

GEODECRION

Depuis 1972

LES EXPERTS DU SOL[®]

Ingénieur conseil - Ingénierie – Expertises
Géotechnique - Géophysique
Micropieux – Injection, consolidation et stabilisation de sol
Loi sur l'Eau - Environnement – Etude préliminaire pollution
Assainissement individuel et collectif
Sondage et essais de sol - Instrumentation
Laboratoire de mécanique des sols - Assistance Technique
Gemmologie – Paléontologie – Géologie pédagogique

*Diffusion par mail (urbanisme.audun-le-roman@orange.fr ;
dominic.canteri@free.fr ; g.girard@girardetudes.fr) et courrier simple*



AUDUN-LE-ROMAN

(Meurthe et Moselle)

30 rue de la Libération

**Construction d'une réserve d'eau enterrée d'une défense
incendie**

Sondage et essais de sol

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

N° Affaire:		E15-058	13/11/2015
ETABLI PAR		Annexes : 3	Première Diffusion
Michel DECRION		Texte : 9	
		Nb de feuilles : 13	

© 2015 - GEODECRION -

AGENCE LORRAINE + CHAMPAGNE-ARDENNE + ALSACE

3, rue des Vanneaux – 57155 MARLY – Tel : 06 50 65 90 30 – geodecrion@geodecrion.fr
www.geodecrion-etude-geotechnique.fr

I - MISSION

A la demande de la MAIRIE d'AUDUN-LE-ROMAN (54560), et en collaboration avec le bureau d'étude GIRARD, notre société a réalisé 2 sondages de reconnaissance et des essais de sol le 5 Novembre 2015, à l'emplacement envisagé qui nous a été désigné pour la construction d'un réservoir d'eau, au 30, rue de la Libération à AUDUN-LE-ROMAN (54560).

Notre mission consistait en une étude géotechnique pour :

- Reconnaître les sols au droit du projet,
- Faire une proposition sur les types et caractéristiques des fondations à envisager,
- Etudier les terrassements,
- Analyser les blindages éventuels en phase travaux.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception G2, phase AVP+PRO, de la norme NF P 94-500 du 30 Novembre 2013.

Le document fourni pour remplir notre mission a été le CCTP de GIRARD ETUDES, avec un plan de situation et un plan d'implantation de 2 sondages.

II - PROJET

La Commune d'AUDUN-LE-ROMAN souhaite mettre en service une réserve d'eau pour la D.E.C.I. d'une capacité de 120 m³.

Elle a opté pour une cuve enterrée. L'enterrement de cet ouvrage étanche est de l'ordre de 3,5 m. Sa dimension est de 4 x 2,15 x 13 m. Son poids vide est de 115 tonnes et en charge d'eau de 240 tonnes.

III - ETUDE GEOTECHNIQUE

3.1 METHODE DE TRAVAIL

Nous avons procédé à l'exécution de 2 sondages aux endroits qui nous ont été désignés, à 4,6 et 6,0 m de profondeur. Leur implantation est reportée sur le plan annexé.

Le sondage DEC2 a été foré en Ø 63 mm à la tarière mécanique hélicoïdale continue. Des échantillons remaniés représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l'avancement pour leur identification géologique; leur résistance a été mesurée au moyen d'essais au **pressiomètre** (Norme NF P 94-110).

Le sondage DEC1 a été foré en Ø 64 mm à l'air avec enregistrement des paramètres. Un tube piézométrique PVC Ø 25,4*32 mm a été glissé dans le trou de sondage.

Faute de référence topographique, les têtes de sondages ont été nivelées par nos soins en prenant comme référence la plaque France Telecom (altitude locale de + 100).

Ces altitudes sont inscrites sur les feuilles de sondages annexées.

Elles sont données avec une précision de +/- 0,2 mètre.

La coupe géologique du sondage DEC2, le résultat des essais pressiométrique, et les enregistrements des paramètres du sondage DEC1 sont joints sur les feuilles placées en annexe.

3.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

3.2.1 LE SITE

Le site est localisé sur une pelouse quasi plate et horizontale.

Il est à classer en zone sismique 1 sur 5, c'est-à-dire très faible.

