CIRSE ENVIRONNEMENT
10, rue de la Croisette - 54210 Saint-Nicolas-de-Port
Tél: 03.83.47.03.12 - Fax: 03.83.47.32.81
Siret: 421 009 481 00035 - RCS: Nancy B 421 009 481
Code APE 7112 B - TVA INTRA FR 88 421 009 481

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 08 08 1996

Dossier n° IC 26/041
Mars 2026

INRAE

oooooooooo

Construction d'une fumière
Site INRAE
parcelle 74 section AH
à Mirecourt (88)

oooooooooo

Étude géotechnique d'avant-projet (AVP)
(Mission G2 AVP - NF P94-500 du 30 novembre 2013)

Ind.	Commentaire	Rédigé par	Vérifié par	Transmis par	Date
0	Première diffusion	A. PROST	M. THARY	T. ISAAC	13/03/2026
Signatures					

Table des matières

1. PRESENTATION DE LA MISSION 3
1.1. MISSION 3
1.2. LE PROJET 3
1.2.1. Nature du projet et documents transmis 3
1.2.2. Situation géographique 4
1.2.3. Zone d'Influence Géotechnique 4
2. ÉTUDE DE SITE 5
2.1. SITUATION GEOLOGIQUE 5
2.2. ALEAS CONNUS 5
2.3. ALEAS GEOTECHNIQUES COURANTS 6
3. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES 7
3.1. PROGRAMME D'INVESTIGATION 7
3.2. SONDAGES DE RECONNAISSANCE A LA TARIERE 7
3.3. L'EAU DANS LE SOL 7
3.4. CARACTERISTIQUES MECANIQUES 8
3.5. IDENTIFICATION DES SOLS FINS 8
4. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION 10
4.1. TYPES DE FONDATIONS ET NIVEAUX D'ASSISES 10
4.2. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE 11
4.3. DALLAGES 12
4.4. DRAINAGE 13
4.5. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES 14
4.6. PROTECTION CONTRE LE RETRAIT/GONFLEMENT DES ARGILES 15
ANNEXES 17
IMPLANTATION DES SONDAGES 18
COUPES DES SONDAGES & ESSAIS PRESSIOMETRIQUES 19
ANALYSES EN LABORATOIRE 21

1. Présentation de la mission

1.1. Mission

À la demande de Concept Infra et pour le compte de l'INRAE, CIRSE Environnement a été chargée d'effectuer une étude géotechnique dans le cadre de la construction d'une fumière à Mirecourt (88), site INRAE, parcelle 74 section AH.

La mission géotechnique confiée (conformément à notre devis référencé IC 26/041 proposé le 28/01/2026 et accepté le 30/01/2026) doit permettre de définir :

Mission G2 : Étude géotechnique de conception – phase avant-projet (AVP)

- Enquête documentaire, programme d'investigation ;
- La nature des différents terrains rencontrés ;
- Leurs caractéristiques mécaniques ;
- Le niveau d'eau relevé dans les sondages ;
- Les principes généraux des ouvrages géotechniques ;
- Les types de fondations envisageables ;
- Les contraintes admissibles par le sol aux ELU et ELS ;
- Les tassements théoriques attendus ;
- Les préconisations pour les dallages ;
- Les recommandations en phase travaux (terrassements…) ;
- Les recommandations de réalisation.

L'intervention a été réalisée le 02 Mars 2026.

1.2. Le projet

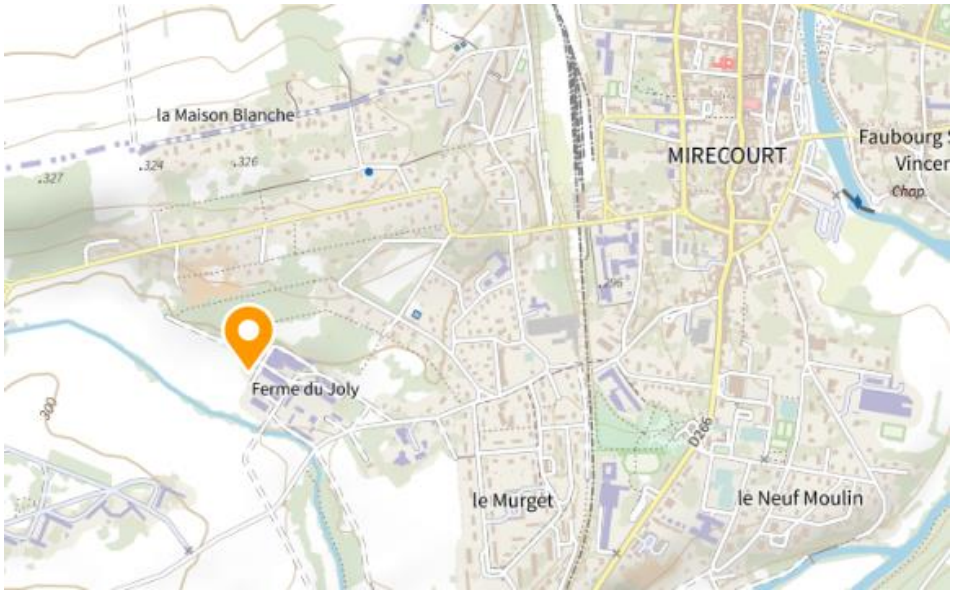
1.2.1. Nature du projet et documents transmis

Dans le cadre de cette étude, les plans et coupes du projet datés du 07/04/2025 nous ont été transmis.

D'après ces documents, le projet prévoit la construction d'une fumière.

1.2.2. Situation géographique

Le projet se situe à Mirecourt (88), site INRAE, parcelle 74 section AH.



