée, le risque d'observer rapidement de nouveaux désordres en surface est relativement élevé au regard de sa faible profondeur.

Un éventuel programme de comblement, total ou partiel après réalisation d'un mur de sectionnement, pourra être réalisé à l'aide d'un coulis de remplissage adapté.

Une telle opération nécessitera, au préalable la réalisation de 1 ou 2 évènements ainsi que l'utilisation du sondage SD8 tubé lors du passage caméra.

76036-10

**Commune d'Auppegard - Succession Messenger - M. Erhard**

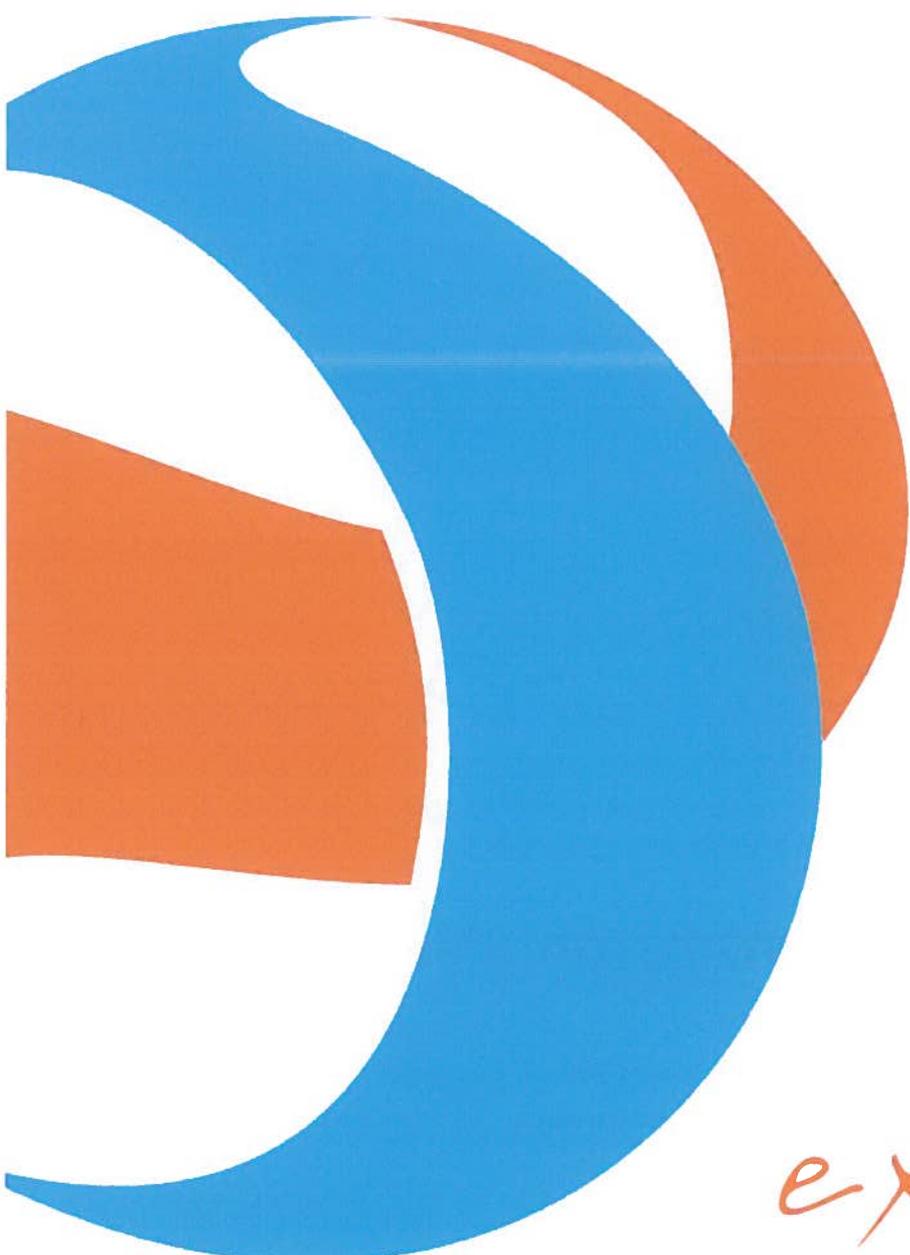
---

**Commune d'Auppegard -  
Gestion des risques liés aux cavités souterraines**

---

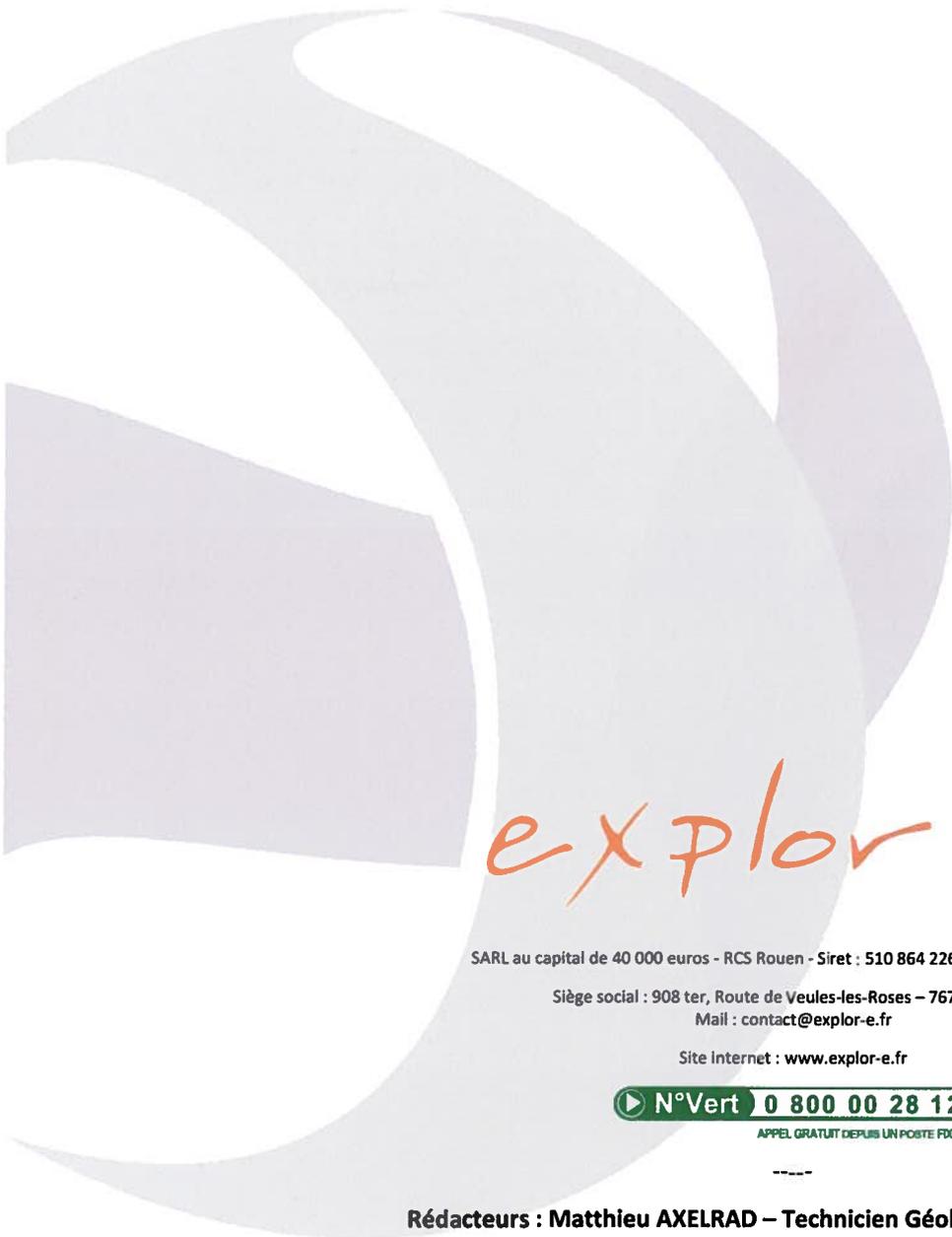
**Comblement d'une marnière, impasse des Mottes**

**Version A du 27 janvier 2014**



*explor-e*

*Solutions risques naturels hydrogéologie et environnement*



explor-e

SARL au capital de 40 000 euros - RCS Rouen - Siret : 510 864 226 000 20 - APE : 7112B

Siège social : 908 ter, Route de Veules-les-Roses – 76760 Yerville

Mail : [contact@explor-e.fr](mailto:contact@explor-e.fr)

Site internet : [www.explor-e.fr](http://www.explor-e.fr)

 N°Vert 0 800 00 28 12

APPEL GRATUIT DEPUIS UN POSTE FIXE

Rédacteurs : **Matthieu AXELRAD – Technicien Géologie-Environnement**

**Jean Christophe SERVY - Hydrogéologue**



## Sommaire général

<b>1</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION .....</b>	<b>1</b>
1.1	Situation	1
1.2	Effondrement initial	2
1.3	Premier programme de reconnaissance par sondages destructifs – SCI TLS (Mission 76036-07)	7
1.4	Second programme de reconnaissance par sondages destructifs – Commune d'Auppegard (Mission 76036-08)	8
1.5	Troisième programme de reconnaissance : ouverture d'un puits / cartographie Commune d'Auppegard (Mission 76036-09)	9
<b>2</b>	<b>TRAVAUX PRÉPARATOIRES.....</b>	<b>11</b>
2.1	Sondages destructifs complémentaires	11
2.2	Méthodologie	13
2.3	Descriptif opérationnel – Résultats	17
	2.3.1 Descriptif opérationnel	17
	2.3.2 Résultats	20
	2.3.3 Réalisation de deux événements complémentaires	21
<b>3</b>	<b>COMBLEMENT .....</b>	<b>23</b>
3.1	Descriptif opérationnel	23
3.2	Matériau de comblement mis en œuvre	23
3.3	Volume du comblement	24
<b>4</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>27</b>