3.2.2 NATURE DU SOL

Le sondage à la tarière DEC2, et les enregistrements des paramètres qui traduisent la fissuration du Bedrock, ont permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

■ Couche 1 :

- des **ARGILES**, de couleurs dominantes brunes et brun-marron, sur les épaisseurs suivantes :

DEC N°	Epaisseur (m)
1	# 1,6
2	1,5

L'épaisseur de ces argiles peut augmenter considérablement, au droit du remplissage d'une fissure, par exemple.

■ **Couche 2 :**

- le **Bedrock calcaire** fracturé et altéré, de couleur dominante brune.

■ **Couche 3 :**

- le **Bedrock calcaire** massif, de couleurs dominantes beiges, à partir de 2,6 m en DEC2 et environ 3,1 m en DEC1.

3.2.3 L'EAU DANS LE SOL

Il n'a pas été observé d'arrivée d'eau dans les sondages au moment du chantier. Le piézomètre a été mesuré le 11 Novembre 2015 ; aucun niveau d'eau n'a été reconnu à la sonde électrique.

3.2.4 CARACTERISTIQUES MECANIKES

Les caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais au pressiomètre (Norme NF P 94-110) s'avèrent :

■ **Couche 1 :**

- **Faibles** dans les **argiles**, avec $E_m = 7,9 \text{ MPa}$ et $Pl^* = 0,53 \text{ MPa}$.

■ **Couche 2 :**

- **Bonnes** dans le **calcaire fracturé**, avec $E_m > 100 \text{ MPa}$ et $Pl^* > 3 \text{ MPa}$.

■ **Couche 3 :**

- **Bonnes** dans le **calcaire massif**, avec $E_m > 100 \text{ MPa}$ et $Pl^* > 3 \text{ MPa}$.

3.2.5 CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES ARGILES (COUCHE 1)

Il a été réalisé des essais de laboratoire d'identification sur un échantillon d'argile remanié et prélevé entre 1,3 et 2,8 m de profondeur en DEC2 :

- 1 mesure de la teneur en eau naturelle,
- 1 détermination des limites d'Atterberg.

Wl = 41 %

Ip = 27

W = 17,4 %

Ic = 0,9

Avec :

Wl = limite de liquidité,

IP = Indice de plasticité,

W = Teneur en eau naturelle,

IC = Indice de consistance.

- Relation Potentiel de Gonflement-retrait avec Ip

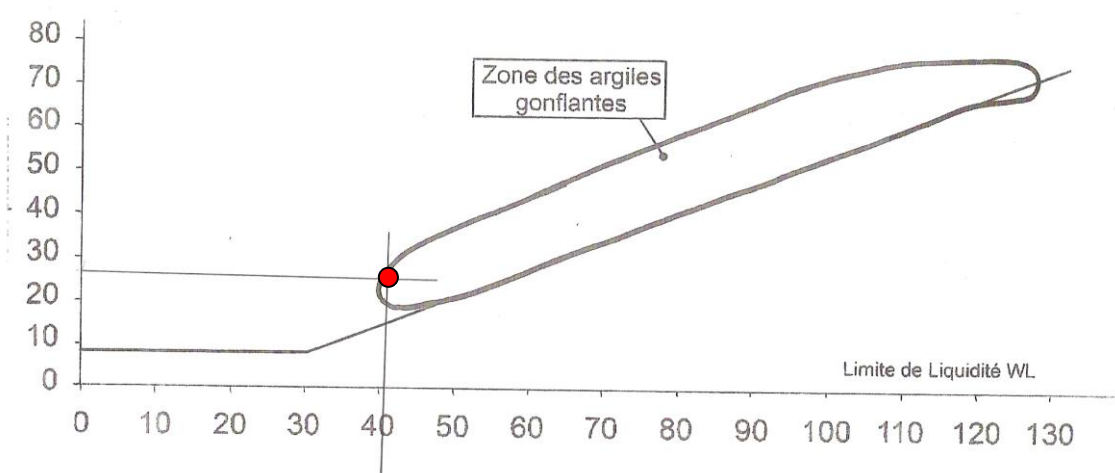
0 < Ip < 10 Faible

10 < Ip < 20 Moyen

20 < Ip < 35 Elevé

Ces essais d'identification classent ces argiles en **argiles très plastiques sensibles au phénomène de retrait-gonflement**, GTR 92 A3h.