Localisation du projet sur fond de carte IGN

1.2.3. Zone d'Influence Géotechnique

Lors de notre intervention, la parcelle était enherbée et sans déclivité.



Photographie prise lors de notre intervention en Mars 2026

2. Étude de site

2.1. Situation géologique

D'après la carte géologique de Mirecourt (n°304) et notre connaissance du secteur, le projet devrait être intéressé par les formations suivantes :

- **t9 : Keuper :** marnes et dolomie.



Extrait de la carte géologique de Mirecourt (n°304)

2.2. Aléas connus

Les autres aléas ayant fait l'objet d'une recherche sont répertoriés dans le tableau suivant :

Risque	Aléa/sensibilité
Sismique	1 – Très faible
Retrait/gonflement des argiles	1 - Faible
Mouvements de terrain	Non concerné
Inondations	Non concerné
Radon	Faible
Pollution	Risque existant

2.3. Aléas géotechniques courants

- **la géologie**
  - aléas liés à l'hétérogénéité toujours possible du sol,
  - aléas liés à l'éventuelle présence d'évènements géologiques ponctuels et difficilement quantifiables qui imposent des dispositions constructives particulières et évolutives en fonction de l'avancement des travaux
- **l'histoire du site**
  - aléas liés à l'historique du site (connus ou inconnus), susceptible d'évoluer au cours de l'avancement des travaux (découvertes d'anciennes constructions, de remblais anthropiques etc…),
- **le comportement mécanique**
  - aléas liés à la présence de sols sensibles à l'eau et dont les caractéristiques mécaniques sont en partie tributaires de leur teneur en eau,
  - aléas liés à la sensibilité des sols de surface aux remaniements mécaniques,
  - aléas liés au caractère compressible des sols naturels rencontrés,
- **l'hydrogéologie**
  - les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels, notamment dans les remblais,
  - présence éventuelle d'une nappe.

3. Investigations géotechniques

3.1. Programme d'investigation

Dans le cadre de la présente mission, le programme suivant a été réalisé :

- **2 sondages à la tarière mécanique** (notés **SP1 & SP2**), **descendus à 5,0m** de profondeur ont été réalisés permettant l'appréciation de la nature des sols ;
- **8 essais pressiométriques** réalisés au droit des sondages, permettant de caractériser le comportement mécanique des sols en termes de portance et de sensibilité au tassement ;
- Des échantillons de sol ont été prélevés pour **analyses en laboratoire** et classement au sens de la norme NF P11-300.

Un plan d'implantation des sondages, leur coupe et les résultats des essais in-situ et en laboratoire figurent en annexe.

3.2. Sondages de reconnaissance à la tarière

Les sondages réalisés sur l'emprise du futur projet mettent en évidence les horizons suivants :

- **Niveau 0** : **Couverture de terre végétale** d'environ **0,05m** d'épaisseur **;**
- **Niveau 1** : **Horizon d'altération**, composé **d'argiles brunes,** reconnu jusqu'à **2,5m** de profondeur par rapport au terrain actuel ;
- **Niveau 2** : **Substratum +/- altéré**, composé **d'argiles marneuses rouges,** reconnu jusqu'à la base de nos sondages soit **5,0m** de profondeur par rapport au terrain actuel.

3.3. L'eau dans le sol

Lors de la réalisation des sondages en Mars 2026, **aucune venue d'eau** n'a été relevée au droit de nos sondages.

Signalons que les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels.

3.4. Caractéristiques mécaniques

Les essais pressiométriques réalisés ont permis de caractériser les sols en place :

- **Niveau 1** : performances mécaniques globalement **correctes** dans **les argiles** avec :

  0,210 MPa < pl* < 0,550 MPa
  4,05 MPa < Em < 15,6 MPa

- **Niveau 2** : performances mécaniques globalement **bonnes** dans **les argiles marneuses** avec :