## Sommaire des illustrations

### Liste des schémas

Schéma 1.....	: Localisation de l'impasse de Mottes Report sur fond IGN Geoportail ©	1
Schéma 2.....	: Localisation de l'impasse de Mottes Report sur fond cadastral	2
Schéma 3.....	: Localisation de l'effondrement initial - Report sur fond cadastral	3
Schéma 4.....	: Extension du périmètre de sécurité lié au nouvel indice - Report sur fond cadastral	6
Schéma 5.....	: Récolement des sondages réalisés par explor-e pour le compte de la SCI TLS Report sur fond cadastral	7
Schéma 6.....	: Récolement des sondages réalisés par explor-e pour le compte de la commune d'Auppegard Report sur fond cadastral	8
Schéma 7.....	: Localisation de l'effondrement constaté en décembre 2013- Report sur fond Cadastral	11
Schéma 8.....	: Implantation des nouveaux sondages réalisés	12
Schéma 9.....	: Illustration simplifiée de l'interprétation	16
Schéma 10.....	: Implantation des nouveaux sondages réalisés	17
Schéma 11.....	: Variation d'épaisseur des limons	18
Schéma 12.....	: Variation d'épaisseur de la formation résiduelle à silex	18
Schéma 13.....	: Variation de l'altitude du toit de la craie par rapport au terrain naturel	19
Schéma 14.....	: Synthèse lithologique établie à partir des sondages destructifs profonds	20
Schéma 15.....	: Localisation des deux événements complémentaires réalisés	21

# Contexte et objectifs de la mission

## 1.1 Situation

L'impasse des Mottes est située au nord-est du bourg de la commune d'Auppegard (76). Il s'agit d'une voie permettant la desserte de plusieurs habitations sous compétence communale. **On notera qu'elle constitue l'unique possibilité d'accès aux habitations situées dans ce secteur.**

On se référera aux schémas ci-dessous et page suivante.

Schéma 1 : Localisation de l'impasse de Mottes  
Report sur fond IGN Geoportail ©

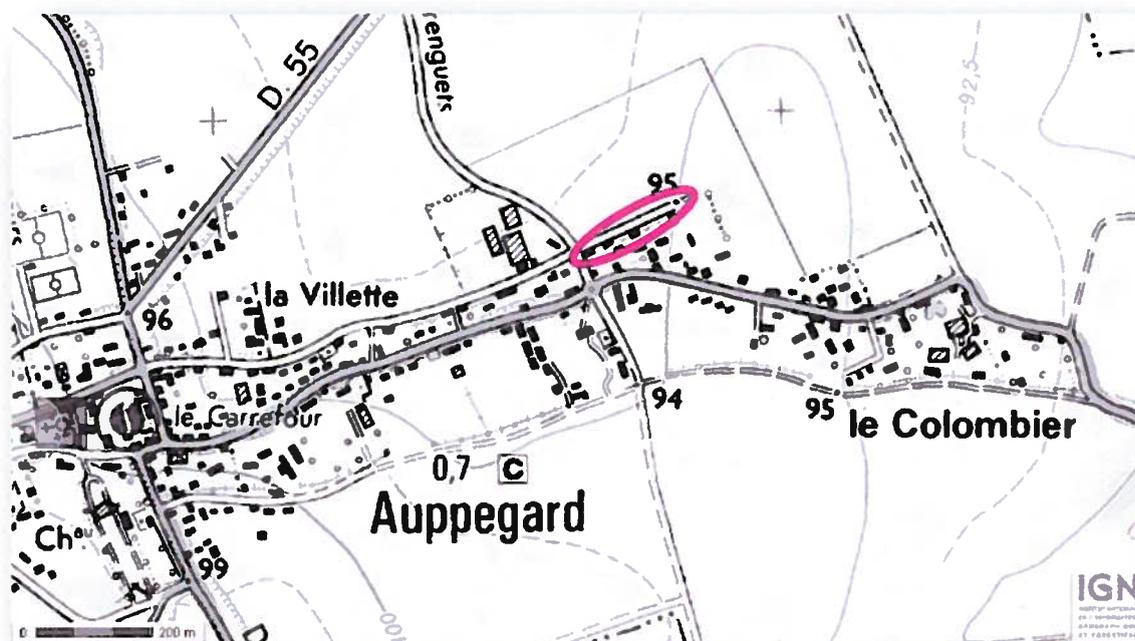
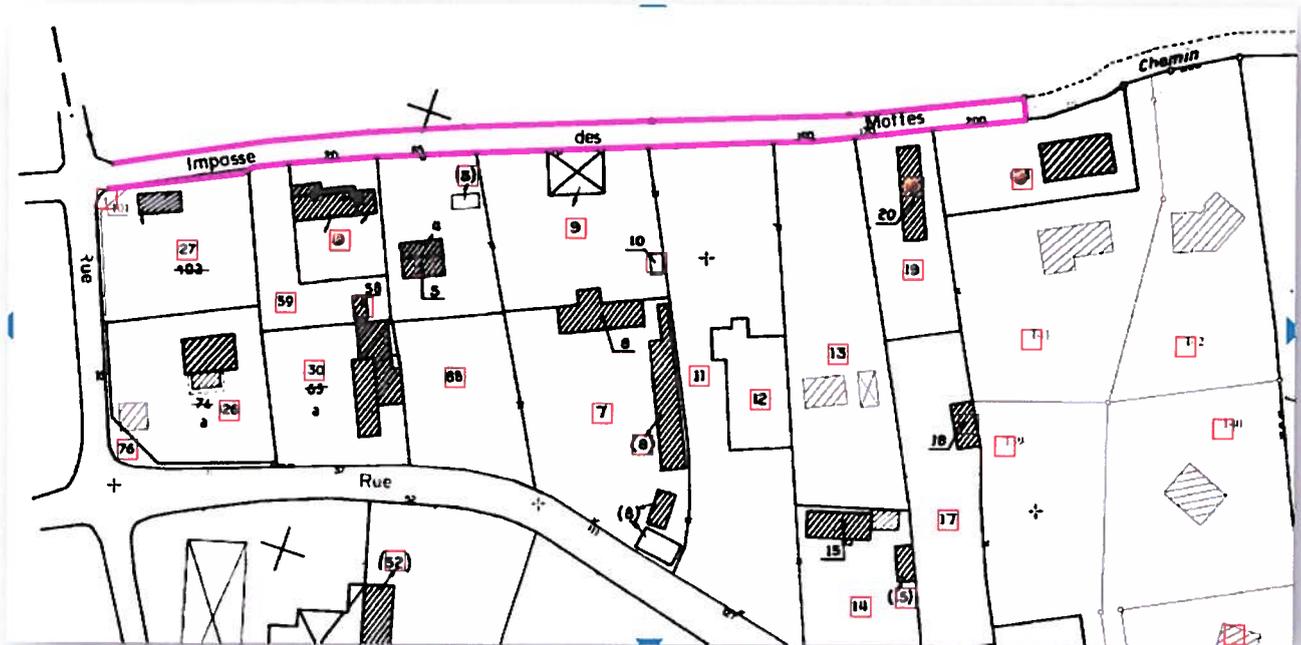


Schéma 2 : Localisation de l'impasse de Mottes  
Report sur fond cadastral



## 1.2 Effondrement initial

Suite à l'apparition d'un effondrement le matin du 2 novembre 2012, le BRGM était intervenu afin de réaliser un primo-diagnostic et proposer des recommandations d'urgence.

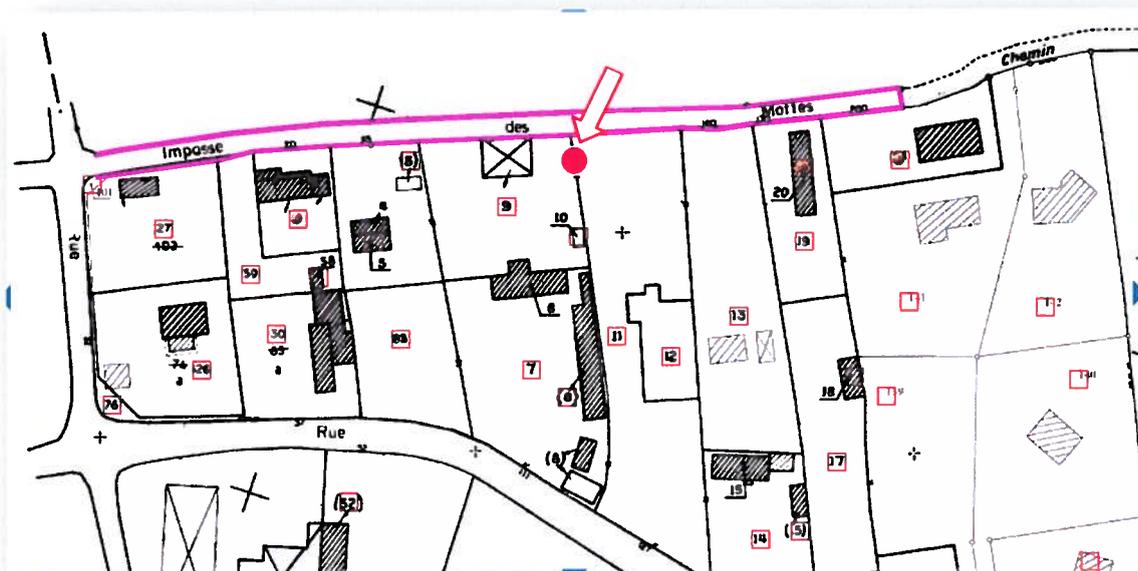
On se référera :

- ✓ Aux clichés pris le jour de l'apparition de l'effondrement présentés page suivante ;
- ✓ Au schéma de localisation de l'effondrement présenté page suivante.