LIMITES D'ATTERBERG DES SOLS DE FONDATIONS



IV - ETUDE DES FONDATIONS

De l'analyse des résultats des sondages et des essais présentés plus haut, il ressort principalement que le bedrock calcaire est rapidement rencontré. Son toit est fracturé et altéré sur environ 1 m (couche 2). Au-delà, il s'agit d'un calcaire massif, dur et résistant (couche 3).

Les réservoirs seront enterrés sur 3,5 m, c'est-à-dire que le fond de la fouille se trouvera dans le calcaire massif (couche 3).

En conséquence, un système de fondation par **RADIER** est parfaitement envisageable

4.1 NIVEAU MINIMUM D'ASSISE

Le radier sera assis à la profondeur d'enterrement, c'est à dire vers 3,5 m par rapport à la surface topographique du terrain actuel.

4.2 JUSTIFICATION VIS-A-VIS DU POINCONNEMENT

En utilisant le Fascicule 62, le taux de travail admissible aux Etats Limites de Service " q_{ELS} " est avec :

$$\begin{aligned} p_l^* &= 3 \text{ MPa} \\ q_0 &= 0 \\ K &= 0,8 \end{aligned}$$

**q_{ELS} limité à 0,5 MPa
(50 T/m²)**

Compte tenu de l'importance de la construction, la pression moyenne " p " exercée sur le sol par la fondation sous E.L.S. est estimée en première approche à :

$$p_{ELS} = 4,6 \text{ T/m}^2 \text{ (0,05 MPa)}$$

La comparaison entre " p_{ELS} " et " q_{ELS} " montre que la stabilité est largement assurée.

Note : 0,1 MPa = 1 bar = 1 daN/cm² = 100 kPa = 10 T/m² = 100 kN/m²

4.3 TASSEMENT PREVISIBLE

Le poids des terres enlevées est estimé à 6,6 T/m². Compte tenu de la pression apportée par l'ouvrage plein de 4,6 T/m², **les tassements seront quasi nuls**, d'autant plus que le fond sera posé sur le bedrock incompressible. Ces tassements seront bien entendu largement admissibles.

4.4 RECOMMANDATION

Le radier sera mis en œuvre en fond de fouille en respectant les modalités de réalisation suivantes :

1. Purge des éventuelles poches médiocres, et des sols détériorés par les engins de terrassement, ou par les eaux de pluie.
2. Mise en place d'une couche de forme de réglage en gros béton ou en grave ciment.
3. Coulage du radier.

4.5 COEFFICIENT DE REACTION VERTICAL DU SOL k_v

Il s'exprime par la formule générale : $k_v = \sigma_{\text{sol}} / \text{Tassement total à long terme } W$

avec : W = tassement en mètre

k_v = coefficient de réaction vertical du sol en kN/m³

σ_{sol} = contrainte effective moyenne appliquée en kN/m²

Compte tenu des tassements quasi nuls, on retiendra **$k_v = 10\,000 \text{ kN/m}^3$** .

V - TERRASSEMENTS

Le projet nécessite la réalisation d'une fouille d'environ 3,5 m de profondeur. Elle atteindra rapidement la roche, d'abord fracturée et altérée, puis massive.

Le terrassement dans les argiles ne posera pas de problème (couche 1). Par contre, le calcaire deviendra rapidement de plus en plus dur et nécessitera l'emploi d'un BRH (couche 2 et 3), sauf si l'engin de terrassement est une pelle de forte puissance à petit godet qui pourra seulement terrasser une partie des calcaires fracturés et altérés (couche 2).

VI - SOUTÈNEMENT

Le projet implique l'exécution de murs de soutènement solidaires ou non de la structure.

Le blindage provisoire est uniquement utile pour protéger les biens et les personnes en phase terrassement et fabrication de l'ouvrage en béton armé (mini berlinoise butonnés, rideau de palplanches posées et butonnés, etc..).