  0,770 MPa < pl* < 1,19 MPa
  15,4 MPa < Em < 21,6 MPa

3.5. Identification des sols fins

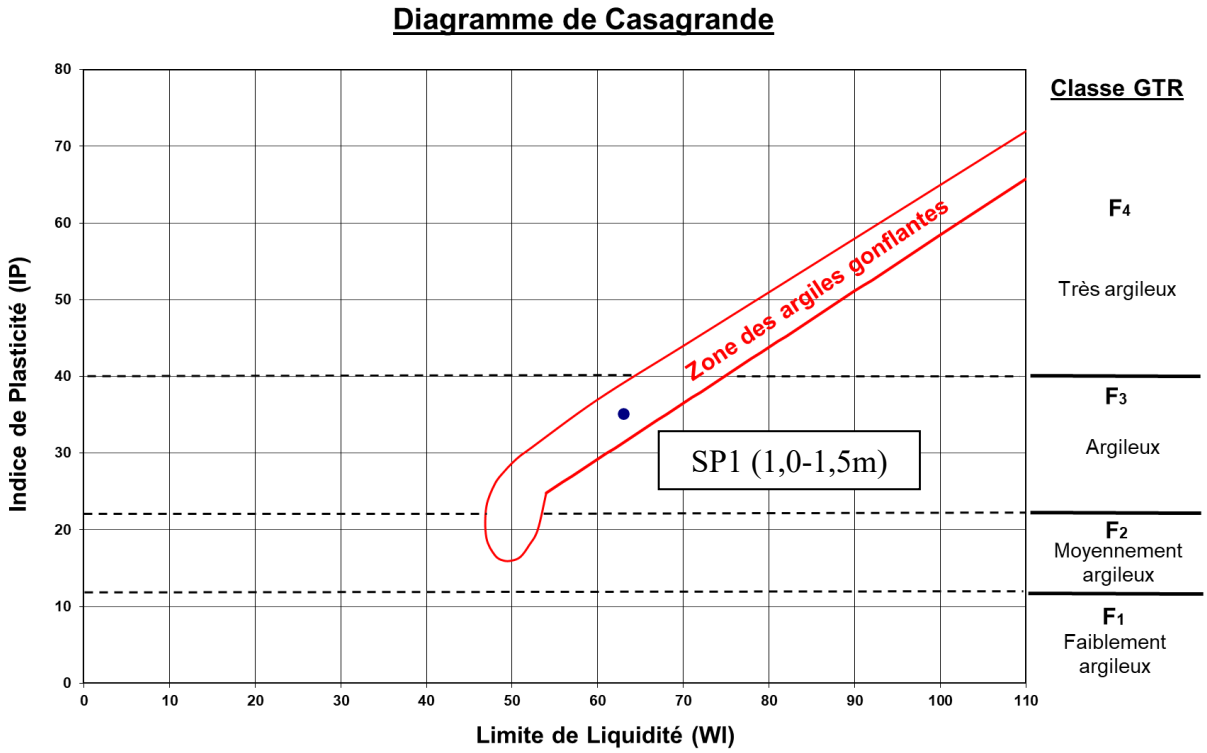
Norme NF P-11-300

Sondage	**SP1**
Nature pétrographique	**Argiles brunes**
Profondeur moyenne (m)	**1,0 – 1,5**
% fines	< 35%*
D maxi	>35mm*
% eau nat	**29,5**
Wl	63,2
Ip	35,1
Classification GTR	**F_3**

** Estimation visuelle non représentative de la fraction entière (prélèvement en 63mm)*

D'après les analyses effectuées sur cuttings, les sols identifiés de type **argiles brunes** se classent en **F_3** au sens de la norme NF P11-300.

D'après le diagramme de Casagrande, les sols argileux analysés se classent dans la zone des argiles dites "gonflantes", indiquant un potentiel aléa modéré au retrait gonflement des argiles.



On veillera donc à respecter les préconisations décrites ci-après.

4. Principes généraux de construction

4.1. Types de fondations et niveaux d'assises

Le projet prévoit la construction d'une fumière dont les caractéristiques techniques (descentes de charges, plan des fondations, etc.) ne nous ont pas été communiquées à ce stade d'étude.

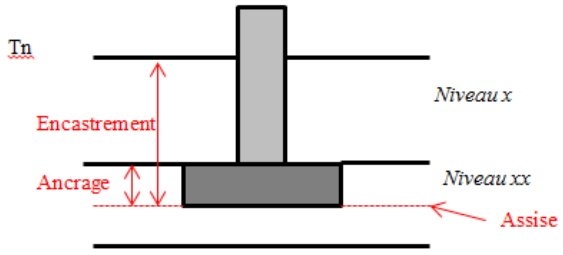
Globalement, au sein des formations reconnues, il est envisageable de réaliser des fondations **superficielles** ancrées par l'intermédiaire de **semelles filantes ou de massifs isolés** ancrées dans **les argiles** (niveau 1) et à partir de **1,2m** par rapport au terrain actuel. Cette profondeur d'ancrage protégera les fondations contre les effets du gel et contre les phénomènes de retrait et gonflement des sols argileux.

Sous fondation, au moment des terrassements, on veillera à récupérer un sol homogène en fond de fouille.

Si des passages **peu performants** étaient détectés, il faudrait envisager des **purges ponctuelles** qui dépendront notamment de l'état hydrique des sols au moment des travaux.

Pour s'assurer que les règles en vigueurs sont respectées, une vérification visuelle devra être réalisée au démarrage des travaux et validée dans le cadre des missions de suivi et supervision géotechnique G3 et G4.

Rappels :



Ancrage minimal sols indurés et roches : **0.20 m**

Ancrage minimal sols fins : **0.30 m**

4.2. Ébauche dimensionnelle

Au stade d'étude G2 AVP, un exemple de dimensionnement est fourni, pour un ancrage à **- 1,2m/TA (cas le plus défavorable au droit de SP1)**.

Les contraintes sont estimées en appliquant l'Eurocode 7 (NF P94-261).

Au stade d'une étude d'avant-projet, le prédimensionnement et le calcul des tassements sont réalisés selon une modélisation d'ouvrage théorique donnant une descente de charge verticale centrée pour une fondation filante ou un massif isolé.

- Contrainte q_{net} = 0,323 MPa
- Contrainte admissible :
  - ELS Caractéristique = 0,117 MPa ;
  - ELU Fondamental = 0,192 MPa ;
  - ELU accidentel = 0,224 MPa.

Type de fondations	Dimension fondation (m)	Capacité portante ELS(t)	Tassements absolus (cm)
Semelle filante	0,50	5,8	0,4
Massif isolé	0,80 x 0,80	7,4	0,4

Les contraintes admissibles par le sol aux ELS sont au minimum **de l'ordre de 1,17 bar**, ce qui est **adapté au type de projet (à confirmer par un BE Structure).**

Ce taux de travail pourra être affiné en phase G2 PRO en fonction des caractéristiques du projet et des dimensions des fondations envisagées.

Les **tassements estimés** pour un taux de travail de **Q_{ELS} = 1,17 bar** sont **inférieurs au centimètre**.

Les tassements différentiels du sol devraient également rester limités, sous conditions d'un **ancrage homogène des fondations**.

Pour un fonctionnement correct de l'ouvrage de fondation, les tassements devront être évalués en fonction des descentes de charges réelles de l'ouvrage et de la largeur des semelles de fondation retenue. Ces adaptations à prévoir seront prises en compte lors de l'étude géotechnique de conception (phase G2 PRO).