Clichés : Prises de vues de l'effondrement le jour de son apparition



Schéma 3 : Localisation de l'effondrement initial - Report sur fond cadastral





**Selon le diagnostic du BRGM, l'effondrement qui avait initialement une forme pseudocirculaire de 2.5 à 3.0 m de diamètre pour une profondeur de 6.5 m allait rapidement évoluer pour atteindre le 3 novembre 2012 un diamètre de 3.7 à 4.0 m pour une profondeur variant entre 4.0 et 4.5 m soit un volume de vide d'une cinquantaine de m<sup>3</sup>.**

Toujours le 3 novembre, l'effondrement était situé à 5.7m de l'habitation la plus proche et 7m de la chaussée de l'impasse.

**Cet effondrement allait alors être unanimement interprété comme la ruine d'une cavité en profondeur (dont l'origine restait à définir, « *mais très probablement une marnière* ») suite aux très fortes pluies de l'automne 2012. Le phénomène ayant pu être initié ou accentué par la présence d'un drain permettant l'infiltration des eaux pluviales au droit du secteur.**

Au terme du diagnostic d'urgence, compte tenu de l'éloignement de la maison la plus proche et de la chaussée de l'impasse, le BRGM n'avait pas jugé opportun de considérer la situation comme relevant d'un état de péril grave et imminent. Toutefois, compte tenu de la proximité de l'effondrement et de l'enjeu, le BRGM avait recommandé « *l'intervention dans les plus brefs délais d'un bureau d'études spécialisé qui devra confirmer ou infirmer la nature du ou des vides et définir leur géométrie avec précision (il pourra s'agir de forages destructifs...)...* ».

**En complément de ces prescriptions, la commune d'Auppegard prenait un arrêté afin de limiter la circulation sur la rue des Mottes aux véhicules d'un PTAC inférieur à 3,5T, situation particulièrement préjudiciable dans l'état puisque rendant difficile la finaïisation d'un pavillon en construction.**

En date du 12 novembre 2012, la cavité avait été partiellement comblée (côté de la parcelle de la SCI TLS – pavillon « bois ») afin d'éviter l'extension de l'effondrement en direction de l'habitation du fait de la décompression des matériaux en bordure du vide.

On se référera aux clichés pages suivantes.

**Cliché** : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis la parcelle de la SCI TLS



**Cliché** : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis l'impasse des Mottes 1/2



Cliché : Prises de vues de l'effondrement le 12/11/2012 – vue depuis l'impasse des Mottes 2/2



Conformément à la doctrine relative à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, la commune d'Auppegard allait définir un périmètre de sécurité de 60m de rayon à ce nouvel indice. On se référera au schéma ci-dessous.

Schéma 4 : Extension du périmètre de sécurité lié au nouvel indice - Report sur fond cadastral

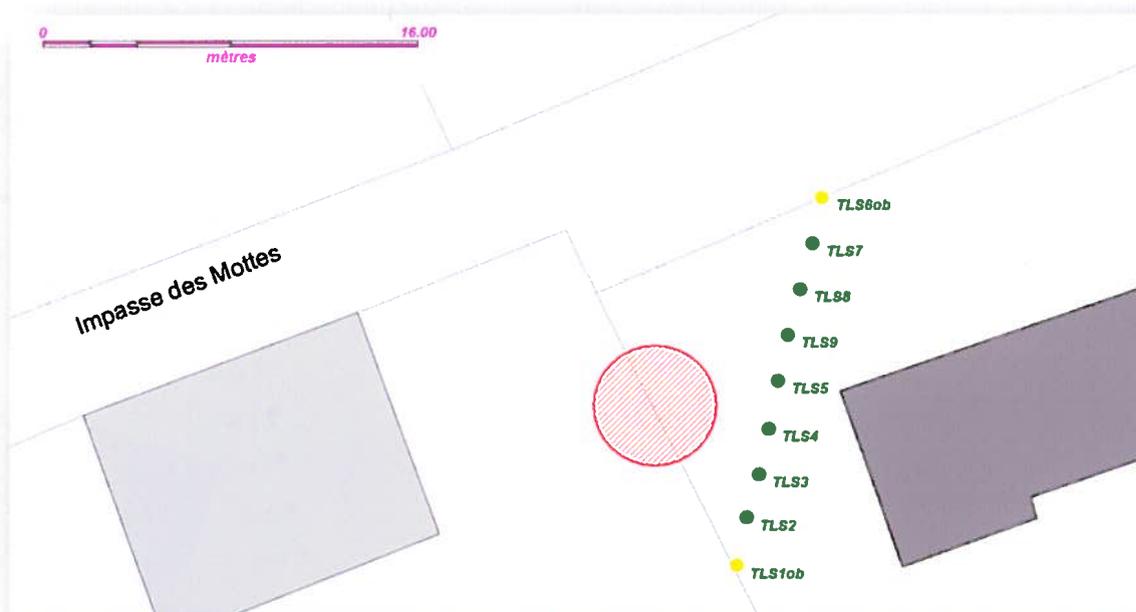


### 1.3 Premier programme de reconnaissance par sondages destructifs – SCI TLS (Mission 76036-07)

La SCI TLS allait décider dans une première étape de mettre en œuvre un programme permettant de préciser le risque d'extension de l'effondrement uniquement en direction de l'habitation la plus proche.

9 sondages profonds allaient ainsi être réalisés par explor-e dans l'angle de la parcelle. On se référera au schéma ci-dessous.

Schéma 5 : Récolement des sondages réalisés par explor-e pour le compte de la SCI TLS  
Report sur fond cadastral



Au terme de ce premier programme, aucun vide naturel ou anthropique n'ayant été observé au niveau de la zone investiguée lors de foration ou interprété sur les diagraphies. Explor-e allait proposer :

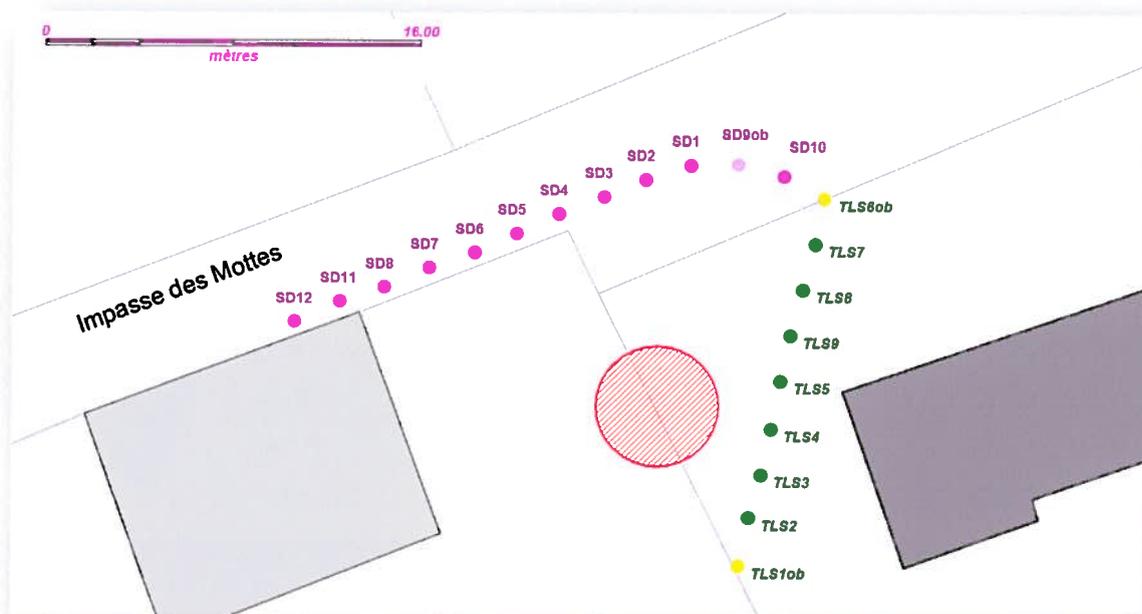
- Une adaptation locale du périmètre de sécurité lié à l'indice ;
- La poursuite du comblement de l'indice avec des matériaux inertes (tout venant ou graves de mer) afin de limiter les risques de décompression des terrains périphériques.

## 1.4 Second programme de reconnaissance par sondages destructifs – Commune d'Auppegard (Mission 76036-08)

Dans une seconde étape, la commune d'Auppegard allait confier à explor-e la réalisation d'un programme de reconnaissance complémentaire, par sondages destructifs profonds permettant de vérifier l'absence d'extension de vides souterrains sous la voie communale.

La vérification de l'absence de vides ou de zones décomprimées allait voir la mise en œuvre de 12 forages destructifs par méthode rotoperçusion. On se référera au schéma présenté ci-dessous.

**Schéma 6** : Récolement des sondages réalisés par explor-e pour le compte de la commune d'Auppegard  
Report sur fond cadastral



Des vides francs avaient alors été interprétés sur les sondages SD5, SD7 et SD8. Avant que la présence d'une marnière ne soit validée par inspection vidéo.

D'autre part, il apparaissait également que la voie de circulation de l'impasse des Mottes était située pour partie au-dessus de cette cavité souterraine.