6.1 HYPOTHESE DE SOL

En l'absence de mesures spécifiques In Situ ou en laboratoire, ces parois pourront être calculées en adoptant les hypothèses de sol ci-après :

Nature des sols	n°	Poids spécifique kN/m ³	Court terme		Long terme	
			ϕ u deg	cu kPa	ϕ' deg	c' kPa
ARGILE	1	19	5	100	0	20
SUBSTRATUM	2+3	22	37	500	37	125
Sablon ou concassé calcaire compacté en remblai		20	37	0	37	0

6.2 POUSSEE SUR LES MURS ENTERRES

Formule générale :

$$PA = \frac{1}{2} \gamma H^2 \tan^2 (\pi/4 - \varphi/2) - 2 c H \tan (\pi/4 - \varphi/2) + S H \tan^2 (\pi/4 - \varphi/2)$$

Avec : H = hauteur de la paroi

γ = densité

S = surcharge

Avec un mur de H = 3,5 m

$\gamma = 2 \text{ T/m}^3$

S = 0

$\varphi = 0$ degrés

c = 2 T/m²

soit une poussée maximale de **9 Tonnes par mètre linéaire horizontal** de mur.

➤ Notes :

1. $10 \text{ kN/m}^3 = 1 \text{ tonne/m}^3$

2. La notion de court terme est imprécise et ne peut être utilisée que pour des phases de travaux très provisoires et non pour des ouvrages devant résister pendant la durée du chantier.

3. Dans l'hypothèse de soutènements classiques avec talutage provisoire et remblaiement derrière l'ouvrage, on devra considérer également la poussée du remblai qui dépend de sa nature et de sa mise en œuvre.

Il est conseillé de disposer un remblai de sablon ou de concassé calcaire 0/32,5 mm de Jeumont compacté à 95 % de l'Optimum Proctor Normal par couches minces (voir tableau).

CONCLUSIONS

Les 2 sondages ont reconnu :

Couche 1 : des **argiles** sur 1,5 m environ,

Couche 2 : le **calcaire altéré** et **fracturé**,

Couche 3 : le **calcaire massif**, **dur**, à partir de 2,6 et 3,1 m environ.

✧ ✧ ✧

Pas d'eau dans le sol à l'époque de la reconnaissance et dans les profondeurs forées.

✧ ✧ ✧

Le réservoir d'eau sera fondé sur **RADIER** assis en fond de fouille prévu vers 3,5 m, par l'intermédiaire d'une couche de forme de réglage en gros béton ou grave ciment compacté.

Ce radier sera dimensionné sur **la base d'un module de réaction du sol kv de 10 000 kN/m³**.

✧ ✧ ✧

L'emploi d'une pelle-mécanique de forte puissance est conseillé pour les terrassements de la fouille. Il est probable qu'elle pourra terrasser une partie des calcaires altérés et fracturés (couche 2). L'emploi d'un brise roche hydraulique dans le calcaire massif (couche 3) du fond de fouille est quasi certain.

✧ ✧ ✧

Le blindage provisoire est uniquement utile pour protéger les biens et les personnes en phase terrassement et fabrication de l'ouvrage en béton armé (mini berlinoise butonnée, rideau de palplanches posées et butonnées, etc..).

✧ ✧ ✧

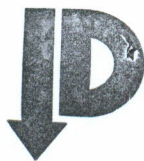
Les éléments nouveaux mis en évidence au début et en cours des travaux de terrassements, et de l'ouverture des fouilles de fondations, qui n'auraient pu être détectés au moment de la présente étude géotechnique, doivent nous être immédiatement signalés à geodecrion@orange.fr pour réactualiser nos conclusions si nécessaire.

Une mission complémentaire d'étude et suivi géotechniques d'exécution G3 sera alors nécessaire.

Michel DECRION
Ingénieur D.P.E.