4.3. Dallages

Deux techniques sont possibles :

- **le dallage porté fortement recommandé compte tenu de la présence d'argiles sensibles superficiellement ;**
- le dallage posé, ce qui nécessitera la réalisation d'une couche de forme.

Dans le cas d'un dallage posé, la couche de forme devra être composée de matériaux insensibles à l'eau conformément aux préconisations du DTU 13.3.

D'après le DTU 13.3 relatif aux dallages (réf NF P11-213-1-1-1 : cahier des clauses techniques des dallages à usage autre qu'industriel) :

Le module de déformation du support (avec ou sans forme) déterminé en surface par essai à la plaque est au moins égal à :

EV2 > 50MPa « charge inférieure à 2t/m² »
Le rapport de compactage EV2/EV1 < 2,2

L'épaisseur de la couche de forme à mettre en œuvre sous dallage dépendra des performances de la future PST (variables selon l'état hydrique des sols et les conditions climatiques au moment des travaux).

Au stade de l'avant-projet et au vu des essais pressiométriques réalisés, on prévoira une couche de forme sous dallage d'une épaisseur minimale de **60cm** matériaux insensibles à l'eau de type assimilé **D31** conformément au DTU 13.3 **avec intercalation d'un géotextile.**

Localement, un poste de cloutage pourra être à prévoir.

Ces préconisations devront être validées au démarrage des travaux et pourront être modifiées en fonction de l'état hydrique des sols.

Les travaux de terrassement devront impérativement se dérouler en période clémente (présence de sols sensibles aux variations hydriques). Par temps de pluie et si les sols sont humides, ces performances ne seront plus garanties, les sols étant sensibles à l'eau. Une surépaisseur de couche de forme pourrait alors être nécessaire, voir un cloutage.

4.4. Drainage

Compte tenu de la présence de sols **fins**, un drainage périphérique est vivement conseillé.

Ce drainage permettra d'éviter l'accumulation d'eau d'infiltration contre les fondations et les murs enterrés.

Ces accumulations pourraient entrainer des ruissellements dans le sous-sol et des remontées humides par capillarité.

➢ **Disposition du drainage**

D'après le DTU 20.1 P4 chapitre A.4.3.2, les tranchées drainantes doivent ceinturer le bâtiment et être impérativement reliées à un **collecteur**.

Ce collecteur doit permettre d'évacuer les eaux d'infiltration vers un **exutoire pérenne.**

Dans le cas d'un terrain en pente, le drainage n'est en général pas nécessaire sur la façade **aval**.

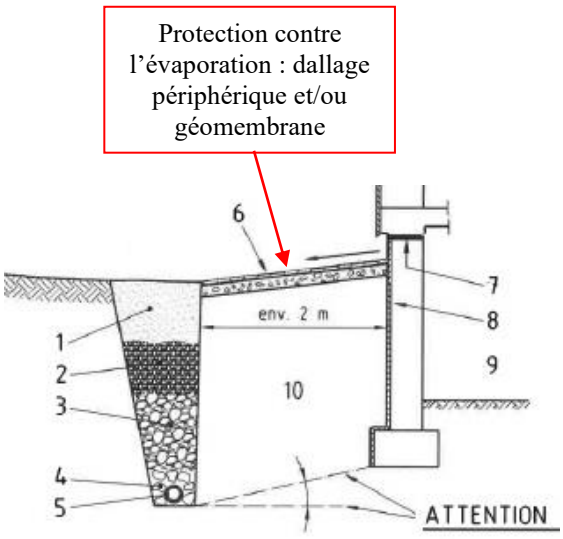
➢ **Architecture du drainage**

Les matériaux utilisés pour la tranchée drainante doivent impérativement être propres et insensibles à l'eau. Leur granulométrie sera adaptée à un bon écoulement des eaux.

Des dispositifs contre les remontées d'eau par capillarité sont vivement conseillés.

On disposera par ailleurs un drain en **PVC crépiné** de diamètre suffisant pour un bon captage des eaux.

Le dispositif de drainage le plus adapté aux sols sensibles au retrait/gonflement consiste en un drainage éloigné de minimum **2 m** du bâtiment avec mise en place d'une protection contre les évaporations entre la construction et le bord du fossé drainant (trottoir et/ou géomembrane enterrée).



Légende

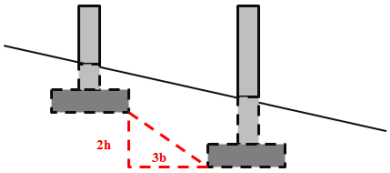
1	Sable	6	Dallage périphérique éventuel
2	Gravillon	7	Coupure de capillarité
3	Cailloux	8	Revêtement extérieur
4	Grosses pierres	9	Sous-sol
5	Drain	10	Terrain imperméable

Figure A.15 — Solution de drainage

4.5. Dispositions constructives

- ✓ Les travaux devront se dérouler en période climatique favorable, hors période pluvieuse très humide de manière à optimiser les performances du sol.
- ✓ Vérifier les fonds de fouille et purger les éventuels remblais ou sols mous qui pourraient être découverts aux niveaux d'assises prévus. Ces purges ponctuelles dépendront notamment de l'état hydrique des sols au moment des travaux.
- ✓ Deux éléments de construction accolés et fondés de manière différente doivent être désolidarisés et munis de joints de rupture sur toute leur hauteur pour permettre des mouvements différentiels.
- ✓ Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du projet. Si tel n'est pas le cas, on veillera à respecter les règles en la matière :