Malgré le fait que la partie communale concernée par le vide apparaissait faible au regard de la surface située en domaine privé, les enjeux s'avéraient principalement communaux. Il semblait donc indispensable que la commune pilote un programme de reconnaissances complémentaires visant un diagnostic complet de cet établissement souterrain.



## 1.5 Troisième programme de reconnaissance : ouverture d'un puits / cartographie

### Commune d'Auppegard (Mission 76036-09)

Dans cette troisième étape, la commune d'Auppegard allait confier à explor-e une mission comprenant l'ouverture, la cartographie complète de la cavité souterraine reconnue au droit des sondages ainsi que l'établissement d'un programme de comblement

L'inspection / topographie allait permettre de constater les éléments remarquables suivants :

- ✓ Ancienne carrière souterraine destinée à l'extraction de marne de type « marnière » relativement fragilisée (risques importants de nouveaux effondrements) ;
- ✓ Absence d'indice permettant de dater sa réalisation ;
- ✓ Le puits originel devait être situé entre l'effondrement observé en novembre 2012 et la cavité reconnue ;
- ✓ Schématiquement, cavité pentalobée s'étendant sur une surface d'environ 65 m<sup>2</sup> mais initialement, la marnière devait se développer sur une surface de l'ordre de 90 à 100 m<sup>2</sup> ;
- ✓ Extension « sud-est » n'était plus accessible suite à la vidange de matériaux argileux en relation avec l'effondrement observé en novembre 2012
- ✓ La largeur des galeries était globalement comprise entre 3.0 et 3.5m ;
- ✓ Outre la présence de plusieurs cônes d'éboulis, le sol est apparu très irrégulier en particulier du fait de la présence matériaux détachés du ciel de la cavité, en grande quantité dans certains secteurs. La hauteur sous plafond était ainsi comprise entre 0.7m et 3.8m ;
- ✓ Après interprétation des mesures topographiques, le volume résiduel du vide (nouveau puits compris) avait été estimé entre 110 et 140 m<sup>3</sup>.
- ✓ Cet établissement souterrain se développait pour une faible partie sous la parcelle communale de l'ordre de 11 m<sup>2</sup> (probablement de l'ordre de 10 à 15% à la surface initiale de la marnière) ;
- ✓ En absence de possibilité d'accès, il n'était pas possible de conclure quant à une éventuelle extension au sud de E2 (en arrière du cône d'éboulis).

Devant ce constat, un comblement de la cavité allait être décidé en accord avec les différents acteurs impactés par le périmètre de sécurité résiduel lié à cet ancien établissement souterrain :

- Commune d'Auppegard ;
- Succession Messenger ;
- M. Erhardt.

*Commune d'Auppegard - Succession Messenger - M. Erhard*

*Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines*

*Comblement d'une marnière, impasse des Mottes*



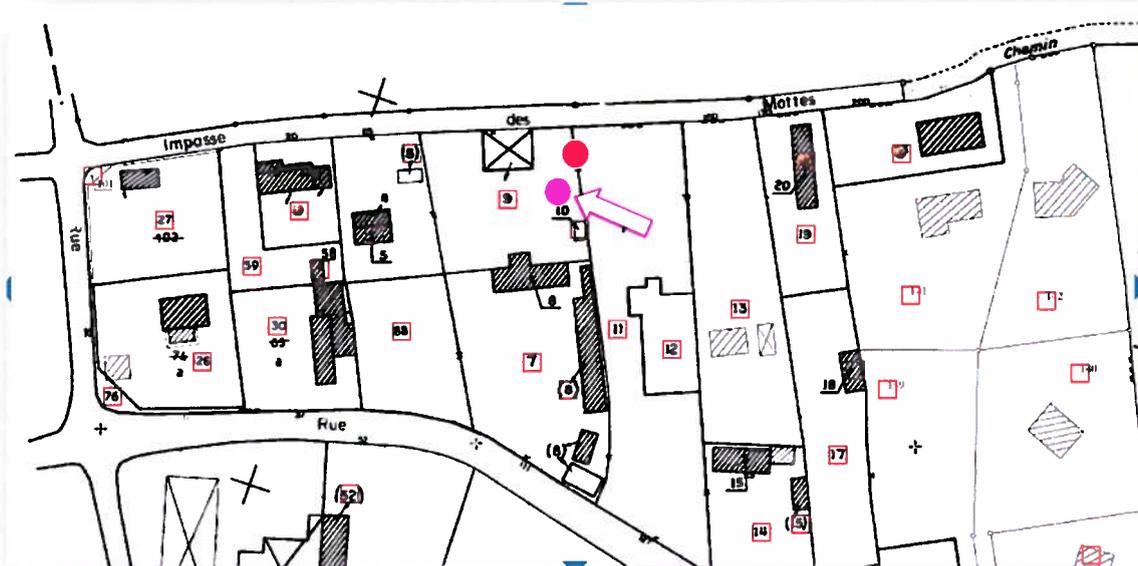
## Travaux préparatoires

### 2.1 Sondages destructifs complémentaires

Compte tenu de la forme de la cavité et des nombreux effondrements observés, la réalisation de sondages complémentaires était indispensable en préalable au comblement afin de vérifier qu'aucune extension de galerie n'existait en retrait de ces différentes vidanges.

Ainsi, 5 sondages avaient été initialement préconisés, toutefois lors de leur implantation le 27 décembre 2013, un nouvel effondrement a été constaté dans la propriété des consorts Messenger, en arrière de l'effondrement initial. On se référera au plan et aux clichés présentés ci-dessous.

Schéma 7 : Localisation de l'effondrement constaté en décembre 2013- Report sur fond Cadastral



**Clichés : Prises de vues de l'effondrement complémentaire**

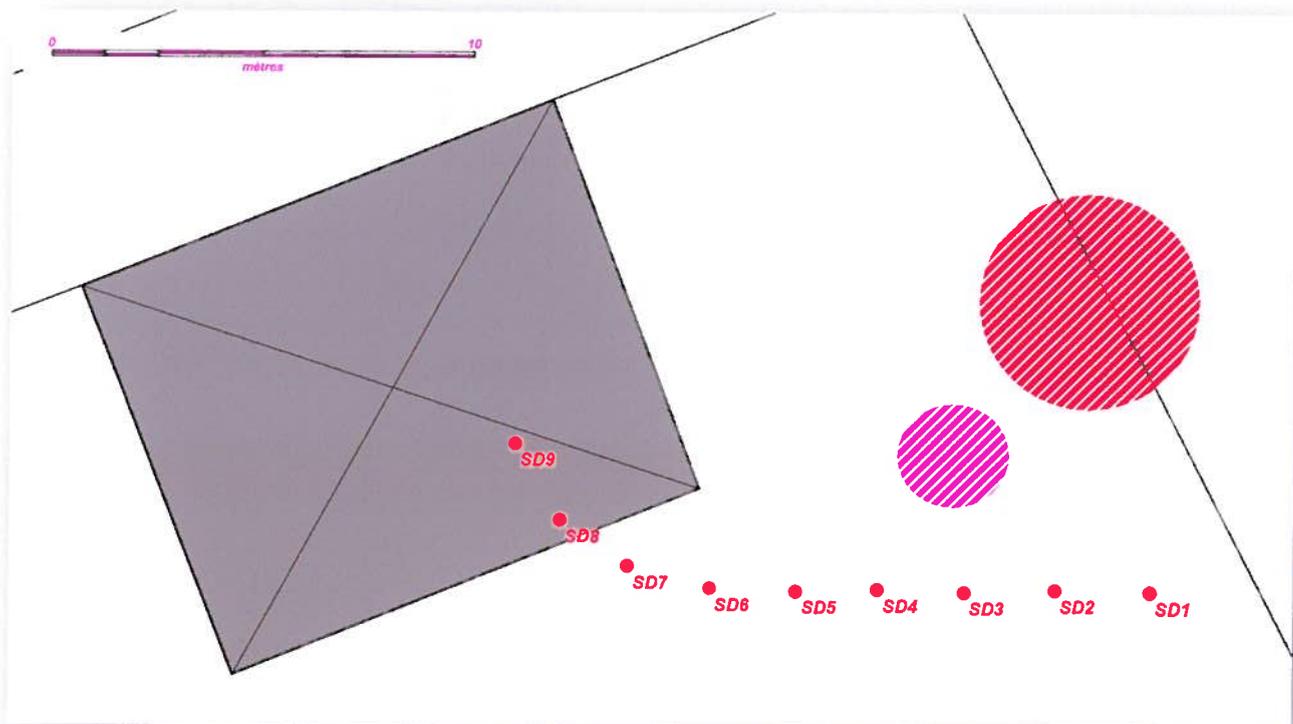


Après concertation avec Monsieur Ehrard, il a été décidé de compléter le programme de cinq sondages initialement prévu afin de s'assurer de l'absence d'extension de vide en arrière de ce nouvel effondrement.

Ainsi, au total 9 sondages destructifs ont été réalisés.

On se référera au schéma d'implantation ci-dessous (Sondages initiaux : SD9 à SD6 - Sondages complémentaires SD5 à SD1).

**Schéma 8 : Implantation des nouveaux sondages réalisés**



## 2.2 Méthodologie

La vérification de l'absence de vides ou de zones décomprimées a été réalisée par la mise en œuvre de forages destructifs par méthode rotoperçussion dont le protocole est présenté ci-dessous.

Le principe de la rotoperçussion fait appel à un dispositif associant la rotation et la frappe par un marteau hydraulique situé en surface, l'impact étant transmis à l'outil situé au fond du trou par l'intermédiaire du train de tiges.

Les sondages ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse sur chenillard EMCI Silea.