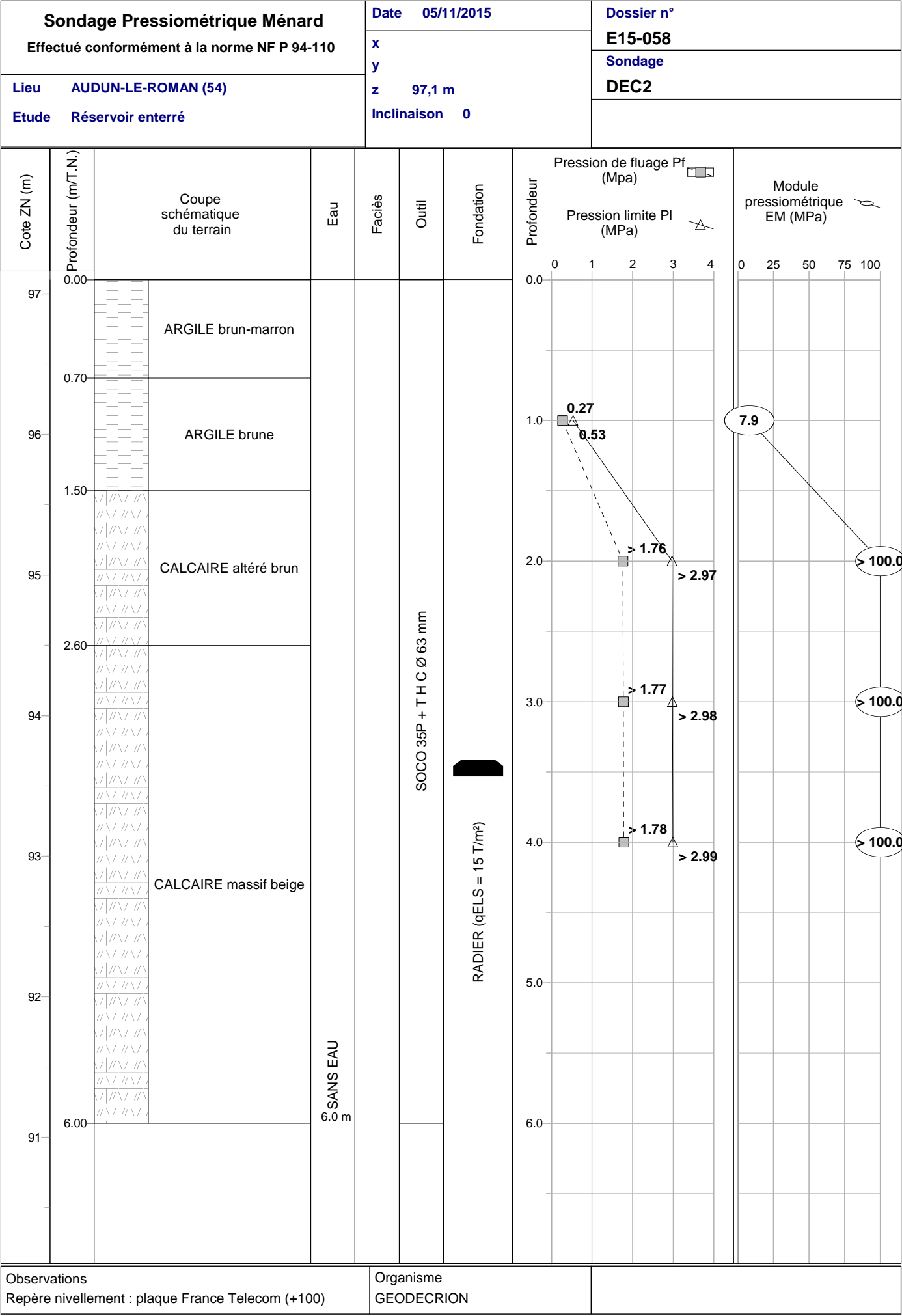
E 15 058 AUDUN LE ROMAN

Mise en service d'une réserve d'eau pour la D.E.C.I. – Étude géotechnique : consultation



GEODECRION

rue des Vanneaux
57155 Marly
Tél. 03 82 56 31 29
Siret 507 967 602 00024





Aff: AUDUN-LE-ROMAN (54)

Client: MAIRIE

Ref: E15-058

PROCES VERBAL D'ESSAI SOCOMALOG
ENREGISTREMENT PARAMETRES FORAGES V1.06

DEC1

Plan X:0,0

Plan Y:0,0

Plan Z: + 97,6

Site: 30, rue de la libération

Niveau d'eau: SANS EAU

Date:05/11/15

Inc X:0,0°

Inc Y:0,0°

Echelle : 1/50

Translation //

Rotation //

Frappe