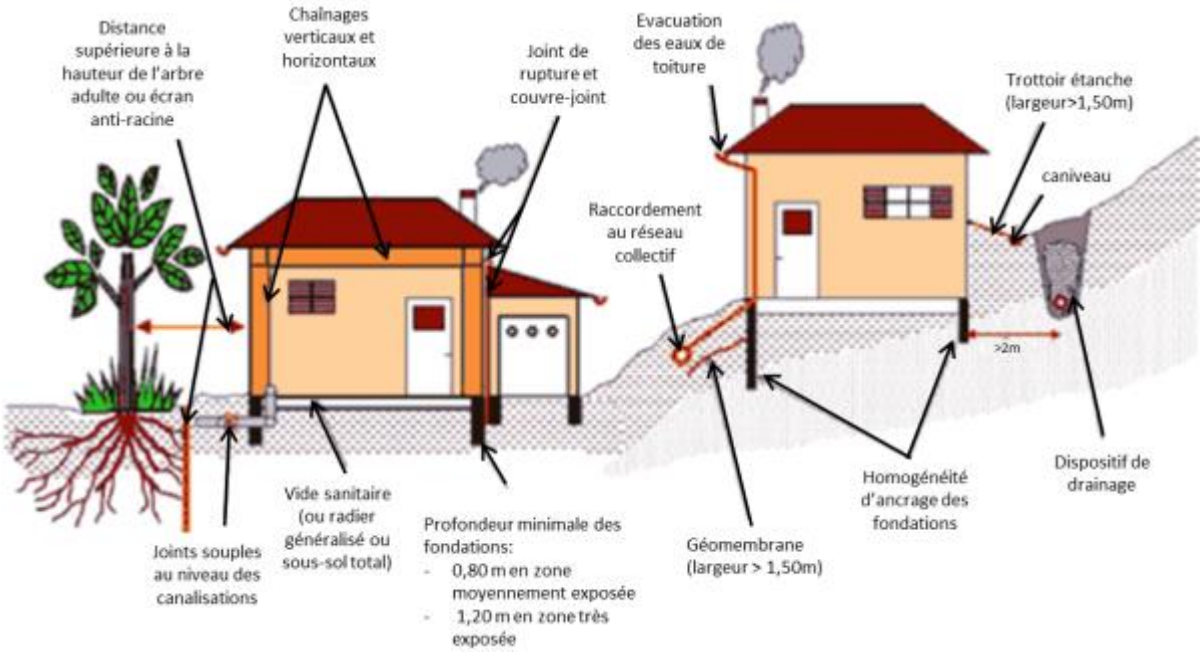
  « Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du projet. Si les fondations sont ancrées à des niveaux différents, une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur doit être respectée entre les arêtes des semelles les plus voisines si le sol d'assise est stable ».



- ✓ Le bétonnage des fondations sera fait pleine fouille et aussitôt après terrassement pour éviter les phénomènes d'altération et de décomposition des sols support des fondations qui pourraient induire des chutes de performances et des tassements supplémentaires non négligeables.
- ✓ Évacuer les éventuelles venues d'eau par pompage et curer les fonds de fouille le cas échéant.
- ✓ Lors des terrassements, les excavations de la couche superficielle pourront être réalisées à l'aide de moyens classiques (pelle hydraulique).
- ✓ Les travaux de terrassements devront respecter les préconisations suivantes :
  - ➢ Angle de talutage de 3H pour 2V avec bâchage des talus en phase chantier,
  - ➢ Angle de talutage de 2H pour 1V avec bâchage des talus en phase exploitation,
  - ➢ Soutènement ou blindage des fouilles si impossibilité de respecter ces angles de talutage,
  - ➢ Aucune surcharge en crête de talus,
  - ➢ Drainage en pied et crête de talus avec exutoire pérenne,
  - ➢ Les travaux devront se dérouler en période climatique favorable, hors période pluvieuse très humide de manière à éviter tout risque d'instabilité en phase chantier.

4.6. Protection contre le retrait/gonflement des argiles

- ✓ Tout élément pouvant perturber de manière périodique ou permanente l'état hydrique des sols devront être les plus éloignés possible de la construction (pompage, puits d'infiltration…). Les arbres devront être plantés à une distance d'au moins 1.5 fois leur hauteur maximale atteinte à l'âge adulte. Des écrans racinaires pourront également être disposés.
- ✓ En cas de source de chaleur (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités par une isolation adaptée pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie. Il peut être préférable de positionner cette source de chaleur le long des murs intérieurs.
- ✓ Les canalisations d'eau enterrées doivent pouvoir subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, ce qui suppose notamment des raccords non fragiles (systèmes d'assouplissement) au niveau des points durs.
- ✓ La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux.
- ✓ Pour éviter la dessiccation des sols sur le pourtour de la construction, il convient de ceinturer la construction d'un dispositif le plus large possible, sous forme de trottoir périphérique ou de géomembrane enterrée, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation.



Se référer aux documents techniques rédigés par le BRGM et par le Ministère de l'Ecologie et de l'Aménagement durables.