Les forages ont été réalisés en diamètre 102 mm. Nous rappellerons que le diamètre minimal à mettre en œuvre dans le cadre de la recherche de cavités souterraines afin de respecter les prérogatives des services de l'État est de 89 mm.

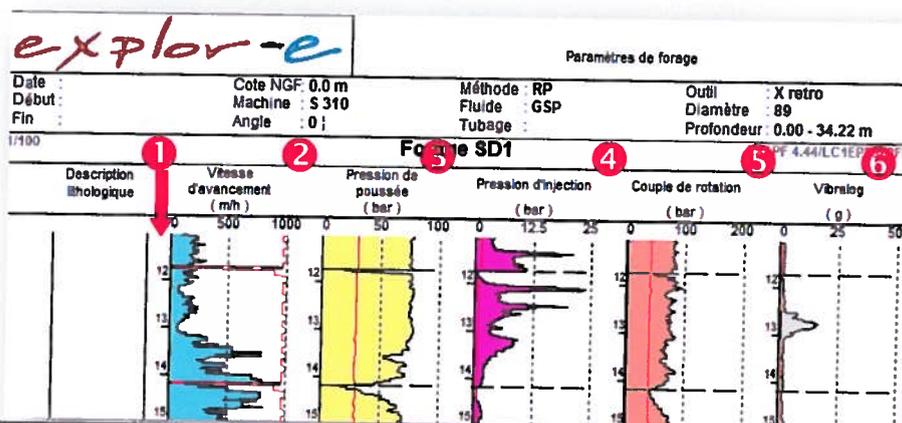
Le recours à un diamètre de sondage relativement important permet en effet de limiter les frottements du train de tige (38 mm) contre les parois du forage, favorisant ainsi des chutes d'outils franches au niveau d'éventuelles cavités.

- La rotation pure a été privilégiée, la percussion n'étant véritablement déclenchée qu'au niveau des bancs les plus durs (en particulier bancs de silex) ;
- Les pressions exercées sur l'outil, la vitesse de rotation et la pression d'injection ont été maintenues les plus faibles possible et constantes dans le temps afin de permettre une différenciation qualitative fine des formations traversées ;
- En complément, les observations réalisées sur les échantillons remontés en surface (« cuttings ») ont permis l'établissement d'une coupe de terrain (log géologique) détaillée ;
- Les paramètres de forage ont fait l'objet d'un enregistrement numérique (doublé d'une impression de sauvegarde).

L'enregistrement des paramètres de forage consiste à mesurer et enregistrer, pendant le forage, des grandeurs physiques, dont les variations sont en corrélation avec les propriétés géomécaniques des terrains traversés.

La métrologie ainsi que l'enregistrement des paramètres de forage ont été assurés par des équipements Jean-Lutz et comprenaient les paramètres suivants :

1. Profondeur ;
2. Vitesse instantanée d'avancement (VIA) – figuré bleu clair ;
3. Pression de poussée et de retenue (PO) – figuré jaune ;
4. Pression d'injection du fluide de forage (eau + polymère biodégradable permettant d'augmenter la viscosité) – figuré magenta ;
5. Couple de rotation (CR) – figuré rouge ;
6. Vibralog (Percussion réfléchie) – figuré gris. On se référera au schéma ci-dessous.





**Pour simplifier, la recherche de vides sur les enregistrements de paramètres de forage se résume généralement à rechercher les zones où les paramètres de forage se rapprocheront des valeurs qu'ils atteindraient lors de la traversée d'un vide (vitesse d'avancement de l'ordre de 1 000 m/h / perte d'injection / chute du couple de rotation...).**

Afin de confirmer les éventuels vides et faciliter l'interprétation des données enregistrées, explor-e met en œuvre la procédure ECL développée spécifiquement par la société Jean Lutz dans le cadre de recherche de vides.

La procédure ECL permet de connaître, a priori, l'amplitude de chaque paramètre lorsque le forage traverse un vide. La présentation graphique de l'ECL met immédiatement en évidence la traversée d'un vide franc par simple examen des enregistrements. C'est une aide précieuse à l'interprétation facilitant la distinction entre vides francs et zones très décomprimées.

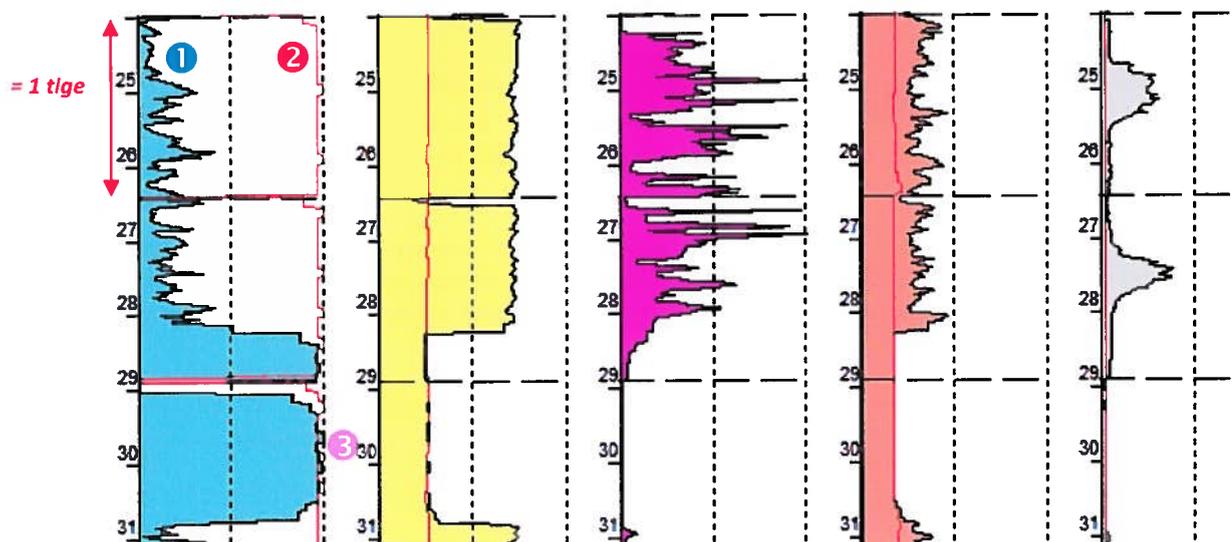
La procédure ECL prend automatiquement en compte tous les facteurs qui influent, ou non, sur l'amplitude des paramètres lors de la traversée d'un vide : profondeur, poids des tiges, caractéristiques hydrauliques de la machine, qualité des parois du trou, etc.

Après avoir foré la longueur d'une tige et réalisé le trou par des passages successifs, l'opérateur repositionne l'outil à la hauteur où il était initialement puis débloque le frein de la machine tout en enregistrant les paramètres comme lors de la foration initiale.

**Ce second enregistrement qui correspond donc à un enregistrement « de vide » (car réalisé dans un trou déjà foré) est superposé sur le graphique initial ce qui permet, en lecture directe, la comparaison entre les paramètres enregistrés lors de la foration et les paramètres qui auraient été enregistrés si le forage avait traversé un vide souterrain.**

On se référera au graphique présenté page suivante.

Schéma 9 : Illustration simplifiée de l'interprétation



**Foration au niveau d'une zone ne présentant ni vide, ni zone décomprimée**

- ① : Enregistrement de la vitesse d'avancement lors du forage ;
- ② : Enregistrement de la vitesse d'avancement dans le trou déjà foré - procédure ECL  
Tracé rouge

=

**Tracés distincts**

**Foration au niveau d'une zone présentant un vide franc : ③**

=

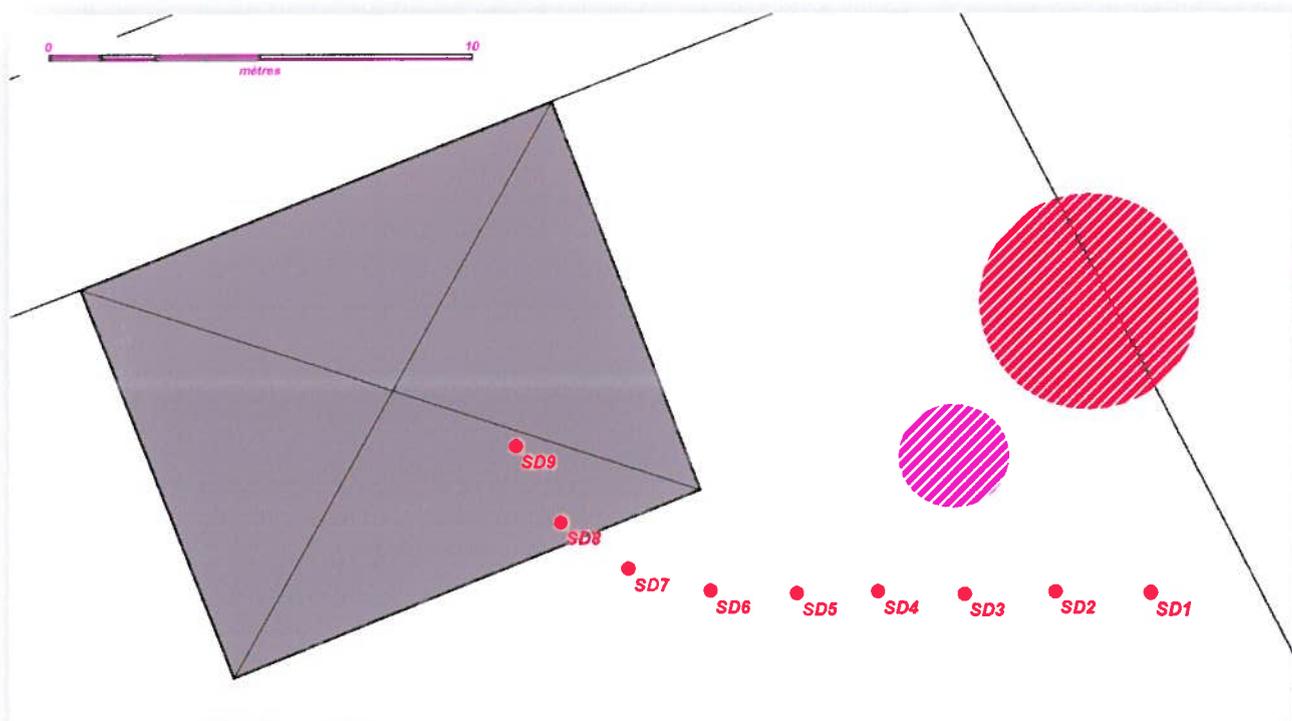
**Tracés très proches, voire identiques**

## 2.3 Descriptif opérationnel – Résultats

### 2.3.1 Descriptif opérationnel

Les 9 sondages complémentaires ont été réalisés les 23 et 24 décembre 2013 selon l'implantation présentée ci-dessous.

Schéma 10 : Implantation des nouveaux sondages réalisés



Ces sondages permettant de vérifier ou non l'extension de galeries complémentaires à la cavité reconnue lors des précédentes étapes, il a été décidé de stopper ceux-ci à une profondeur d'environ 15 m, soit après le plancher de l'établissement souterrain.

On se référera à l'annexe 1.

Annexe 1 : Diagraphies interprétées (paramètres de forage)

### 2.3.1.1.1 Résultats

Les différents sondages ont permis de reconnaître une coupe géologique semblable à celle relevée lors des premières campagnes.

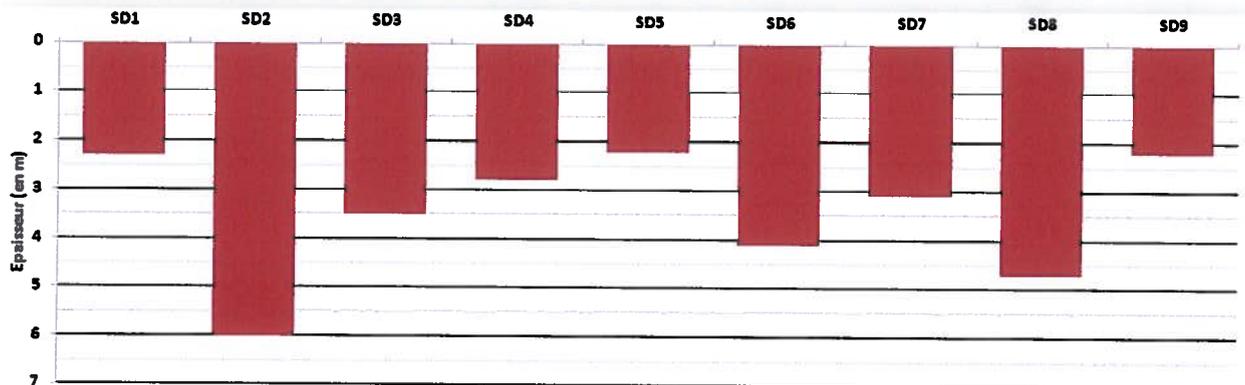
- ✓ **Limons** : Épaisseur variant entre 1 et 4 m.

Schéma 11 : Variation d'épaisseur des limons



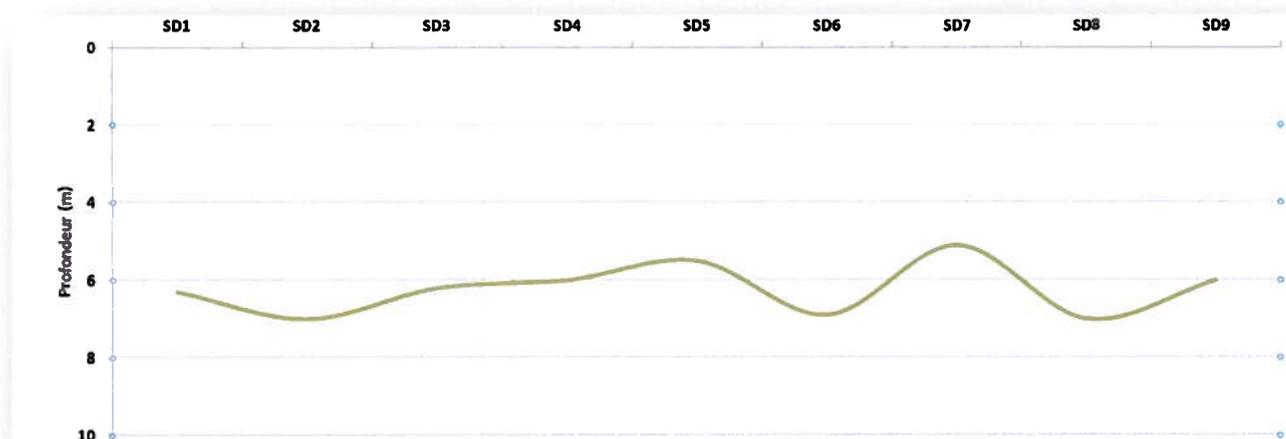
- ✓ **Formation résiduelle à silex** : L'épaisseur de la formation résiduelle à silex est comprise entre 2.2 m et 6.0 m. Les variations de l'épaisseur totale de cette formation sont liées à la surface irrégulière de l'interface entre la formation résiduelle à silex et la craie sous-jacente.

Schéma 12 : Variation d'épaisseur de la formation résiduelle à silex



- ✓ **Formation crayeuse à silex :**  
Concomitamment à la variation d'épaisseur de la formation résiduelle à silex, le toit de la formation crayeuse a été rencontré entre -5.1 m/TN et -7.0 m/TN.

**Schéma 13** : Variation de l'altitude du toit de la craie par rapport au terrain naturel

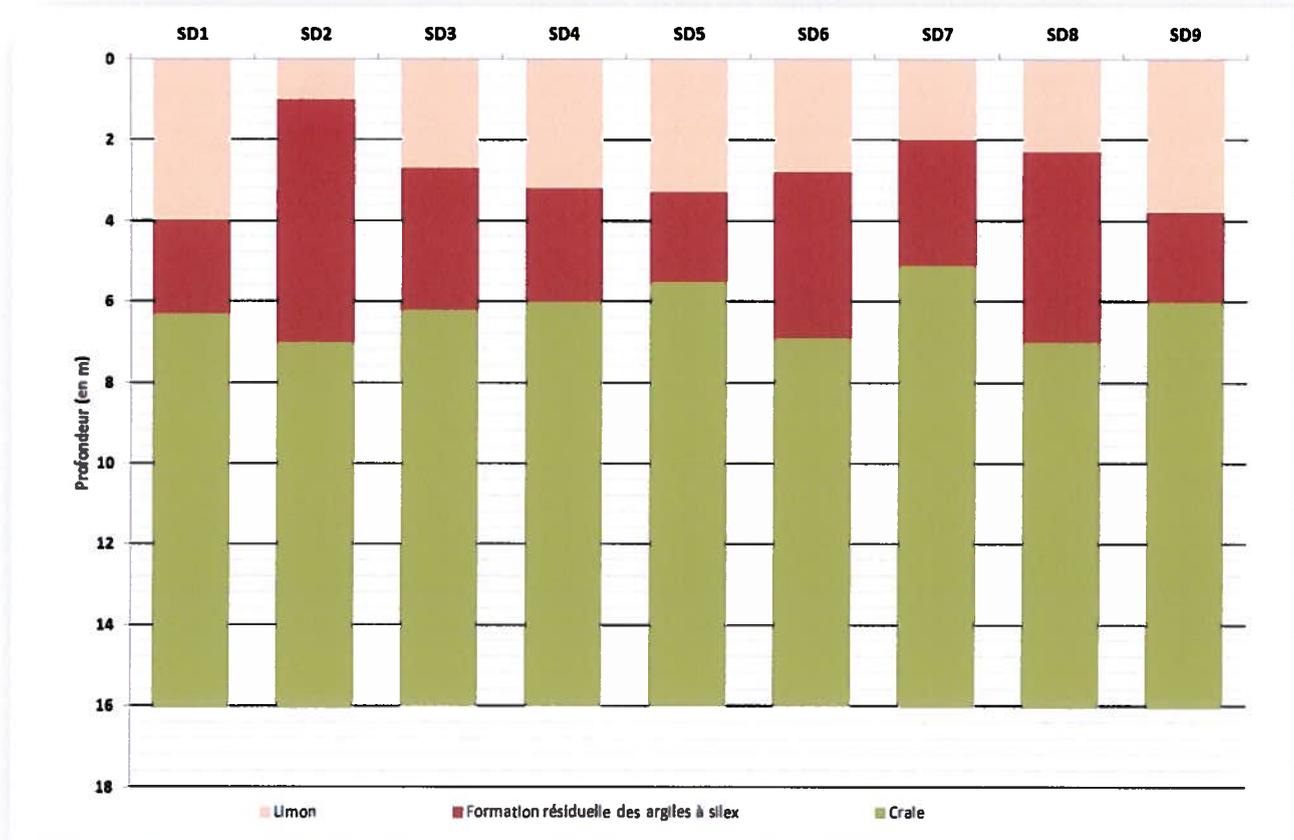


- ✓ **Vides**

Aucun vide naturel ou anthropique n'a été observé lors de foration ou interprété sur les diagraphies.

La synthèse lithologique des sondages réalisés est présentée page suivante.