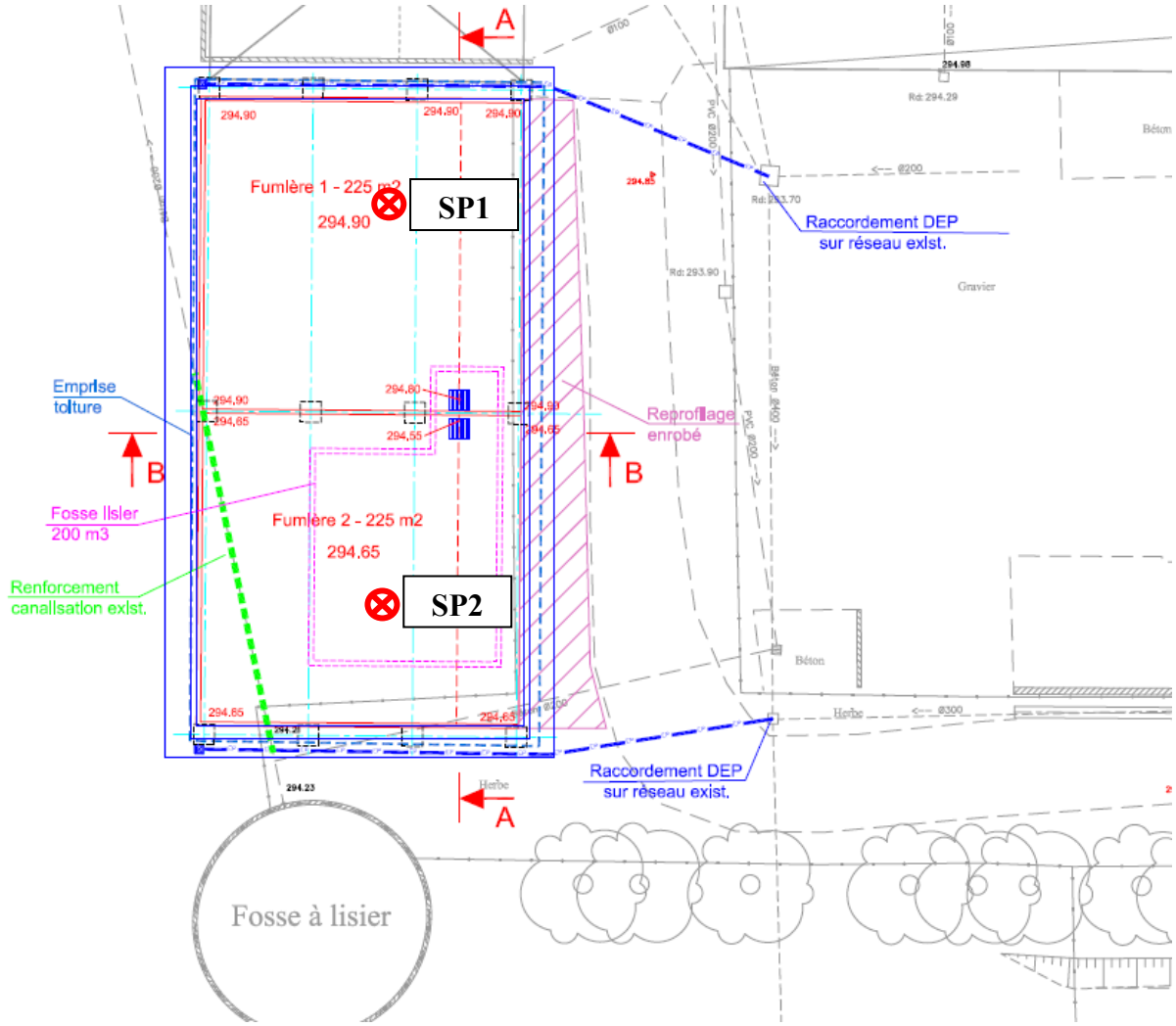
Le rapport de mission G2-AVP qui nous a été confiée pour cette phase d'avant-projet ne constitue pas un dimensionnement du projet. Il permet de donner un aperçu des suggestions techniques dont CIRSE ENVIRONNEMENT ne peut être engagé à ce stade de l'étude sur le choix, l'implantation et le dimensionnement des structures du projet ou sur les solutions d'emploi des sols proposées. Cette étude n'a qu'un caractère indicatif et ne peut donc en aucun cas servir de document d'exécution. Le dimensionnement des fondations et des structures sera confié à un BET spécialisé.

Au sens de la norme NFP 94-500 du 30 novembre 2013, selon le schéma d'enchaînement des missions géotechniques suivant, l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques nécessite une mission de type G2 comprenant trois phases, les études et suivis géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 qui comprend deux phases interactives, la supervision géotechnique d'exécution doit être établie dans le cadre d'une mission G4 qui comprend deux phases interactives.

CIRSE ENVIRONNEMENT est à la disposition pour réaliser tout ou partie de ces missions.