Schéma 14 : Synthèse lithologique établie à partir des sondages destructifs profonds



### 2.3.2 Résultats

La réalisation de la campagne complémentaire de sondages a permis d'établir :

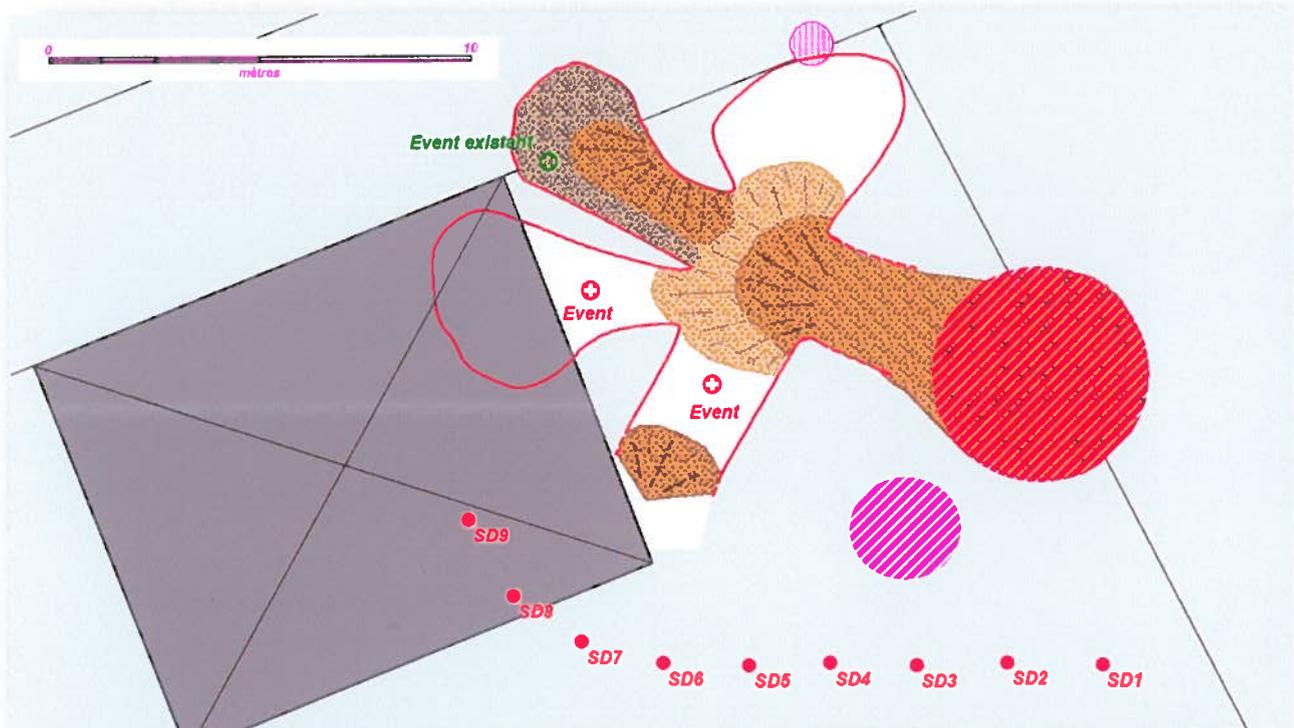
- Que la marnière ne se développait pas vers l'habitation de la succession Messenger ;
- Que la chambre se développant vers le sud-ouest ne se poursuivait pas au-delà de l'effondrement et que celui-ci était probablement lié à la vidange d'une racine d'argile à silex dans la cavité ;
- Que la cartographie établie lors des phases précédentes correspondait bien à l'ensemble de la marnière (hors zones effondrées).

Ainsi, un comblement pouvait être envisagé dans des conditions optimales. Toutefois, avant celui-ci, la réalisation de deux événements complémentaires était nécessaire du fait des différences de hauteur observées au niveau du toit de l'ancien établissement souterrain.

### 2.3.3 Réalisation de deux événements complémentaires

Ces deux événements ont été réalisés le 27 décembre 2013. Les forages ont été réalisés en diamètre 152 mm et équipés avec des tubes PVC de diamètre 100 mm jusqu'au toit de la cavité. On se référera au plan de localisation présenté ci-dessous.

Schéma 15 : Localisation des deux événements complémentaires réalisés



Cette étape terminée nous avons pu procéder au comblement de cette ancienne carrière souterraine.

*Commune d'Auppegard - Succession Messager - M. Erhard*

*Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines*

*Comblement d'une marnière, Impasse des Mottes*



## Comblement

Le comblement de la marnière s'est déroulé le 07 janvier 2014.

### 3.1 Descriptif opérationnel

Un camion pompe était sur place pour faciliter l'injection du béton au niveau des événements.

### 3.2 Matériau de comblement mis en œuvre

Le matériau de comblement fourni par la société Cemex (centrale de Dieppe) était de type remblai liquide de remplissage type CXB RL2 pompable/non réexcavable (consistance standard S3).

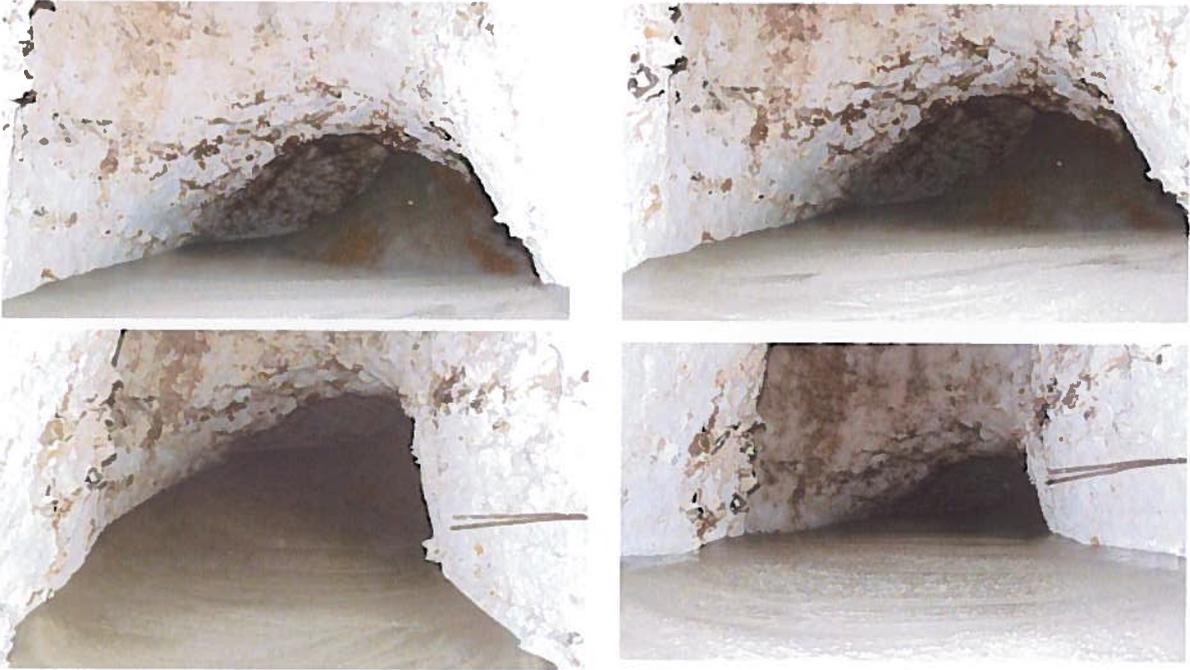
Il s'agit d'un matériau de comblement non essorable et autocompactant ne présentant pas de phénomènes de tassement différé.

Les principales caractéristiques du produit sont les suivantes :

- ✓ Grande fluidité ;
- ✓ Constituants granulaires :  $D_{max} < 5,6 \text{ mm}$  ;
- ✓ Résistance mécanique comparable à celle d'un sol compacté ( $\leq 2 \text{ MPa}$ ) ;
- ✓ Perméabilité à l'eau :  $10^{-6}$  à  $10^{-7} \text{ m/s}$  ;
- ✓ Résistivité thermique  $< 1,2 \text{ K.m/W}$  ;
- ✓ Bonne portance à 24h.

À chaque réception de toupie, la densité du béton a été contrôlée afin que celui-ci soit suffisamment liquide pour pouvoir combler toutes les aspérités de la cavité. On se référera aux clichés d'archive présentés ci-dessous illustrant le caractère « autonivelant » du produit.

Clichés : Comportement du coulis Cemex lors d'un remplissage (Images d'archives – Crédit photo : explor-e)



### 3.3 Volume du comblement

Au total 14 toupies d'un volume unitaire de  $7.5 \text{ m}^3$  et 3 toupies de  $6.5 \text{ m}^3$  ont été nécessaires pour permettre le comblement, soit un volume total de  $124.5 \text{ m}^3$ .

Les bons de livraison du coulis fournis par CEMEX afin d'attester des volumes réellement mis en œuvre sont présentés en annexe 2.

Annexe 2 : Bons de livraison CEMEX

Le suivi réalisé sur place a permis de valider les bonnes conditions de remplissage ainsi que l'exhaustivité de celui-ci.

Les photos ci-après illustrent les différentes étapes du comblement de la marnière.

Clichés : *Vues générales et de détail sur le chantier de comblement d'Auppegard*



*Camion pompe + déchargement de la toupie*



*Toupie en attente de déchargement*



*Injection du coulis au niveau du puits*

*Commune d'Auppegard - Succession Messenger - M. Erhard*

*Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines*

*Comblement d'une marnière, impasse des Mottes*



## Conclusion

En novembre 20102, un effondrement de taille importante allait se développer au droit d'un mur de clôture mitoyen entre 2 propriétés sises impasse de Mottes sur la commune d'Auppegard (76).