ANNEXES

Implantation des sondages



Coupes des sondages & essais pressiométriques

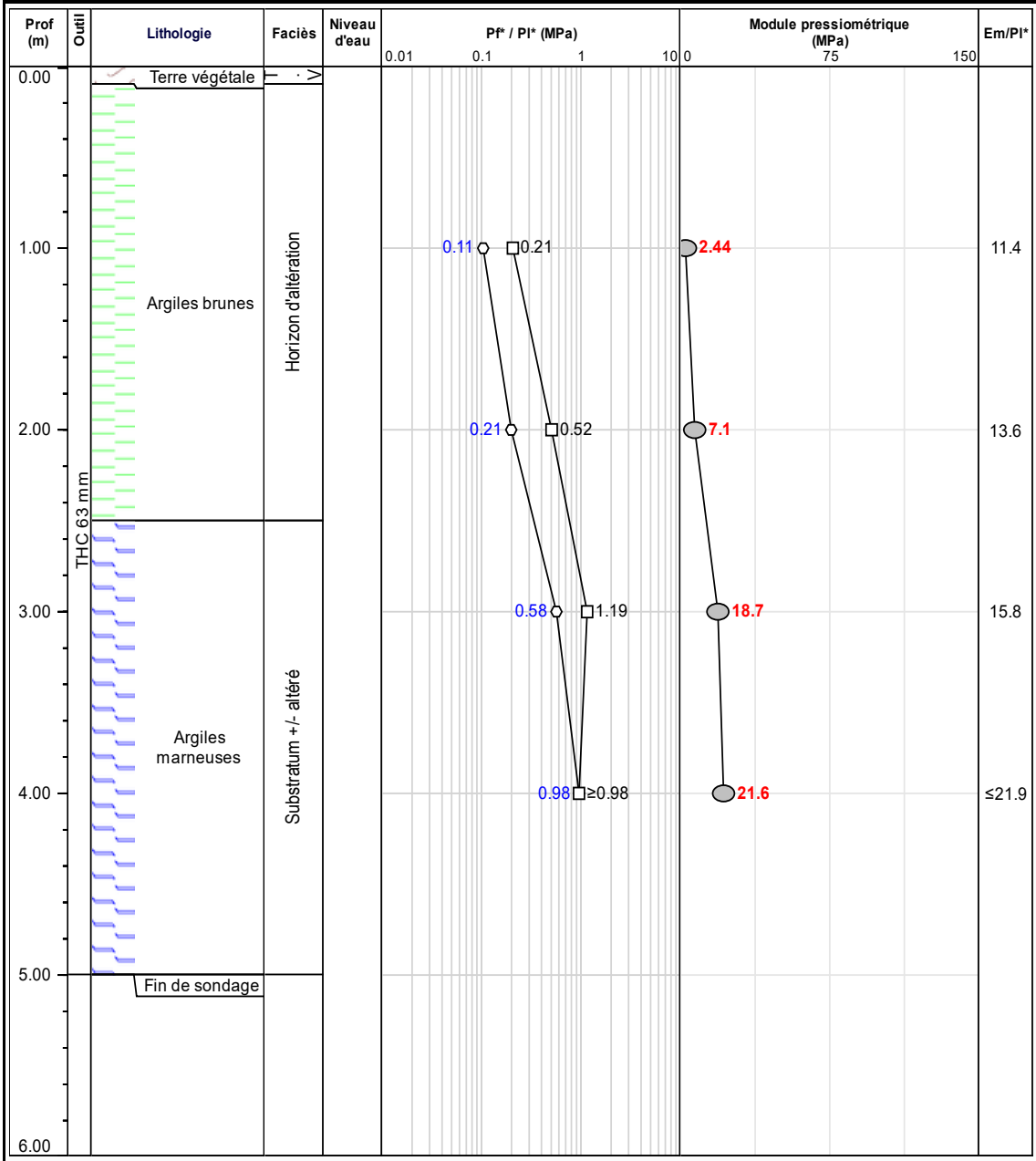
CIRSE ENVIRONNEMENT
10, rue de la Croisette - 54210 Saint-Nicolas-de-Port
Tél: 03.83.47.03.12 - Fax: 03.83.47.32.81
Cirse-environnement@wanadoo.fr
Siret: 421 009 481 00035 - RCS: Nancy B 421 009 481
Code APE 7112 B - TVA INTRA FR 88 421 009 481

Sondage Pressiométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-110

Opérateurs : TDF/LS
Machine : Socomafor 35

N° Dossier :	IC 26/041
Demandeur :	INRAE
Lieu :	Mirecourt, site INRAE
Projet :	Construction d'une fumière
N° Sondage :	**SP1**
Date :	02/03/2026



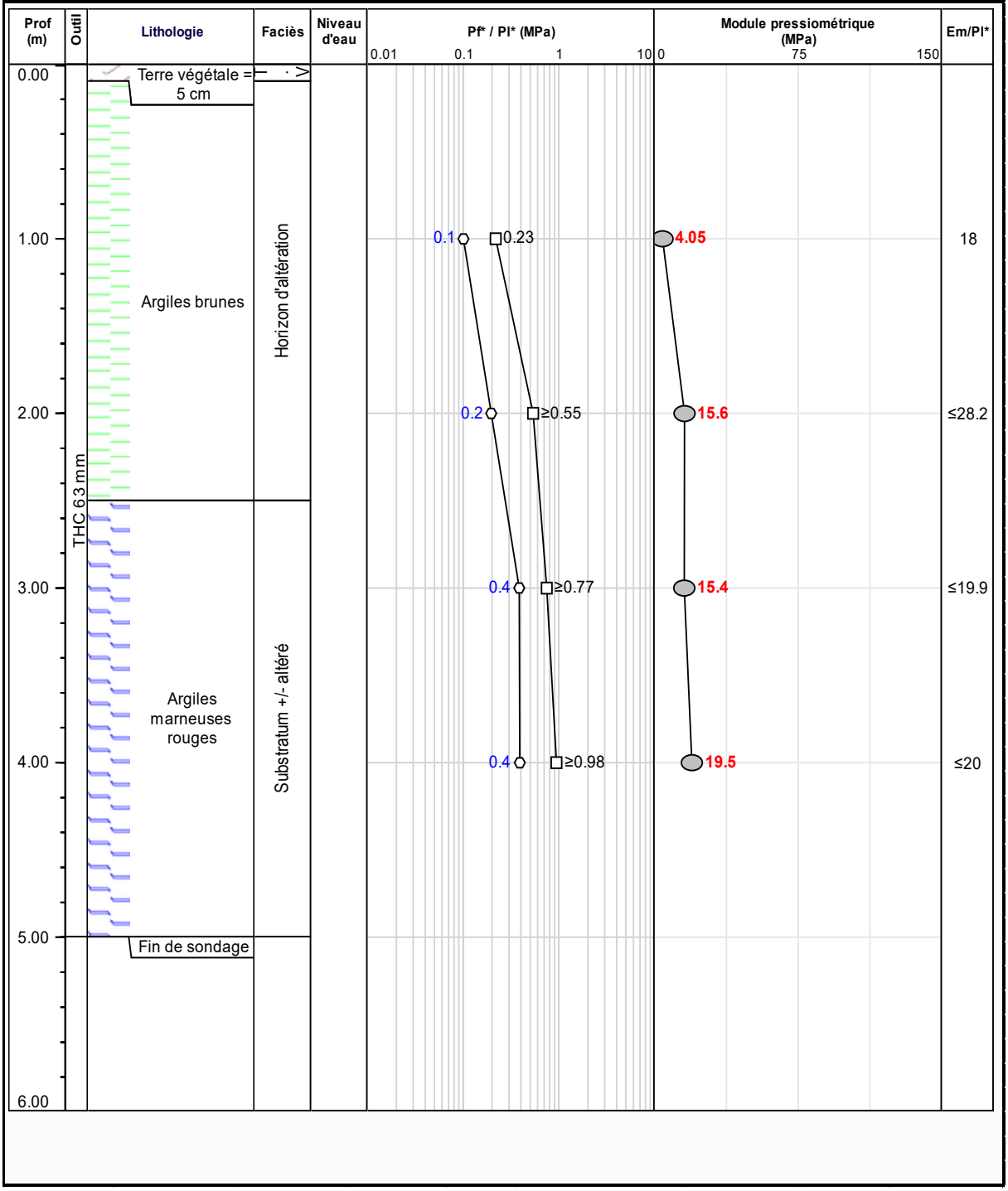
CIRSE ENVIRONNEMENT
10, rue de la Croisette - 54210 Saint-Nicolas-de-Port
Tél: 03.83.47.03.12 - Fax: 03.83.47.32.81
Cirse-environnement@wanadoo.fr
Siret: 421 009 481 00035 - RCS: Nancy B 421 009 481
Code APE 7112 B - TVA INTRA FR 88 421 009 481