Les campagnes de sondages (SCI TLS puis commune d'Auppegard), inspections vidéo et inspections physiques mises en œuvre fin 2012 puis courant 2013 ont permis dans une première phase de mettre en évidence et de caractériser une ancienne marnière qui se développait sous la chaussée et sous deux parcelles privatives riveraines.

Dans le cadre de la présente mission, suite à une intervention complémentaire comprenant la réalisation de sondages destructifs en arrière de zones non visitables de l'établissement souterrain et de 2 événements, la marnière a été intégralement comblée (volume total 124.5 m<sup>3</sup>) à l'aide d'un coulis de remplissage autocompactant.

Au regard des différentes missions réalisées et à leur terme, de l'efficacité du comblement, explor-e propose :

- La requalification de la cavité découverte en indice « traité » ;
- La suppression du périmètre de sécurité de 60m de rayon établi initialement en périphérie de l'indice ;
- La suppression des restrictions liées à la circulation impasse des Mottes ;
- Compte tenu de l'état de vétusté de la marnière constaté lors de la visite ainsi que l'existence de zone(s) effondrée(s) nous proposons toutefois de maintenir une zone « non aedificandi » (l'actuel bâtiment pourra cependant être maintenu) dans l'angle nord-est de la parcelle de la succession Messenger avec débordement sur la parcelle voisine (SCI TLS).

Après stabilisation du comblement (compter 4 à 6 semaines), la voirie de l'impasse des Mottes pourra être reprise. Il est toutefois conseillé de renforcer le tronçon au droit de l'ancienne marnière par une géogrille compte tenu du risque de développement de tassements localisés liés à la décompression des sols pendant une période d'un an entre le premier effondrement et le comblement.

On se référera à l'annexe 3.

Annexe 3 : Extension de la zone non aedificandi au regard des investigations et du programme de comblement

## Annexe 3

# Extension de la zone non aedificandi au regard des investigations et du programme de comblement

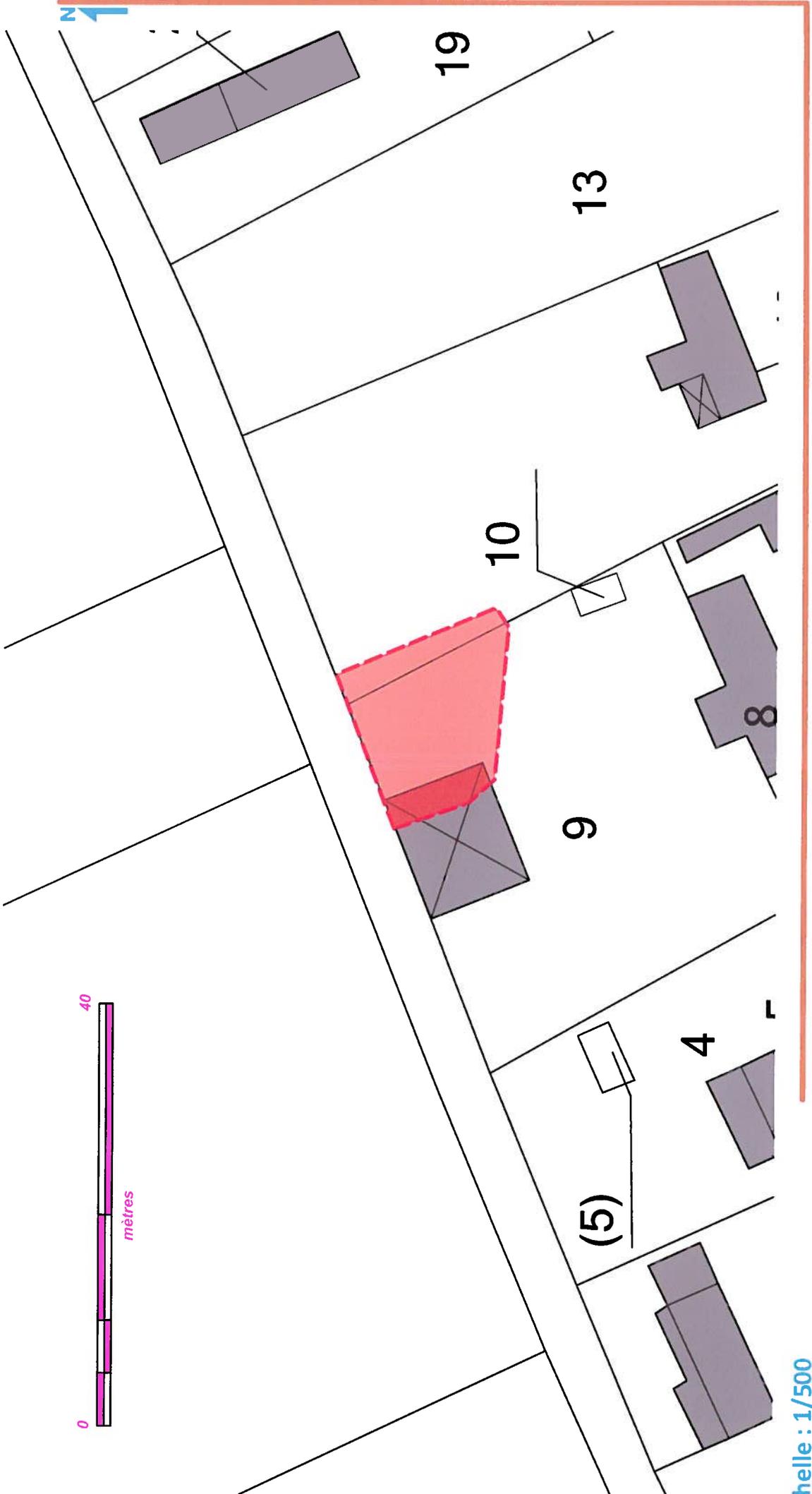


Solutions risques naturels, hydrogéologie et environnement

N°Vert 0 800 00 28 12

APPEL GRATUIT DEPUIS UN POSTE FIXE

Maître d'ouvrage : Commune d'Auppegard - Succession Messager - M. Erhard  
Opération : Commune d'Auppegard - Gestion des risques liés aux cavités souterraines  
Mission : Comblement d'une marnière, Impasse des Mottes  
Référence : 76036-10 - Janvier 2014



Echelle : 1/500

Proposition d'extension de la zone non aedificandi

# MÀIRIE D'AUPPEGARD

76730 AUPPEGARD

☎ 02.35.85.22.34

Fax 02.35.85.22.34

Auppegard, le 08 juillet 2014

D.D.T.M.  
A l'attention de Madame la Directrice  
67 route du Vallon  
B.P. 227  
76203 DIEPPE Cédex

Madame la Directrice,

En réponse à votre courrier du 26 juin 2014 concernant le terrain situé à Auppegard, cadastré AE 11 et propriété de la SCI TLS, je vous confirme me ranger à l'avis du Bureau d'Etudes Explor-e qui a effectué les études et les travaux.

En l'occurrence :

- 1 – Requalification de la cavité en indice traité,
- 2 – Suppression du périmètre de sécurité de 60 mètres,
- 3 – Suppression des restrictions de circulation sur l'impasse des Mottes,
- 4 – Maintien d'une zone non aedificandi selon le plan joint en annexe 3

de l'étude.

Ces 4 points ont été également validés par le bureau des risques et des nuisances de la D.D.T.M.

Bon pour faire valoir ce que de droit.



## AUPPEGARD

# Plusieurs habitants évacués à cause d'une cavité souterraine



**U**ne cavité souterraine à Auppegard : la chose n'est pas nouvelle puisque le maire Jacques Deprez rappelle un fait similaire survenu en 2011. Pour les locataires évacués en urgence samedi matin (relogés dans la famille), et qui ont réintégré leur domicile dimanche soir, après le passage d'un ingénieur du bureau de recherche géologique et minière, l'affaire se termine bien, et la cellule de crise mise en place dès samedi matin par la municipalité a rempli son rôle.

### Première alerte vendredi soir

Vendredi soir vers 17 heures, un trou d'environ 3 m sur 1,70 m, plutôt anodin apparaissait subitement dans cette propriété située impasse des mottes. Pour parer au plus pressé, des planches étaient mises en place pour recouvrir celui-ci, mais c'est dans la nuit de vendredi à samedi, vers 5 heures du matin que les choses allaient se compliquer. Les locataires des lieux entendaient en fait un vaste bruit : le trou recouvert de planches venait de s'écrouler à nouveau pour atteindre une profondeur de près de 10 m. Les pompiers appelés sur place

ballaient le site et établissaient un périmètre de sécurité de 60 mètres selon les critères normaux retenus dans ce cas. Également sur place, le maire Jacques Deprez, Antoine Véron son adjoint par ailleurs agent de la DDE, la gendarmerie d'Offranville, la préfecture de région ayant elle été avertie.

Pour le maire Jacques Deprez et toutes les personnes impliquées dans cette affaire, il fallait avant tout agir vite, ne prendre aucun risque, et la venue de l'ingénieur du bureau de recherche géologique et minière, dimanche matin à 11 heures va dénouer la situation. On ne parle plus alors de manière mais de cavité souterraine, et si une deuxième étude devra être réalisée avant la dernière étape du dossier, à savoir le rebouchage, Jacques Deprez souligne la disponibilité de cet ingénieur qui indéniablement a fait évoluer les choses et rassuré les locataires comme les propriétaires des lieux.

Un dossier qui évolue donc favorablement, et qui incite à rappeler que 100.000 marnières existent en France, et que 10.000 seulement sont recensées.