Sondage Pressiométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-110

Opérateurs : TDF/LS
Machine : Socomafor 35

N° Dossier :	IC 26/041
Demandeur :	INRAE
Lieu :	Mirecourt, site INRAE
Projet :	Construction d'une fumière
N° Sondage :	**SP2**
Date :	02/03/2026



Analyses en laboratoire

CIRSE ENVIRONNEMENT
SAS au capital de 25 000 Euros
LABORATOIRE ET BUREAUX
10, Rue de la Croisette 54 210 ST-NICOLAS-DE-PORT
Tél : 03.83.47.03.12 Fax : 03.83.47.32.81
cirse-environnement@wanadoo.fr

PROCES-VERBAL

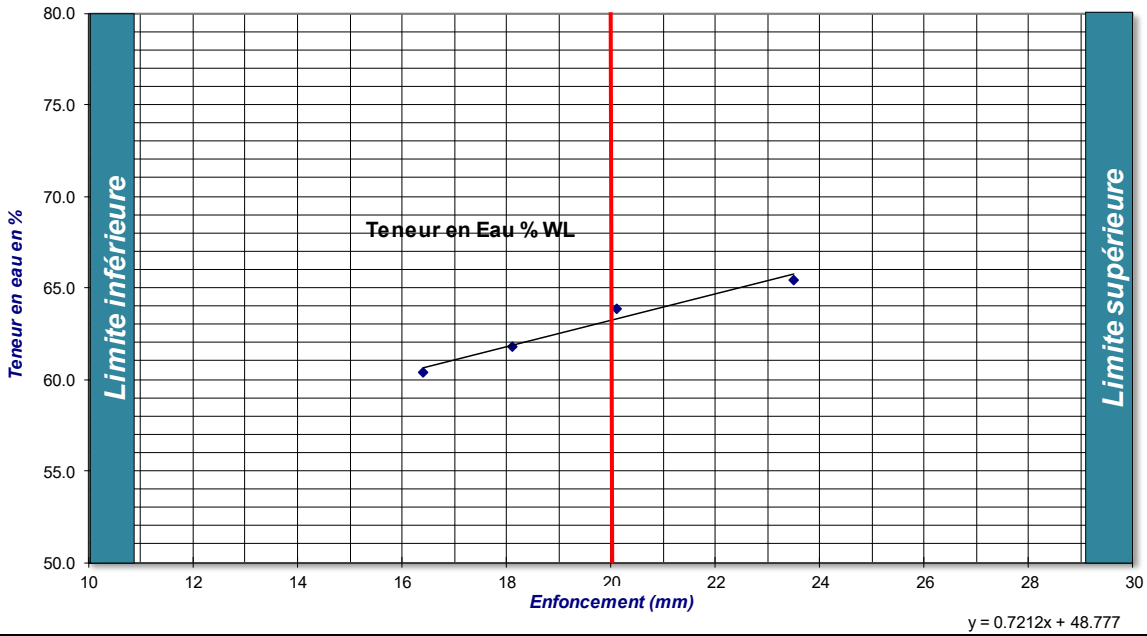
DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

CONFORME A LA NORME NF EN ISO 17892-12

N° DOSSIER :	IC 26/041	**TYPE DE MATERIAU :**	Argiles
SONDAGE :	SP1 (1,0m à 1,5m)	**LIEU DE PRELEVEMENT :**	Mirecourt
AGENT PRELEVEUR :	TDF		Site INRAE
OPERATEUR LABO :	LD	**SOCIETE EXPLOITANTE :**	INRAE
PRELEVE LE :	**02/03/2026**	**ANALYSE LE :**	**11/03/2026**

METHODE AUX CÔNE DE PENETRATION

Mesures N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	*23.5*	*20.1*	*18.1*	*16.4*
Teneur en Eau %	*65.5*	*63.8*	*61.8*	*60.4*



Teneur en eau de plasticité	W =	27.9 %	*W Moyen*	W =	28.1 %	*W Moyen*
	W =	28.5 %	**28.20 %**	W =	27.9 %	**28.0 %**

Limite de liquidité :	W_L =	***63.2***	**Indice de plasticité**	
Limite de plasticité :	W_P =	***28.1***	I_P =	**35.1**
Teneur en eau du sol :	W_n =	**29.5** %	**Indice de consistance** I_C =	**0.96**